

**Шац М. М.**

вед. науч. сотр. институт мерзлотоведения
им. П.И. Мельникова СО РАН
mmshatz@mail.ru

СЕВЕРНЫЙ ГАЗОТРАНСПОРТНЫЙ КОРИДОР

В статье освещены природные и геоэкологические условия одной из крупнейших в Сибири газотранспортных систем Северного коридора. Рассмотрена история проекта, его современное состояние и перспективы.

Ключевые слова: крупнейшая в Сибири газотранспортная система «Северный коридор», природные и геоэкологические условия, история проекта, его современное состояние и перспективы.

ПАО «Газпром» – российская энергетическая компания с основными направлениями деятельности: геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация природного газа, газового конденсата и нефти, их реализация в качестве топлива для различных отраслей народного хозяйства. Главная миссия – надёжное, эффективное и сбалансированное обеспечение потребителей природным газом и другими видами энергоресурсов, и продуктами их переработки. «Газпром» располагает самыми богатыми в мире запасами природного газа, доля в мировых запасах составляет 17%, в российских – 72%. В настоящее время компания активно реализует масштабные проекты по освоению газовых ресурсов полуострова Ямал, арктического шельфа, Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также ряд проектов по разведке и добыче углеводородов за рубежом. «Газпром» является надёжным поставщиком газа российским и зарубежным потребителям, владеет

крупнейшей в мире газотранспортной системой, протяжённостью 172,1 тыс. км. На внутреннем рынке «Газпром» реализует свыше половины продаваемого газа.

Основная цель публикации – осветить главные аспекты реализации крупного проекта «Северного газотранспортного коридора».

Проект «Северный газотранспортный коридор»

Северный газотранспортный коридор России является ведущим маршрутом для поставок природного газа российским потребителям и экспорта в страны ЕС. Он состоит из современных и высокотехнологичных газопроводов от Ямала до Балтийского моря, а его западным продолжением станет «Северный поток – 2». Новое направление приходит на смену Надым-Пур-Тазовскому региону, запасы которого постепенно истощаются, и становится ключевым на многие десятилетия.

Газотранспортная система проходит от Бованенковского месторождения и самой северной в мире компрессорной станции «Байда-рацкая» до западных границ страны. Протяжённость газотранспортной системы ООО «Газпром трансгаз Ухта» в одноконтурном исполнении составляет более 15 тыс. км, а объём транспортируемого газа в 2016 г. достиг 167 млрд м³. Эту работу обеспечивают 14 линейных производственных управлений магистральных газопроводов (ЛПУМГ) и 44 компрессорные станции, в составе которых работают 83 компрессорных цеха. Во всех цехах эксплуатируется 419 газоперекачивающих агрегатов. Распределение газа потребителям осуществляется через 174 газораспределительные станции[2].

Судьба газопровода «Северный поток – 2» всё ещё под вопросом. Зато его наземное продолжение построено, и в апреле 2021 года введено в эксплуатацию. Газотранспортная стратегия «Газпрома» привязана к нескольким центрам газодобычи. Ранее «Газпром» начал осваивать новый центр газодобычи на Ямале. Год от года растут объёмы добычи на Бованенковском месторождении, которое является базовым для Ямальского центра. В то же время Северный коридор постепенно становится основным для поставки газа в Европу. И проекты «Северный поток» и «Северный поток-2» при этом будут логическим продолжением северного газотранспортного коридора в РФ. Новые магистральные газопроводы в северном коридоре являются самыми современными в мире на сегодняшний день с рабочим давлением 120 атм. Если сравнить их с газопроводами на 75 атм. или на 55 атм., то окажется, что новые в разы более экономически эффективны с точки зрения себестоимости транспорта газа. А ведь действующий ранее центральный коридор работает именно с рабочим давлением на 55-75 атм. Если сравнивать экономическую эффективность поставок газа на европейские рынки по северному и по центральному коридору, то поставки по северному варианту в течение 25 лет по 30 млрд м³ в год обойдутся дешевле на \$43 млрд.

В западном направлении «Газпром» активно реализует стратегически важные проекты по развитию Единой системы газоснабжения России (ЕСГ). На полуострове Ямал, где сформирован ключевой для отечественной газовой промышленности центр газодобычи, готовится к работе третий, финальный газовый промысел Бованенковского месторождения [9]. Компания приступила к пусконаладке основного технологического оборудования, кроме того, с 2019 года полномасштабно обустроивается ещё одно крупное месторождение Ямала – Харасавэйское.

