

## О РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАО «ГАЗПРОМ»

**В.Н. Юшманов**, к.т.н., ПАО «Газпром» (Санкт-Петербург, РФ),

V.Yushmanov@adm.gazprom.ru

**В.Ю. Ставрова**, ПАО «Газпром», V.Stavrova@adm.gazprom.ru

**А.Б. Федоренко**, ПАО «Газпром», A.Fedorenko@adm.gazprom.ru

**О.И. Савич**, к.т.н., ООО «Газпром геотехнологии» (Москва, РФ),

O.Savich@gazpromgeotech.ru

**Ю.А. Маянц**, к.т.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, РФ),

Y\_Mayants@vniigaz.gazprom.ru

Объемы строительства объектов газовой промышленности настолько значительны, что для их освоения необходима постоянная разработка инновационных решений. Развитие газотранспортной системы ПАО «Газпром» связано с диверсификацией потоков газа, формированием новых центров добычи газа на Ямале и Арктическом шельфе, в нефтегазоносных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока. Новые проекты ПАО «Газпром» в области транспортировки газа характеризуются сложными горно-геологическими, географическими и климатическими условиями. При строительстве газотранспортных систем ПАО «Газпром» широко внедряются инновационные технологии строительства и применяются новые материалы. Это позволяет снижать капитальные затраты и увеличивать темпы строительства, повышать надежность газотранспортных систем. В этой связи возрастает роль инновационных решений, основанных на современных достижениях науки и техники.

В статье рассмотрен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, реализованных в инвестиционных проектах ПАО «Газпром» в период с 2013 по 2017 г. Приведены технические решения по строительству объектов добычи и транспорта газа, документы системы стандартизации в области выполнения строительных и пусконаладочных работ и обеспечения безопасности. Указаны новые технологии, в том числе изготовление отводов холодного гнутья в трассовых условиях, технология захоронения буровых отходов с устройством подземных резервуаров. Представлен комплекс по строительству подземного резервуара, использующий отечественное оборудование. Отмечено, что с применением данной технологии на Ямале построено более 40 подземных резервуаров. Рассмотрены технологии строительства временных дорог и самоходных мостовых переходов, снижающих воздействие на окружающую среду. Показано, что эти технологии обеспечивают снижение капитальных затрат и увеличивают темпы строительства.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СТРОИТЕЛЬСТВО, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЗАХОРОНЕНИЕ БУРОВЫХ ОТХОДОВ, ОТВОД ХОЛОДНОГО ГНУТЬЯ, ВРЕМЕННЫЕ ДОРОЖНЫЕ КОНСТРУКЦИИ.

Департамент 333 ПАО «Газпром» организует выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в области реализации инвестиционных проектов ПАО «Газпром». За период с 2013 по 2017 г. выполнено и внедрено около 20 научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР). Ре-

зультатами работ стали инновационные технические решения по строительству объектов добычи и транспорта газа, программные документы, документы системы стандартизации в области выполнения строительных и пусконаладочных работ, обеспечения безопасности на объектах транспорта.

Приоритетным стало повышение качества выполнения строи-

тельно-монтажных работ, обеспечивающих надежность объектов ПАО «Газпром», а также снижение стоимости выполнения строительно-монтажных работ.

### ПРОИЗВОДСТВО ОТВОДОВ ХОЛОДНОГО ГНУТЬЯ

Освоение производства отводов холодного гнутья в трассовых условиях (рис. 1) с повышенными

**Yushmanov V.N.**, Candidate of Sciences (Engineering), Gazprom PJSC (Saint Petersburg, Russian Federation), V.Yushmanov@adm.gazprom.ru

**Stavrova V.Yu.**, Gazprom PJSC, V.Stavrova@adm.gazprom.ru

**Fedorenko A.B.**, Gazprom PJSC, A.Fedorenko@adm.gazprom.ru

**Savich O.I.**, Candidate of Sciences (Engineering), Gazprom Geotechnology LLC (Moscow, Russian Federation), O.Savich@gazpromgeotech.ru

**Mayants Yu.A.**, Candidate of Sciences (Engineering), Gazprom VNIIGAZ LLC (Moscow, Russian Federation), Y\_Mayants@vniigaz.gazprom.ru

### Development and application of innovative technologies and materials in the construction activity of Gazprom PJSC

The volume of construction of gas industry facilities is so significant that their growth requires the constant development of innovative solutions. The development of the gas transportation system of Gazprom PJSC is associated with the diversification of gas flows, the formation of new gas production centers in Yamal and the Arctic shelf, in oil and gas regions of Eastern Siberia and the Far East. New projects of Gazprom PJSC in the field of gas transportation are characterized by complex mining and geological, geographical and climatic conditions. The innovative construction technologies are widely introduced and new materials are used during the construction of gas transportation systems of Gazprom PJSC. This allows reducing capital costs and increase the construction rate, improve the reliability of gas transportation systems. In this regard, the role of innovative solutions based on modern achievements of science and technology is growing.

