

Эксплуатация и обслуживание

7



Эксплуатация и обслуживание Круглосуточный контроль транспортировки газа

Кommerческая транспортировка газа по первой нитке газопровода «Северный поток» началась 8 ноября 2011 г. Это было поистине историческое событие: началась эксплуатация газопровода, напрямую связывающего газовые месторождения Севера России с городами Европы. Для коллектива Nord Stream это была кульминация многолетней подготовительной работы, наступала новая эра — компания превращалась из строителя газопровода в оператора, который должен обеспечивать безопасную и стабильную транспортировку газа круглосуточно и без выходных как минимум в течение следующих 50 лет. После ввода в эксплуатацию первой нитки строительство второй продолжалось менее года. С официальным пуском второй нитки 8 октября 2012 г. общая пропускная способность газопровода составила 55 млрд куб. м. Командой, обеспечивающей бесперебойную и безопасную транспортировку газа, руководит заместитель технического директора компании по эксплуатации и диспетчеризации Владимир Боровик — специалист в области транспорта газа с 40-летним стажем.

Разделяя общую радость, вызванную этим событием, торжественно отмечавшееся с участием глав европейских государств, директоров и акционеров Nord Stream, Боровик знал, что в течение ближайших нескольких месяцев наступит гораздо более важный момент, который останется незамеченным. «Ввод в эксплуатацию нового газопровода — всегда волнующее событие. Интересно наблюдать, как ведут себя между собой главы разных стран. Но для меня реальным испытанием должен был стать момент выхода газопровода на производительность, близкую к максимальной», — говорит Боровик.

Этот момент настал 23 мая 2012 г. за 72 часа давление в первой линии газопровода было повышено до 206 бар при максимально допустимых 220 бар, и в течение последующих трех недель через газопровод был прокачан 1 млрд куб. м газа. То, что давление было повышено почти до максимального без происшествий, означало, что газопровод выдержал испытание и команда могла вздохнуть с облегчением — в полной уверенности, что целостность системы не нарушена. Разумеется, время, которое газ проводит в газопроводе, лишь часть его большого путешествия от богатейших россий-



Июль 2010 г.

Начинается установка оборудования в центре управления в г. Цуг.

Инженеры Nord Stream начинают установку оборудования для дистанционного управления газопроводом из штаб-квартиры Nord Stream в Lyre.



Октябрь 2010 г.

Начинается установка запорной арматуры на береговых участках.

На береговые сооружения в России и Германии морским и автомобильным транспортом доставлены основные компоненты, необходимые для безопасной эксплуатации газопровода, в том числе самые тяжелые в мире шибберные задвижки. Перед отправкой из Италии задвижки весом 102 тонны каждая прошли тщательную проверку.

Сентябрь 2011 г.

Завершено строительство и тестирование основного и резервного центров управления.



6 сентября 2011 г.

Начало подачи технологического газа в первую нитку газопровода.

После завершения строительства и пусконаладочных работ Nord Stream начал заполнение первой нитки технологическим газом для создания давления в газопроводе перед вводом в эксплуатацию.

8 ноября 2011 г.

Мировые политические лидеры, 500 гостей и 200 журналистов собрались на приемном терминале в Любмине, чтобы отпраздновать поступление первого газа из России в европейскую сеть.





Лидеры стран-участниц проекта открыли газовый вентиль в финальной точке газопровода в Германии 8 ноября 2011 г. На фото (слева направо): премьер-министр Франции Франсуа Фийон, канцлер Германии Ангела Меркель, премьер-министр Дании Марк Рютте, президент РФ Дмитрий Медведев, комиссар ЕС по энергетике Гюнтер Эттингер, премьер-министр земли Мекленбург-Передняя Померания Эрвин Зеллеринг.



Торжественный ввод в эксплуатацию второй нитки 8 октября 2012 г. На фото (слева направо): вице-президент GDF SUEZ SA Жан-Франсуа Сирелли, председатель правления и главный исполнительный директор N.V. Nederlandse Gasunie Паул ван Гелдер, член правления E.ON AG д-р Бернхард Ройтерсберг, член правления BASF SE д-р Харальд Швагер, председатель правления ОАО «Газпром» Алексей Миллер, руководитель Администрации Президента РФ Сергей Иванов, председатель комитета акционеров Nord Stream AG и бывший канцлер ФРГ Герхард Шрёдер, управляющий директор Nord Stream AG Маттиас Варниг и министр энергетики РФ Александр Новак.