Газ для «Северного потока – 2» будет поступать по Северному коридору Единой системы газоснабжения (ЕСГ). Благодаря централизованному управлению, большой разветвлённости и наличию параллельных маршрутов транспортировки, ЕСГ обладает существенным запасом надёжности и способна обеспечивать поставки даже в пиковые периоды. Этот маршрут значительно короче Центрального коридора и требует меньше компрессорных станций, что делает его существенно экологичнее и эффективнее.

Реализуется проект развития газотранспортных мощностей на участке от Грязовца до строящейся КС Славянская, которая станет головной компрессорной станцией МГП Северный поток-2. Продолжаются работы на строящемся комплексе по производству, хранению и отгрузке сжиженного природного газа в районе КС Портовая.

«Принципиально важным является то, что развитие ямальского центра газодобычи и расширение северного газотранспортного коридора изменяет потоковые схемы поставок газа потребителям как в России, так и на экспорт. Северный газотранспортный коридор становится основным коридором для газоснабжения регионов европейской части России, повышения уровня их газификации и социально-экономического развития», – заявил в ходе церемонии запуска газопровода «Бованенково-Ухта-2» председатель правления «Газпрома» Алексей Миллер[7].

«Газпром» поэтапно увеличивает добычные мощности на Бованенковском месторождении, введены в эксплуатацию 88 скважин с эксплуатационным фондом около 391 единицы. Также запущены в работу две дожимные компрессорные станции суммарной мощностью 160 МВт.

На месторождении работают два добычных промысла суммарной проектной производительностью 90 млрд куб. м газа в год. В среднесрочной перспективе будет завершено строительство третьего добычного промысла, газопровода «Ухта-Торжок-2», компрессорных мощностей на газопроводе «Бованенково-Ухта-2». В результате месторождение будет выведено на проектный уровень добычи – 115 млрд куб. м газа в год. В 2019 году завершено строительство газопровода от Грязовца до КС Славянская в районе Усть-Луги, где в сентябре 2018 года начата укладка по дну Балтийского моря «Северного потока – 2» – нового газопровода из России в Европу, удвоившего мощности эффективно работающего и востребованного потребителями газопровода «Северный поток». Газопровод «Бованенково-Ухта» был введён в эксплуатацию в 2012 году, в том же году началось строительство «Бованенково-Ухта-2». Протяжённость каждого составляет около 1,2 тысячи км.

Глава «Газпрома» Алексей Миллер, выступая на церемонии запуска газопровода, отметил, что основная ресурсная база компании смещается всё дальше на север – на Ямал. «Запуск в эксплуатацию нового газопровода «Бованенково-Ухта 2», северный газотранспортный коридор изменяют потоковую схему поставки газа потребителям как в России, так и на экспорт», – приводятся в сообщении компании слова её руководителя. «Газпром» в среднесрочной перспективе планирует завершить строительство третьего добычного промысла на Бованенковском месторождении, газопровода «Ухта-Торжок 2» и компрессорных мощностей отмечается в сообщении. В результате месторождение будет выведено на проектный уровень добычи – 115 миллиардов кубов газа в год.

Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение.

Добыча нефти и газа в Западной Сибири на протяжении многих лет является ведущей отраслью промышленности РФ. Одним из самых перспективных регионов для нефтяной и газовой отрасли является полуостров Ямал – предварительно оценённые запасы газа превышают 16,7 трлн куб. м., нефти – 292 млн тонн [6,8,10]. Прогнозируемые запасы полезных ископаемых, совершенствование методов их добычи и освоение ранее недоступных территорий говорит о том, что ещё долгое время нефтегазовый комплекс будет являться залогом стабильной экономической ситуации в нашей стране, поскольку природный газ и нефть служат основными источниками энергоснабжения нашей страны и других государств.

Для обеспечения добычи на Ямальском полуострове формируется сеть комплексов – месторождений с необходимой для существования промышленной и жизнеобеспечивающей структур. Одним из самых крупных месторождений является Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) – его начальные запасы природного газа составляют 4,9 трлн куб.м [3-5]. Хорошо развитая инфраструктура, объёмы работ по добыче полезных ископаемых, количество эксплуатируемых дожимных компрессорных станций, пробурённых скважин и других стратегически и экономически важных объектов месторождения говорит о масштабах оказываемого воздействия на ПТК, в котором расположено Бованенковское НГКМ. На сегодняшний день выявлена тенденция к повышению температуры на месторождении, что приводит к ограничению добычных возможностей и риску регионального изменения геокриологических условий.

