

ОСНОВЫ НАДЕЖНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА

СТАБИЛЬНАЯ РАБОТА ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВОЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕЛОГО РЯДА ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ, КОТОРЫЕ, В ЧАСТНОСТИ, ВЫПОЛНЯЮТ ЗНАЧИМУЮ СОЦИАЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ – СНАБЖЕНИЕ ТЕПЛОМ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ НАСЕЛЕНИЯ. ВСЕ ЭТИ ФАКТОРЫ ЯВЛЯЮТСЯ СОСТАВЛЯЮЩИМИ ЕДИНОЙ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ЦЕЛИ – ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ. НЕОТЪЕМЛЕМОЙ ЧАСТЬЮ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЯВЛЯЕТСЯ СЕТЬ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА (ПХГ), ПОЗВОЛЯЮЩИХ СГЛАЖИВАТЬ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ. ИМЕННО ПОДЗЕМНОЕ ХРАНЕНИЕ ГАЗА ЯВЛЯЕТСЯ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫМ И БЕЗОПАСНЫМ. ОПЫТ СОЗДАНИЯ РЯДА ПХГ В РОССИИ ИМЕЕТ МИРОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ. В ЧИСЛЕ УНИКАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ – КРУПНЕЙШИЕ В МИРЕ СЕВЕРО-СТАВРОПОЛЬСКОЕ ПХГ В ВЫРАБОТАННОМ ГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ И КАСИМОВСКОЕ ПХГ В ВОДОНОСНОМ ПЛАСТЕ, ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПО ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ГАЗОХРАНИЛИЩЕ В МОНОКЛИНАЛЬНОМ ПЛАСТЕ – ГАТЧИНСКОЕ И ОРИГИНАЛЬНЫЙ ПО ИНЖЕНЕРНОМУ РЕШЕНИЮ УДМУРТСКИЙ РЕЗЕРВИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС. АНОМАЛЬНЫЕ МОРОЗЫ 2021 ГОДА ПРОВЕРИЛИ НА ПРОЧНОСТЬ РАБОТУ ВСЕХ РОССИЙСКИХ ПХГ В ЧАСТИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО СНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ. ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ, РОЛЬ КОТОРОЙ ВЫПОЛНЯЕТ ООО «ГАЗПРОМ ПХГ», РАБОТА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ СЕЗОН ЯВЛЯЕТСЯ НАПРЯЖЕННЫМ ВРЕМЕНЕМ. В ЭТОТ ПЕРИОД УВЕЛИЧИВАЕТСЯ НАГРУЗКА НА ПЛАСТ И НАЗЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЧТО ТРЕБУЕТ ЕЖЕСУТОЧНОГО МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, КАК КАЖДОЙ СКВАЖИНЫ, ТАК И ВСЕГО ГАЗОХРАНИЛИЩА

THE STABLE OPERATION OF THE UNIFIED GAS SUPPLY SYSTEM IS THE BASIS FOR THE FUNCTIONING OF SEVERAL SECTORS OF THE ECONOMY, WHICH, IN PARTICULAR, PERFORM A SIGNIFICANT SOCIAL FUNCTION – THE SUPPLY OF HEAT AND ELECTRICITY TO THE POPULATION. ALL THESE FACTORS ARE COMPONENTS OF A SINGLE STRATEGIC GOAL ENSURING THE COUNTRY'S ENERGY SECURITY. IN THE CURRENT CONTEXT, AN INTEGRAL PART OF THE UNIFIED GAS SUPPLY SYSTEM IS A NETWORK OF UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES (UGS), WHICH ALLOWS TO SMOOTH OUT THE UNEVENNESS OF CONSUMPTION. UNDERGROUND GAS STORAGE IS THE MOST EFFICIENT AND SAFE. THE EXPERIENCE OF CREATING SEVERAL UGS IN RUSSIA IS OF GLOBAL IMPORTANCE. AMONG THE UNIQUE UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES ARE THE WORLD'S LARGEST NORTH STAVROPOL UGS IN A DEVELOPED GAS FIELD AND KASIMOV UGS IN AN AQUIFER, THE GATCHINSKOYE GAS STORAGE FACILITY, WHICH HAS SPECIAL HYDRODYNAMIC PROPERTIES, AND THE UDMURT RESERVE COMPLEX, WHICH IS ORIGINAL IN ENGINEERING DESIGN. THE ABNORMAL FROSTS OF 2021 TESTED THE STRENGTH OF ALL RUSSIAN UGS IN TERMS OF THE UNINTERRUPTED SUPPLY OF NATURAL GAS TO CONSUMERS. FOR THE OPERATING ORGANIZATION, THE ROLE OF WHICH IS PERFORMED BY GAZPROM UGS LLC, WORK IN THE AUTUMN-WINTER SEASON IS A BUSY TIME. DURING THIS PERIOD, THE LOAD ON THE RESERVOIR AND GROUND EQUIPMENT INCREASES, WHICH REQUIRES DAILY MONITORING OF THE FUNCTIONING OF BOTH EACH WELL AND THE ENTIRE GAS STORAGE FACILITY

Ключевые слова: подземное хранение газа, газоснабжение, энергобезопасность, геологическая структура, закачка газа.