ских месторождений до конфорок, например, в Гамбурге. Это путешествие начинается с буровой скважины и продолжается на одном из современных объектов «Газпрома» для подготовки газа к дальнейшей транспортировке. Добытый газ нагревается, осушается, очищается, охлаждается и сжимается — теперь он готов к подаче в систему газопроводов «Газпрома», откуда он пройдет 2 850-километровый путь до Выборга на восточном побережье Балтийского моря. Единая система газоснабжения (ЕСГ) «Газпрома» в России является крупнейшей газотранспортной системой в мире, состоящей из объектов по добыче, переработке, транспортировке, хранению и распределению газа. Она включает в себя 161 700 км магистральных газопроводов и отводов, 215 компрессорных станций общей мощностью 42 000 МВт, шесть объектов для подготовки газа и газового конденсата, а также 25 подземных газохранилищ. ЕСГ гарантирует бесперебойную поставку газа от скважин до потребителей. Для доставки газа на восточное побережье Балтийского моря «Газпром» специально построил магистральный газопровод «Грязовец — Выборг», связывающий ЕСГ в Вологодской и Ленинградской областях с бухтой Портовая.

На связи с центром управления день и ночь

В бухте Портовая газ поступает на компрессорную станцию компании «Газпром трансгаз Санкт-Петербург», где он сжимается до давления, необходимого для транспортировки газа по всей длине газопровода до Германии без промежуточной компрессии. Из компрессорной станции «Портовая» газ по четырем подземным трубопроводам поступает в «Северный поток». Компрессорная станция задает ключевые характеристики газа — давление и расход, поэтому очень важно, чтобы операторы «Газпрома» постоянно находились на связи со своими коллегами в центре управления Nord Stream.

Центр управления Nord Stream в швейцарском Цуге — это «мозг» газопровода. Именно отсюда команда из девяти диспетчеров 24 часа в сутки и 365 дней в году осуществляет удаленный мониторинг и управление параметрами газопровода. Центр управления связан с береговыми сооружениями газопровода «Северный поток» в России и Германии через выделенное кабельное и спутниковое подключение. В обеспечении безопасной работы газопровода операторам помогает ряд автоматизированных систем управления. Технический персонал имеет доступ ко всем данным, получаемым с датчиков на российском и германском берегу, а также может осуществлять удаленное управление запорной арматурой. Системами аварийного отключения также управляют автоматические отказоустойчивые механизмы и в случае превышения рабочих параметров — давления и температуры газа — перекрывают поток газа.

Безопасность лежит в основе эксплуатации, а «номинации», то есть количество газа, запланированное для подачи в систему на российской стороне и отбора в Германии, являются ее сутью. Иными словами, центр управления в Цуге должен отслеживать объем газа, поступающего в газопровод, отобранное количество газа, его давление и температуру, а затем выполнять вычисления для определения соответствия этих параметров безопасным условиям эксплуатации газопровода. Для облегчения расчета безопасных условий в центр управления в реальном времени передаются данные с датчиков, установленных на береговых участках газопровода. Утечка углеводородов, пожар или задымление определяются точно настроенными датчиками. На видеопанели в Цуге срабатывает световая сигнализация, предупреждающая персонал о возможных отклонениях от заданных параметров или неполадках.

Безопасность обеспечивается за счет постоянного контакта партнеров в начальной и финальной точках газопровода. «Важно понимать, что у нас нет возможности менять расход газа, — объясняет Боровик. — Это можно сделать только на компрессорной станции «Портовая» или на приемном терминале в Любмине — последовательно или одновременно. Наша роль — ►

Декабрь 2011 г.

За первые три недели эксплуатации по первой нитке газопровода в Европу было поставлено один миллиард кубометров газа.

24—26 мая 2012 г.

Успешная транспортировка газа осуществляется в течение трех дней при давлении, близком к максимальному. В ходе испытаний под нагрузкой по газопроводу ежесуточно подавалось 75 млн куб. м газа. Этого достаточно для обеспечения годовой пропускной способности 27,5 млрд куб. м.

Май—июнь 2012 г.

В рамках проверки целостности газопровода испытания под нагрузкой длятся в течение 3 недель.



Июнь 2012 г.

В середине июня в России начинается инспекция внешнего состояния первой нитки.

Судно, идущее вдоль трассы газопровода, тянет за собой дистанционно управляемое устройство. Оно сканирует газопровод и получает данные, а затем принимается решение о проведении дополнительных работ (например, подписки гравия для устойчивости).



«Постоянный контакт с коллегами Nord Stream на обоих концах газопровода «Северный поток» всегда будет основой его безопасной и надежной эксплуатации. В мире высоких технологий транспортировки газа нельзя забывать о важности человеческих отношений».