В целом район месторождения входит в состав Ямало-Ненецкого автономного округа, расположен-

ного на Западно-Сибирской равнине, в основании которой лежит одноимённая эпигерцинская плита.

Главной чертой рельефа района, сформированного в основном под воздействием процессов морской абразии и аккумуляции в позднеплейстоценовое – голоценовое время, является его ступенчатость. В морфоструктуре отчётливо выделяются несколько геоморфологических уровней[1].

Первая морская терраса с абсолютными отметками 7-12 м, ровной поверхностью, слабодисселированной овражной сетью, сильной заозеренностью. Встречается фрагментарно, в виде отдельных останцев.

Вторая морская (каргинская) терраса, с абсолютными отметками 14-20 м, сформирована в каргинско-сартанское время, со слабо дисселированной овражной сетью, многочисленными криогенными полигонами морозобойных трещин и солифлюкционными террасами.

Третья морская терраса сформирована в зырянско-каргинское время, в период регрессии морского бассейна, занимает обширные пространства с абсолютными отметками 25-35 м. Поверхность её слабоволнистая, разработана эрозионными и экзогенными процессами, широко развиты криогенные формы рельефа, особенно термокарст. Многочисленные мелкие долины имеют плоские и плосковогнутые днища, занятые современной речной сетью и сильно заболоченные в низинах.

В геологическом строении верхней части земной коры месторождения принимают участие породы от складчатого до мезозойского фундамента и осадочного чехла, сложенного мезозойскими и кайнозойскими отложениями.

Чехол рыхлых четвертичных отложений мощностью 200 и более метров представлен в основном песками, алевролитами и глинами с включениями обугленных растительных остатков и обломков макрофауны.

Месторождение находится в пределах территории с широким развитием многолетнемерзлых пород (ММП), одним из наименее устойчивых компонентов природной среды, в процессе своей трансформации резко меняющий состав и свойства. Это явление часто сопровождается фазовыми переходами находящимися в них вод и приводит к утрате прочности и монолитности толщи горных пород. Территория развития ММП, обычно называемая «криолитозоной», является особой составляющей природной среды Севера и представляет верхние горизонты горных пород, характеризующиеся их отрицательной температурой и наличием подземных льдов различного происхождения.

Именно толщи ММП, в которых породообразующим минералом является лёд и опре-

деляют специфику физических и химических процессов, проявляющуюся в её термике, геохимической зональности, в физико-химических свойствах пород и протекающих в них геологических процессах [1]. Мерзлота обуславливает и повышение сейсмичности в областях своего развития, представляя из себя «прочную плиту», колебания которой передаются гораздо интенсивнее и пространственно шире по сравнению с территориями, где ММП отсутствуют.

Для них характерна особая чувствительность к внешним воздействиям и ранимость, причём это относится как к естественным процессам, так и техногенезу. Неустойчивые к колебаниям температуры мёрзлые толщи легко меняют своё фазовое состояние от талого к мёрзлому или в обратном направлении [11].

На большей части района ММП имеют сплошной характер распространения, местами сменяющийся прерывистым. Каждая из этих участков характеризуется различными параметрами и температурами мёрзлых толщ. При этом даже внутри самих участков мощности и температуры ММП изменяются в зависимости от строения и свойств горных пород и характера их освоения. Сплошные мёрзлые толщи вечной мерзлоты характеризуются наибольшими мощностями до 500 м и более, а минимальные температуры достигают $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. На участках, где преобладают острова талых пород, мощности мёрзлых горизонтов обычно составляют 10-12 м при температурах от -2 до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Это приводит к повсеместному развитию неблагоприятных и часто опасных экзогенных, в том числе геокриологических процессов, негативно воздействующих как на естественную природную

среду, так и на инженерно-технические системы. Среди экзогенных процессов преобладают: осыпи, обвалы, русловая эрозия, аккумуляция аллювиальных, озёрных и морских отложений. Среди категории криогенных процессов наиболее распространёнными являются [1]:

– процессы, связанные с оттаиванием пород (термокарст, термоэрозия, термоабразия, эоловая дефляция, солифлюкция);

– процессы, связанные с промерзанием пород (новообразование многолетнемерзлых пород, криогенные пучение и растрескивание, рост полигонально-жильных льдов, наледеобразование).