Роман Никитин
заместитель генерального
директора – главный геолог

Денис Захаров
главный специалист
Отдела организации и контроля
строительства скважин,
к.т.н.

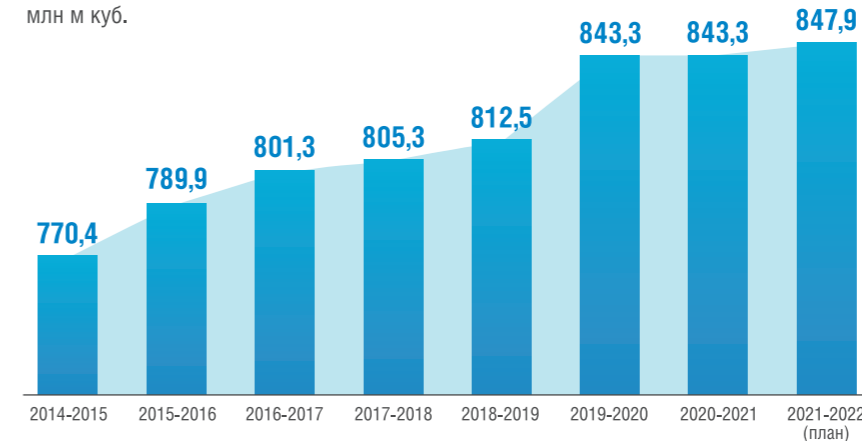
Данил Поваров
начальник Геологического отдела

ООО «Газпром ПХГ»

ООО «Газпром ПХГ» осуществляет отбор природного газа, что эквивалентно его добыче. Однако закачкой газа с целью его хранения в РФ не занимается никто, кроме специализированной компании. Более того, газ необходимо не просто закачать, а правильно сформировать залежь с определенными показателями. Сложность эксплуатации ПХГ во время отбора обуславливается неоднородностью литологического строения и физических свойств пласта-коллектора, от которых во

многом зависят характер замещения газа водой, неравномерность отбора газа по площади, наличие в продукции скважин пластовой воды и частиц породы [1]. Отечественные хранилища включают полный спектр геологических структур. Во-первых, созданные в истощенных месторождениях ПХГ – не исключительно газовые, а газоконденсатные с нефтяными оторочками, что приводит при отборе к определенным сложностям. ПХГ, созданные в водоносных пластах, такие как Касимовское и Гатчинское,

РИС. 1. Динамика роста максимальной суточной производительности ПХГ России млн м куб.



уникальны по своим инженерно-геологическим решениям. Также специалисты компании наработали опыт строительства и эксплуатации ПХГ в отложениях каменной соли. Общий фонд скважин составляет более четырех с половиной тысяч, из них более двух с половиной тысяч – эксплуатационные. Ни одно газодобывающее предприятие не обладает таким количеством скважин.

Существенным отличием газового хранилища от залежи является то, что в хранилище газодинамические процессы протекают значительно быстрее и характеризуются нестационарным характером со знакопеременными нагрузками.

Итоги работы системы ПХГ в осенне-зимнем периоде 2020/2021

В осенне-зимнем периоде 2020/2021 почти все российские ПХГ работали на пиковом режиме с выходом на максимальную производительность в течение нескольких часов. С октября 2020 года по март 2021 года рост поставок газа отечественным потребителям по единой системе газоснабжения составил 8,9% относительно осенне-зимнего периода 2019/2020 года.

Помимо регулирования неравномерности газопотребления в стране, стоит также задача обеспечения экспортных поставок.

На начало сезона отбора 2020/2021 года суммарная потенциальная суточная производительность ПХГ РФ достигла рекордных

843,3 млн м³/сутки. Практически все ПХГ России в некоторые периоды эксплуатировались с максимальной суточной производительностью.

ООО «Газпром ПХГ» совместно с научными институтами корректировало эти значения, в рамках проектных показателей, выполняя поставленные ПАО «Газпром» задачи.