Владимир Боровик
Заместитель технического директора Nord Stream по эксплуатации и диспетчеризации

**Компрессорная станция
«Портовая»**

Мощная современная компрессорная станция «Газпрома» расположена в 1,5 км от начальной точки газопровода «Северный поток» и соединена с ним подземными трубопроводами. На станции газ сжимается до давления, необходимого для его надежной транспортировки на все расстояние из России в Германию без промежуточной компрессии.





Работа газопровода «Северный поток» отслеживается и контролируется в центре управления Nord Stream в швейцарском городе Цуг. К центру управления подключены система управления и связи, а также береговые сооружения в России и Германии.

постоянное отслеживание условий эксплуатации и выдача запросов операторам в начале и в конце газопровода на изменение параметров (расхода, давления и температуры) для предотвращения опасных ситуаций. Лишь в аварийной ситуации мы можем остановить транспортировку, чего мы всячески стараемся избегать». Безопасные условия эксплуатации обеспечиваются в процессе определения номинаций. Номинация — это спецификация заказчика по количеству закачиваемого и отбираемого газа. Nord Stream получает еженедельные номинации с разбивкой по дням и дневные номинации с разбивкой по часам. Дочернее предприятие «Газпрома» «Газпром экспорт», крупнейший экспортер природного газа в мире, предоставляет эти номинации из своего диспетчерского центра в Берлине, откуда он контролирует все поставки газа в Центральную Европу. Номинации по отбору газа в Любмине определяются спросом среди партнеров и клиентов «Газпрома» в Европе, включая предприятия коммунального хозяйства, региональных поставщиков газа, промышленные компании и электростанции. Поставляемый по морскому газопроводу газ, поступает по европейской сети в Бельгию, Данию, Францию, Нидерланды, Великобританию и другие страны.

Номинации передаются из Берлина в Цуг по выделенной системе связи. Операторы центра управления проверяют номинации на соответствие условиям контракта и возможность выполнения, т.е. оценивают безопасность транспортировки указанных объемов газа. Например, в один день на российской стороне в газопровод может быть подано 27 млн куб. м газа и при этом в Германии отобрано 36,7 млн куб. м. Это нормально, что числа отличаются. В таких случаях газопровод служит подводным газохранилищем, которое может наполняться и опустошаться в зависимости от потребностей клиентов. Главное при этом — поддержание давления газа в допустимых пределах.

«Наша обязанность — провести анализ номинаций, оценить состояние системы и принять решение, одобрять номинации или нет с точки зрения безопасности, — объясняет Боровик. — Если номинации недопустимы, то мы связываемся с диспетчерским центром в Берлине и говорим: «По соображениям безопасности мы не можем поставить такой объем газа. Пожалуйста, сократите объем номинаций до уровня, рассчитанного с помощью специального программного обеспечения». Рабочее давление всегда регулируется, исходя из требований безопасности газопровода. Если европейская сеть требует больше газа, то давление будет увеличено до максимальных 220 бар.

Готовность к случайностям

На современных объектах «Газпрома» в бухте Портовая газ проходит подготовку перед подачей в газопровод «Северный поток»: он очищается от механических примесей и осушается. Перед подачей в систему газ также охлаждается до необходимой рабочей температуры. Перед отправкой газа по дну Балтики его пропускают через станцию коммерческого учета для подтверждения параметров — расхода, качества, температуры и давления. Эта информация передается в центр управления. «Отслеживание параметров ведется постоянно, и если они выходят за пределы нормы, то мы вправе остановить транспортировку газа, — рассказывает Боровик. — До сих пор нам еще не приходилось этого делать, но такое право существует, оно согласовано с операторами на обоих концах газопровода и с поставщиком газа «Газпром экспорт»».

После всех проверок газ готов поступить в «Северный поток» на российском берегу. Сотрудники Nord Stream наблюдают за выполнением работ партнерами на береговых сооружениях. В бухте Портовая текущую работу выполняет «Газпром трансгаз Санкт-Петербург», а в Любмине — компания GASCADE. На каждом берегу есть специальное оборудование для обеспечения безопасности, в том числе системы аварийного отключения для изоляции морского газопровода от наземной инфраструктуры. Заместитель технического директора Nord Stream по управлению и обслуживанию Жан-Франсуа Плазия ►

Начало сентября 2012 г.

Во вторую нитку газопровода подается технологический газ.

Сентябрь 2012 г.

В ходе подготовки к диагностике внутреннего состояния труб летом 2013 г. с учетом особых требований проекта Nord Stream разрабатывается «интеллектуальный» поршень, оборудованный приборами для измерения толщины стенок и инерционным модулем для определения деформаций.