Процессы термокарста и связанные с ними явления развиты в районе месторождения очень широко, это обусловлено высокой льдистостью рыхлых отложений, слагающих верхнюю 10-20 метровую толщу (*рис.1.*). На территории преимущественно в минеральных грунтах распространены современные и позднеголоценовые термокарстовые образования – морфогенетические разновидности термокарстовых форм: озёра, плоско-западинные и провальнокотловинные формы.

Факторами развития солифлюкции являются[1]:

1) широкое распространение супесчано-суглинистых пылеватых отложений;

2) высокая влажность отложений, приближающаяся к пределу текучести или превышающая его;

3) наличие высоко льдистых отложений непосредственно под слоем сезонного оттаивания;

4) наличие уклонов, обеспечивающих течение увлажнённых пород (обычно от 3 до 15-20).

По скорости протекания процесса выделяют медленную и быструю солифлюкцию. Наиболь-



Рис. 1
Термоденудационный цирк в районе месторождения. Фото Н.С. Лебедева

шее площадное распространение на рассматриваемой территории имеют формы рельефа, образованные медленным течением грунтов по наклонным поверхностям. На участках с отложениями сезонно-талого слоя преимущественно супесчано-суглинистого состава, действие процесса солифлюкции наблюдается даже на плоских участках морских террас и равнин, имеющих слабые локальные уклоны поверхности 2-3°.

Быстрая солифлюкция развивается обычно локально на участках достаточно крутых склонов не менее 15-20°, сложенных пылеватыми супесями и суглинками. Быстрые солифлюкционные сплывы обычно носят катастрофический характер, а скорость движения грунтов по склону может достигать нескольких десятков метров в сутки.

В настоящее время термоэрозионная деятельность поверхностных вод значительно снизилась, но полностью не прекратилась. Наиболее интенсивно термоэрозионный размыв грунтов происходит в пределах крутых берегов рек, озёр и вдоль морского побережья[1]. Наиболее часто молодые растущие овраги наблюдаются на подмываемых участках берегов местных водотоков.

Активизации процесса термоэрозии на этих участках способствуют такие экзогенные процессы, как боковая эрозия рек и термоабразия берегов озёр.

Короткие эрозионные промоины и небольшие овраги наблюдаются в местах прорыва вод из «висячих» озёр, существующих на рассматриваемой территории в пределах плоских водораздельных поверхностей вблизи верхней бровки склона.

Термоабразионное разрушение берегов озёр и морского побережья распространено очень широко на всей территории месторождения. В основном процессу подвержены берега большинства термо-

карстовых и пойменных озёр, особенно активно при обнажении отложений с повторно-жильными или пластовыми льдами. В основании берегов обычно образуется волноприбойная ниша, с нависающими над ней блоками мёрзлых пород, отрывающимися от коренного берега главным образом по ледяным жилам и морозобойным трещинам. Обрушившиеся блоки размываются волнами, в результате поддерживается большая крутизна береговых уступов, что способствует их быстрому разрушению. Со временем продукты разрушения коренных берегов накапливаются вдоль береговой линии, образуя отмели.

Процесс морозобойного растрескивания пород приводит к образованию и росту трещин в мёрзлом субстрате вследствие понижения его температуры в зимнее время ниже 0°C. Морозобойное растрескивание грунтов является одним из наиболее широко распространённых криогенных процессов, развитых на территории месторождения. Его проявление наблюдается практически на всех горизонтальных и субгоризонтальных поверхностях геоморфологических уровней за исключением средних и крутых склонов.

С процессом связано образование полигонального микрорельефа и формирование повторно-жильных льдов, значительно увеличивающих содержание льдов в мёрзлых породах и интенсивно влияющих на динамику термокарста, термоэрозии и термоабразии.

На территории месторождения также широко развит процесс криогенного пучения грунтов, представленный двумя его формами, отличающимися по времени: сезонной и многолетней.

Наиболее широко распространены сезонные бугры пучения грунтов, зафиксированные практически на всех геоморфологических уровнях.



Рис. 2
Участок бугров пучения многолетнего цикла развития. Фото И.П. Климашева. 2011 г.

Широкому проявлению этого процесса способствует близкое залегание кровли многолетне-мерзлых пород и высокая осенняя влажность пород слоя сезонного оттаивания, часто достигающая полной влагоёмкости.