The article considers a number of research and development activities implemented in the investment projects of Gazprom PJSC from 2013 to 2017. Technical solutions for the construction of gas production and transportation facilities, the standardization system documents in the field of construction and commissioning, and safety protection are presented. New technologies are indicated, including the manufacture of cold bends in the field conditions, the technology of drill cutting waste disposal with the building of underground storage tanks. The complex for the construction of the underground storage tank, using domestic equipment, is presented. More than 40 underground storages have been built in Yamal with use of this technology. The technology of construction of temporary roads and self-contained bridges, reducing the impact on the environment, is considered. It is shown that these technologies provide lower capital costs and increase the construction rate.

**KEYWORDS:** CONSTRUCTION, INNOVATIVE TECHNOLOGIES, DRILL CUTTING WASTE DISPOSAL, COLD BAND, TEMPORARY ROAD CONSTRUCTIONS.



Рис. 1. Изготовление отвода холодного гнутья в трассовых условиях  
Fig. 1. Production of cold bend in the route conditions

реконструкции магистральных газопроводов.

С появлением современного трубогибного оборудования и новых марок трубных сталей в ПАО «Газпром» проведен ряд натурных и теоретических исследований технологии изготовления отводов холодного гнутья.

Обобщающим документом по технологии изготовления отводов на стандартные углы является СТО Газпром 2-3.5-1076-2016 «Инструкция по изготовлению отводов холодного гнутья в заводских и трассовых условиях» [1], в котором впервые в отечественной практике нормируются требования к процессу изготовления отводов холодного гнутья практически всего сортамента труб от 57 до 1420 мм включительно, применяемого на объектах ПАО «Газпром».

Помимо методики расчета оптимальных параметров гибки

углами гибки – актуальная задача, поскольку ее решение позволит уменьшить число запланированных по проекту отводов горячего гнутья за счет замены их холодного гнутья отводами, а также сократить число составных

холодного гнутья отводов. В свою очередь, это приведет к существенному снижению расходов на материально-технические ресурсы, включая логистические издержки при строительстве, капитальном ремонте и



Рис. 2. Общий вид площадки подземных резервуаров в разрезе  
Fig. 2. General view of the site of underground storages in the section

в стандарте приводятся конкретные расчетные технологические режимы гибки труб в зависимости от толщины стенки и класса (группы) прочности труб. Полученные результаты прошли верификацию при проведении комплекса натурных и лабораторных испытаний. При проведении комплекса испытаний в рамках разработки СТО рассматривалось влияние гибки как на стандартные, так и на повышенные углы на механические свойства металла отвода.

#### ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОКРЫТИЙ

Другим направлением повышения надежности газопроводов выступает обеспечение сохранности наружного антикоррозионного покрытия. При прокладке газопроводов в траншее в скальных, гравийно-галечниковых и мерзлых грунтах могут иметь место интенсивные механические воздействия на поверхность трубопровода, когда она плотно

контактирует с крупными фракциями грунта или со скальными выступами.

В основополагающих нормативных документах [2, 3] предусмотрена возможность использования различных конструкций и материалов для дополнительной механической защиты поверхности трубопровода. Применение дополнительной защиты поверхности трубопровода от внешних механических воздействий поверх противокоррозионного покрытия позволяет кардинально изменить требования к грунтам вокруг трубопровода.

В настоящее время в ПАО «Газпром» проводится комплекс научно-исследовательских работ, в результате выполнения которых будут установлены и систематизированы требования к оптимальным параметрам и условиям применения покрытий для защиты трубопроводов от механических воздействий с учетом свойств грунтов.

#### УТИЛИЗАЦИЯ БУРОВЫХ ОТХОДОВ

В последние два десятилетия все активнее осваиваются нефтегазоконденсатные месторождения, находящиеся в районах распространения многолетнемерзлых пород. Бурение эксплуатационных газодобывающих скважин на кустовых площадках нефтегазоконденсатных месторождений сопровождается образованием большого объема буровых отходов, состоящих из бурового шлама, отработанных буровых растворов и буровых сточных вод.