25 сентября 2012 г.

Nord Stream получает сертификат от Научно-технической ассоциации Германии, который подтверждает соответствие стандартам безопасности и отмечает организацию береговых сооружений в Любмине.



«Быть готовым к любым случайностям — основа нашей стратегии ремонта. Мы много работаем над этим, финансовые последствия прекращения транспортировки газа настолько велики, что стоит быть полностью готовым даже к минимально вероятной ситуации».

Жан-Франсуа Плазия
Заместитель технического директора по управлению и обслуживанию



Газопровод «Северный поток» начинается в 1,5 км от берега с береговых сооружений, которые включают камеры запуска диагностических и очистных устройств и системы аварийного отключения. В случае аварии или плановой остановки газопровода газ будет стравлен через свечные стояки (на фото выше). На каждой нитке газопровода есть свечной стояк.



Аварийные клапаны расположены на береговых участках России и Германии. В случае аварийной ситуации они автоматически перекрывают подачу газа в газопровод или из него. Исполнительные механизмы, разработанные специально для проекта Nord Stream, позволяют полностью закрыть клапан за одну минуту.

осуществляет управление активами газопровода. При возникновении маловероятной нештатной ситуации он отвечает за организацию плана ликвидации аварий совместно с командой по охране труда и технике безопасности, а также за последующие ремонтные работы. План ликвидации аварий касается всех сотрудников департамента эксплуатации, которым руководит технический директор Сергей Сердюков. «При выполнении любых работ, будь это техническое обслуживание или ремонтные работы, необходимо в первую очередь думать о безопасности. Это главный движущий фактор в любой газовой компании», — говорит Плазия (см. статью о техническом обслуживании на стр. 259). Целостность газопровода подтверждена сертификатом независимой организации Det Norske Veritas (DNV). Привлечение такого авторитетного участника трубопроводной отрасли для подтверждения технической целостности пошло на пользу Nord Stream. «Наша роль — проверить целостность газопровода и подтвердить, что, если эксплуатация будет осуществляться согласно проекту, запланированное количество газа для отправки является безопасным и не приведет к разрыву газопровода», — объясняет Гунн Стирлинг, главный инженер и руководитель проекта DNV в Норвегии, России и Казахстане (см. интервью на стр. 268).

Международный характер проекта

Благодаря высокому качеству материалов и надежному техническому проекту газопровода вероятность повреждения и деформации труб очень низкая. Фактически, вероятность поломки или утечки составляет одно событие за 100 000 лет. Тем не менее, специалисты компании Nord Stream готовы к любым ситуациям. «Быть готовым к любым случайностям — основа нашей стратегии ремонта. Мы много работаем над этим, — рассказывает Плазия. — Финансовые последствия прекращения транспортировки газа настолько велики, что стоит быть полностью готовым даже к минимально вероятной ситуации». После поступления газа в газопровод операторы Nord Stream в Цуге отвечают за мониторинг давления, температуры, расхода и характеристик газа. Внутри газопровода «Северный поток» происходят два основных изменения. Во-первых, по мере удаления от компрессорной станции «Портовая» падает рабочее давление. «При нормальной работе максимальное давление на входе может составлять, например, 218 бар, а на выходе 102 бар», — объясняет Боровик. Второе изменение — это охлаждение газа, вызываемое падением давления.

На газоприемном терминале в Любмине (Германия) газопровод «Северный поток» соединяется с двумя разными сухопутными сетями — OPAL и NEL. OPAL длиной 470 км, является самым протяженным газопроводом в Европе, он проходит от Любмина через Мекленбург-Переднюю Померанию, Бранденбург и Саксонию в чешский город Брандов. Длина NEL составляет 440 км, эта сеть пересекает север Германии в западном направлении, проходит через Шверин, Гамбург и Бремен в Реден в Нижней Саксонии. Перед тем, как газ попадает в сети OPAL и NEL, его давление стабилизируется на уровне около 100 бар, при котором его можно направить в города и населенные пункты Европы. В общей сложности транспортировка газа с севера России до Германии занимает около 12 дней.

Международный характер газопровода «Северный поток» отражается не только в протяженности его маршрута через все Балтийское море. Глобальный масштаб проекта находит также свое выражение в составе сотрудников. В швейцарском центре управления можно встретить специалистов из России, Германии, Франции, Румынии, Болгарии, Эстонии и Швейцарии, и все они тесно сотрудничают с коллегами в Германии и России. «Хороший контакт между коллегами на обоих концах газопровода «Северный поток» всегда будет основой его безопасной и надежной эксплуатации, — отмечает Боровик. — В мире высоких технологий транспортировки газа никогда нельзя забывать о важности человеческих отношений».