Многолетнее пучение грунтов на территории месторождения развито более локально и представлены одиночными или групповыми буграми пучения высотой от 3-5 м до 8-10 м [1]. Образование таких бугров пучения приурочено, в основном, к промерзающим или промёрзшим днищам спущенных или заросших озёр (рис.2).

Площадное многолетнее пучение грунтов наблюдается на отдельных обводнённых участках высокой поймы местных водотоков и термокарстовых озёр. Во всех этих случаях формируются невысокие (20-50 см) плоские, реже полого-выпуклые, бугры пучения, объединённые в площади 0,1-0,3 км², разбитые сетью морозобойных трещин на полигоны. Понижения по трещинам между отдельными буграми составляют 30-50 см и более. Формирование таких бугров связано с ростом сегрегационных ледяных прослоев, происходящем в замкнутой или полузамкнутой системах.

Заключение

Северный газотранспортный коридор РФ является ведущим маршрутом для поставок природного газа отечественным потребителям и экспорта в страны ЕС. Он состоит из совре-

менных и высокотехнологичных газопроводов от Ямала до Балтийского моря, а его западным продолжением станет «Северный поток – 2». Новое направление приходит на смену Надым-Пур-Тазовскому региону, запасы которого постепенно истощаются, и становится ключевым на многие десятилетия

Соответственно, Северный газотранспортный коридор в Российской Федерации становится основным, базовым направлением для поставок газа, для его распределения отечественным потребителям. Это существенно меняет потоковые схемы, и центральный коридор, который ранее был основным, становится всё менее и менее загруженным. В связи с уменьшением загрузки, «Газпром» последовательно выводит избыточные газотранспортные мощности в центральном коридоре, что со временем позволит сэкономить \$1,6 млрд.

Запуск в эксплуатацию нового газопровода «Бованенково-Ухта 2», северного газотранспортного коридора изменяют потоковую схему поставки газа потребителям как в России, так и на экспорт».

«Газпром» в среднесрочной перспективе планирует завершить строительство третьего добычного промысла на Бованенковском месторождении и компрессорных мощностей. В результате месторождение вскоре будет выведено на проектный уровень добычи – 115 миллиардов кубов газа в год. XXI

Литература

1. Гавриленко А.С. Геоэкологический мониторинг территории лицензионного участка бованенковского нгкм Электронный ресурс. URL: <https://dSPACE.spbu.ru/bitstream/11701/14630/1>. Источник: <https://dSPACE.spbu.ru>. Дата обращения: 19.01.2019.
2. Заработало наземное продолжение "Северного потока - 2". \Электронный ресурс. URL: <https://www.dw.com/ru/zarabotalo-nazemnoe-prodolzhenie-severnogo-potoka-2/a-57198668>. Источник: <https://www.dw.com/ru/>. Дата обращения: 16.05.2021.
3. Зорин П.И., Шехтер А. В., Кудрявцев В.В., Жданова А.А. Система диспетчерского управления ООО "Газпром трансгаз Ухта" с учётом перспективного развития «северного коридора» \ ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.2021.№ 10 (681). С. 30-32
4. Ипполитов А.А., Хайруллин А.А. Особенности геологического строения бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения \ Газовая промышленность 2015 , №1. С.: 43-45
5. О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года // Электронный ресурс URL: <http://government.ru/info/18360/>. Источник: <http://government.ru>. Дата обращения: 27.05.2018.
6. Северный коридор становится самым главным – глава «Газпрома». Электронный ресурс. URL: <https://regnum.ru/news/2589238.html>, Источник:<https://regnum.ru/> Дата обращения:12 марта 2019.
7. Современные проблемы и перспективы развития арктического газопромышленного комплекса. Под ред. Козьменко С.Ю., Селина В.С. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2017. – 228 с.
8. Уланов В.Л. Уланова Е.Ю. Влияние внешних факторов на национальную энергетическую безопасность // Записки Горного института. 2019. Т. 238. С. 474-480.

UDC 551.345

M.M. Shatz, Candidate of Geology, P.I. Melnikov Permafrost Institute SB RAS leading. scientific. employee, mmshatz@mail.ru

NORTHERN GAS CORRIDOR

Abstract: The article highlights the natural and geo-ecological conditions of one of the largest gas transmission systems in Siberia of the Northern Corridor. The history of the project, its current state and prospects are considered.

Keywords: Northern Corridor, the largest gas transportation system in Siberia, natural and geoecological conditions, the history of the project, its current state and prospects.