Впервые на ПХГ ПАО «Газпром» были использованы компрессорные мощности при отборе. Применялись режимы на повышенной депрессии, за счет этого удалось выйти на увеличенные показатели суточной производительности и длительное время удерживать «полку» максимальных значений. Это позволило провести дополнительные исследования с целью дальнейшего раскрытия потенциала данных ПХГ. Специалисты обеспечивали функционирование хранилищ в условиях, сталкиваясь с которыми в работе ранее никогда не приходилось. Например,

минимально низкие пластовые давления. При этом качество газа, поступающего в газотранспортную систему, соответствовало действующим стандартам.

В осенне-зимнем периоде 2020/2021 года из ПХГ РФ был отобран рекордный объем газа за всю историю подземного хранения газа России, равный 60,6 млрд м³ и практически в два раза превышающий объем отобранного газа в предыдущем сезоне отбора, что составляет 84% от созданного к началу сезона оперативного резерва в объеме 72,322 млрд м³.

Фактические режимы работы газотранспортной системы показывают, что в настоящее время наиболее важным показателем является не потенциальная производительность ПХГ на начало сезона отбора, а их производительность во второй половине осенне-зимнего периода, в связи с чем особое внимание уделяется повышению и поддержанию пиковой производительности хранилищ. С этой целью впервые реализованы проектные технологические решения в части компрессорного отбора газа из Совхозного, Канчуриновского и Касимовского ПХГ, что позволило значительно увеличить производительность во второй половине сезона отбора. Хочется отметить работу Калининградского ПХГ, имеющего большое значение для обеспечения энергетической безопасности региона.

ФОТО 1. Бригада филиала «Ставропольское УАВР и КРС» за работой



Подготовка к осенне-зимнему периоду 2021/2022

Не менее важным вопросом при таком значительном объеме отобранного газа является его восполнение и создание необходимого оперативного резерва газа к осенне-зимнему периоду 2021/2022 года.

Достижение рекордных целевых показателей по максимальной суточной производительности и оперативному резерву газа в осенне-зимнем периоде 2021/2022 года будет обеспечено за счет восполнения отобранных объемов газа, запланированного ввода мощностей, вовлечения в оперативный резерв ранее закачанных объемов активного газа, а также выполнения плановых объемов работ по капитальному и текущему ремонту газопромысловых объектов ПХГ. ПАО «Газпром» поставило перед ООО «Газпром ПХГ» цель – создать оперативный резерв газа в подземных газохранилищах на территории России в объеме не менее 72,638 млрд м³, увеличить потенциальную максимальную суточную производительность до 847,9 млн м³ [2].

Достижение рекордных целевых показателей по максимальной суточной производительности и оперативному резерву газа в осенне-зимнем периоде 2021/2022 года будет обеспечено за счет восполнения отобранных объемов газа, запланированного ввода мощностей, вовлечения в оперативный резерв ранее закачанных объемов активного газа, а также выполнения плановых объемов работ по капитальному и текущему ремонту газопромысловых объектов ПХГ

Достижение данных показателей возможно при условии проведения исследований для выявления текущего состояния ПХГ. Для этого был проведен геолого-промысловый анализ состояния фонда скважин. Необходимо обеспечить закачку отобранного газа и вместе с тем понимать, какие дополнительные работы по мониторингу недр выполнить, чтобы обеспечить работу ПХГ в цикле, рассмотреть особенности, возникшие при длительной работе на максимальных режимах.

На основании данных исследований в круглогодичном режиме

проводятся капитальные и текущие ремонты фонда скважин.

ООО «Газпром ПХГ» может проводить капитальный и текущий ремонт, реконструкцию, консервацию и ликвидацию, бурение скважин собственными силами. Таким образом предприятие обладает компетенциями полного цикла работы со скважинами.

Ежегодно проводится более 260 капитальных ремонтов скважин с применением подъемных и колтюбинговых установок и около 200 текущих ремонтов.

Треть от годового плана ремонтов составляют скважины, ремонт которых выполняется во II–III кварталах и значится «отдельной строкой» – это ремонты, проводимые в рамках подготовки к осенне-зимнему периоду. В составе капитальных ремонтов эксплуатационных скважин выполняются работы, направленные на восстановление производительности.

Показатели реализации объемов капитального ремонта и восстановления производительности ежегодно являются целями в области качества бизнес-процессов ООО «Газпром ПХГ».

Сама система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям СТО Газпром 9001-2018, основанного на принципах международного стандарта ISO 9001:2015. В 2019 году ООО «Газпром ПХГ» была присуждена премия Правительства РФ в области качества.

Кроме того, в 2020 году Управлением геологии была разработана и внедрена система ключевых показателей эффективности для четырех управлений аварийно-восстановительных работ и капитального ремонта скважин,

что позволяет объективно оценивать качество и сроки выполнения работ, гибко реагировать и устранять причины отклонений.

Перспективы развития

Отдельное внимание уделяется применению высокотехнологичных решений, в первую очередь для повышения производительности скважин, а также внедрению современного отечественного оборудования.