Традиционно применяемые способы обезвреживания и утилизации буровых отходов (огневое обезвреживание и захоронение в земляных амбарах или открытых карьерах, закачка в глубокие поглощающие горизонты, захоронение в специально оборудованном могильнике, капсулирование или отверждение, а также перевод в состояние геля) трудоемки, не универсальны, требуют больших энергетических и финансовых затрат, связаны с перевозками буровых отходов на значительные расстояния и не гарантируют надежной долговременной защиты окружающей среды от распространения вредных компонентов поверхностными водами и ветрами.

В этой связи актуальна новая технология захоронения буровых отходов, разработанная в рамках программы НИОКР ПАО «Газпром». Технология основана на водно-тепловом оттаивании мерзлых песков через скважину, подъеме оттаявшего песка в виде пульпы на поверхность и формировании подземного резервуара. Принципиальная технологическая схема строительства включает бурение скважины до подошвы песчаного пласта с монтажом в ней скважинного снаряжения, к которому подключается парогенератор, насос для подачи воды и компрессор для подъема пульпы на поверхность (рис. 2).



Рис. 3. Комплекс по строительству подземного резервуара  
Fig. 3. Complex for the construction of the underground storage

На поверхности поднимаемая пульпа разделяется на песок и воду. Вода подается обратно в резервуар. Поднятый песок может использоваться для отсыпки площадок и дорог. После окончания строительства вода откачивается, и подземный резервуар готов к приему буровых отходов.

Для строительства и эксплуатации подземных резервуаров применяется оборудование исключительно российского производства, что особенно актуально в свете проводимой политики импортозамещения. Применяемый строительный комплекс достаточно мобилен и может работать автономно без централизованного энергоснабжения (рис. 3).

Экологическая безопасность при захоронении отходов обеспечивается нахождением подземных резервуаров ниже 15 м от земной поверхности, что исключает контакт с окружающей средой. Герметичность резервуара гарантируется нахождением его в непроницаемых многолетнемерзлых породах. Твердые и жидкие отходы захораниваются совместно, с течением времени промерзают и составляют монолит с вмещающими породами (рис. 4).

К настоящему времени на п-ове Ямал построено более 40 подземных резервуаров единичным объемом от 2000 до 5000 м<sup>3</sup>. В данный момент разработана проектная документация на строительство и эксплуатацию подземных резервуаров для за-

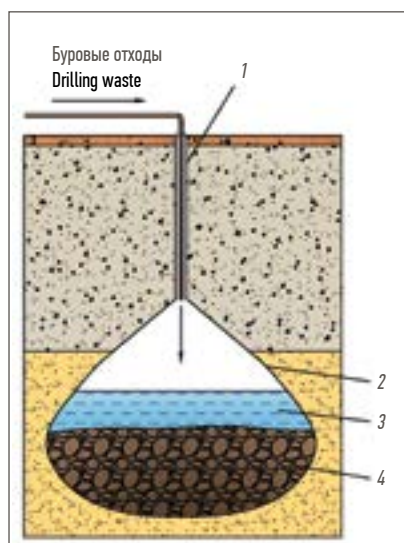


Рис. 4. Схема заполнения подземного резервуара: 1 – технологическая скважина; 2 – подземный резервуар; 3 – жидкая фаза буровых отходов; 4 – твердые буровые отходы  
Fig. 4. Scheme of filling of the underground storage: 1 – technological well; 2 – underground storage; 3 – liquid phase of drilling waste; 4 – solid drilling waste

хоронения буровых отходов Харасавэйского месторождения, которая получила положительное заключение Государственной экологической экспертизы и одобрение коренных жителей Ямальского р-на. Начало реализации данного проекта планируется в 2019–2020 гг.

В ходе разработки и реализации инновационной технологии подземного захоронения отходов был разработан нормативно-методический документ Системы стандартизации ПАО «Газпром» СТО Газпром «Захоронение отходов

бурения в подземных резервуарах, созданных в многолетнемерзлых породах. Основные положения» [4]. Данный СТО Газпром позволит принимать своевременные решения, связанные с реализацией и контролем применения технологии захоронения отходов бурения, в проектах по обустройству нефтегазоконденсатных месторождений и бурении разведочных, эксплуатационных и вспомогательных скважин. В результате успешного внедрения технология вошла в справочник [5].

#### СООРУЖЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ДОРОГ

Строительство новых газопроводов требует организации комплекса мероприятий, обеспечивающих подвоз, складирование и хранение грузов, доступ техники к месту строительства, возведение временных площадок (жилых городков, стоянок строительной техники, взлета и посадки вертолетов).

Расположение большого числа участков строящихся газопроводов в труднодоступных местах и местах со сложными геологическими условиями существенно затрудняет их строительство и техническое обслуживание с участием тяжелой техники. Сооружение временных дорог и обустройство мобильных переправ через преграды для обеспечения проезда техники и подвоза грузов к месту строительства объектов газотранспортной системы – важная и актуальная задача.



Рис. 5. Применение временных дорожных конструкций  
Fig. 5. Application of temporary road constructions



Рис. 6. Использование самоходных мостовых переходов  
Fig. 6. Use of self-contained bridges

Применяемые технологии строительства временных дорог вдоль магистральных трубопроводов на обводненных и заболоченных участках трассы в основном предусматривают возведение дорог с покрытием из железобетонных плит и дорог с дерево-грунтовыми конструкциями. Возведение сборно-разборных конструкций требует большого количества ресурсов, что в конечном итоге сказывается на стоимости и продолжительности строительства в целом.

С целью снижения воздействия на окружающую среду и оптимизации затрат при выполнении строительных работ все большее развитие получает применение

временных дорожных конструкций, изготовленных на основе композиционных материалов (рис. 5), а также устройство мобильных переправ на основе быстроразвертываемых самоходных мостовых переходов (рис. 6). Временные дорожные сооружения обладают быстротой развертывания и обеспечивают проезд колесной и гусеничной техники массой до 80 т, при этом важное преимущество подобных сооружений состоит в возможности их повторного применения. С использованием самоходных мостовых переходов через реку, ручей или овраг можно обустроить переправы без промежуточной опоры, что очень важно

для сохранения экосистемы региона.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях стремительного развития новых строительных технологий и материалов повышение эффективности строительной деятельности ПАО «Газпром» основывается на повсеместном применении инноваций при реализации инвестиционных проектов. Рост объемов внедрения новых разработок, а также обеспечение их экономической эффективности – приоритетная задача ПАО «Газпром», в рамках которой организована дальнейшая научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа в строительстве. ■

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СТО Газпром 2-3.5-1076-2016. Инструкция по изготовлению отводов холодного гнущья в заводских и трассовых условиях. СПб.: Газпром экспо, 2018. 66 с.
2. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85\* (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/464675382> (дата обращения: 29.11.2018).
3. СП 86.13330.2014. Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80\*) (с Изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/415907589> (дата обращения: 29.11.2018).
4. СТО Газпром 2-1.19-1142-2018. Захоронение отходов бурения в подземных резервуарах, созданных в многолетнемерзлых породах. Основные положения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://neftegas.info/standardization/perechen-dokumentov-sistemy-standartizatsii-pao-gazprom-sto-gazprom-i-r-gazprom-/> (дата обращения: 29.11.2018).
5. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 17-2016. Размещение отходов производства и потребления. М.: Бюро НДТ, 2016. 195 с.

#### REFERENCES

1. Company Standard STO Gazprom 2-3.5-1076-2016. Instructions for the Manufacture of Cold Bends in Factory and Highway Conditions. Saint Petersburg, Gazprom expo, 2018, 66 p. (In Russian)
2. Code Specification SP 36.13330.2012. Main Pipelines. Updated edition of the Construction Norms and Regulations SNiP 2.05.06-85\* (with Amendment No. 1) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/464675382> (access date: November 29, 2018). (In Russian)
3. Code Specification SP 86.13330.2014. Main Pipelines (Revision of the Updated Construction Norms and Regulations SNiP III-42-80\*) (with Amendments No. 1, 2) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/415907589> (access date: November 29, 2018). (In Russian)
4. Company Standard STO Gazprom 2-1.19-1142-2018. Disposal of Drilling Waste in Underground Reservoirs Created in Permafrost. Basic Provisions [Electronic source]. Access mode: <http://neftegas.info/standardization/perechen-dokumentov-sistemy-standartizatsii-pao-gazprom-sto-gazprom-i-r-gazprom-/> (access date: November 29, 2018). (In Russian)
5. Information and Technical Guide on Best Available Technologies ITS 17-2016. Disposal of the Production and Consumption Waste. Moscow, Byuro NDT, 2016, 195 p. (In Russian)