Опыт использования комплекса инженерных решений доказывает, что применение современных технологий и инструмента для фрезерования и дальнейшего расширения продуктивной части пласта при реконструкции и капитальном ремонте скважин позволяют увеличить максимальную суточную производительность. Были проведены опытно-промышленные испытания новых конструкций расширителей, посредством которых появилась возможность обеспечить расширение ствола скважины до 400 мм, что способствует увеличению дебита скважины. Часть расширителей спроектирована и изготовлена в ООО «Газпром ПХГ». Технологию повышения производительности скважин ООО «Газпром ПХГ» развивало у себя самостоятельно на протяжении десятка лет.

В настоящее время ООО «Газпром ПХГ» проводит геологоразведку Белогорской и Ангарской площадей на Дальнем Востоке, Грязовецкой площади в Вологодской области. Данные работы позволяют открыть перспективу системы ПХГ на период более 30 лет.

Знания по контролю за герметичностью, диагностике скважин, геологоразведочных работ на ПХГ пользуются спросом. Сейчас специалисты ООО «Газпром ПХГ» консультируют газовиков Армении, Германии, Нидерландов, Узбекистана.

С учетом существующих тенденций по импортозамещению и внедрению инновационной продукции реализуется программа техпервооружения. На Калужском ПХГ проведена апробация новой колтюбиновой установки российского производства. В процессе апробации специалисты ООО «Газпром ПХГ» дали ряд предложений по улучшению эксплуатационных качеств

ФОТО 2. Апробация колтюбинговой установки УНТ-1 на скважинах Калужского ПХГ



установки, часть из которых изготовитель реализует уже сейчас. Положительный опыт сотрудничества с российскими производителями позволяет быстро и эффективно создавать востребованные высокотехнологичные образцы оборудования.

С целью планирования расширения ПХГ проводится сейсмика, бурятся дополнительные скважины [3]. Необходимо четкое понимание того, как взаимодействуют смежные объекты, какой объем возможно прирастить безопасно для эксплуатации. Выполнен ряд исследований на Степновском ПХГ с целью дальнейшего пересмотра модели эксплуатации хранилища с пликативной на дизъюнктивную.

В числе стратегических направлений в области подземного хранения на 2020–2030 гг. необходимо отметить повышение гибкости работы системы ПХГ за счет создания пиковых хранилищ относительно небольшого объема, но обладающих высокой производительностью.

Большое внимание уделяется строительству подземных хранилищ в отложениях каменной соли, обеспечивающих значительную пиковую производительность и мультициклический режим эксплуатации. В настоящее время

продолжается расширение стратегически важного для государства Калининградского ПХГ, проектируется Новомосковское ПХГ в Тульской области.

Калининградское хранилище является первым, созданным в отложениях каменной соли. ПХГ обладает возможностью оперативно переключаться из режима отбора в режим закачки и обратно, реализует мультициклический, быстро выходящий на максимальную производительность.

Волгоградское ПХГ значимо с точки зрения внедрения новых технологий строительства подземных резервуаров. Проектной документацией предусмотрено строительство уникальных по форме подземных резервуаров – тоннельного, эксплуатируемого двумя скважинами, и двухъярусных, позволяющих эксплуатировать одной скважиной два резервуара, разделенных непроницаемой перемычкой.

В рамках расширения сети планируется в ближайшей перспективе приступить к строительству ПХГ в Курганской области и Республике Татарстан. На действующих ПХГ продолжаются работы по реконструкции и техническому перевооружению.

Заключение

Компания обеспечивает высокий уровень надежности поставок газа потребителям. Важный элемент этой системной работы – последовательное увеличение производительности и расширение сети ПХГ. Они являются неотъемлемой частью Единой системы газоснабжения России и могут обеспечивать до 22% суточных поставок, а в пиковый период выходить на значения, превышающие 40%.

Не менее важный элемент надежности – постоянный мониторинг и проведение капитальных и текущих ремонтов имеющегося скважинного фонда с использованием эффективных технологий и оборудования. ●

Литература

1. Михаленко В.А. 65 лет на пике / В.А. Михаленко, И.А. Сафонов // Газовая промышленность. – 2020. – № 54 (808). – С. 8–11.
2. Колодяжный И.А. Безопасно – значит современно / И.А. Колодяжный // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2021. – № 5 (113). – С. 20–22.
3. К вопросу геодинамического мониторинга территории Калининградской области / С.В. Шевчук, С.С. Квятковская, Р.В. Шевчук, С.С. Шерматова, И.В. Головки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2021. – № 2–1. – С. 298–309.

KEYWORDS: *underground gas storage, gas supply, energy security, geological structure, gas injection.*