8 октября 2012 г.

Вторая нитка введена в строй нажатием кнопки.

Политические лидеры Европы и России, а также руководство консорциума Nord Stream собираются в бухте Портовая на церемонии начала поставок газа по двум линиям.



Середина октября 2012 г.

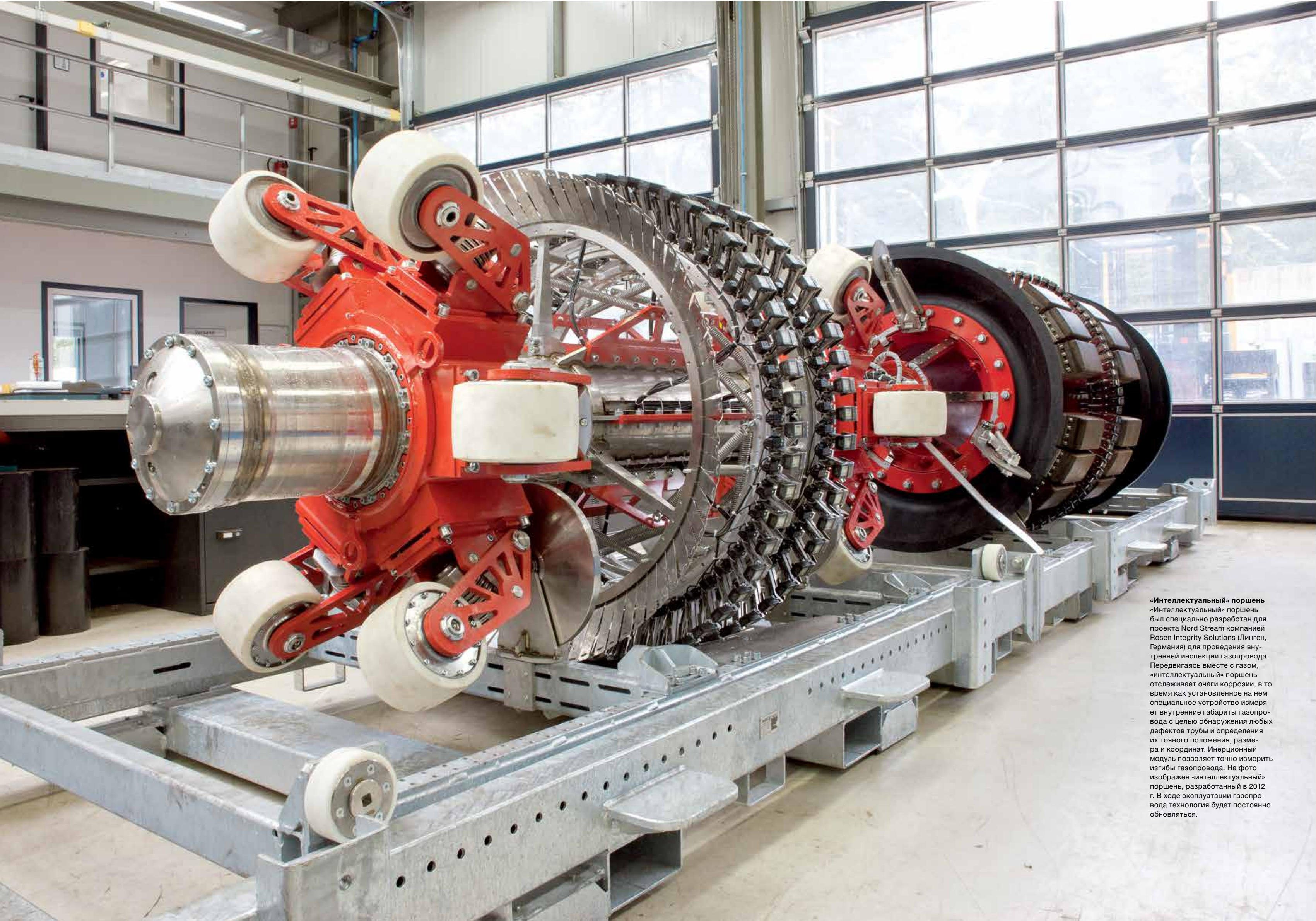
Завершается начатое в середине июня исследование внешнего состояния первой нитки.

Февраль 2013 г.

В германских водах с помощью ROV и судна Skandi Olympia начинается исследование внешнего состояния второй нитки газопровода, которое закончится через 4 месяца в водах России. Базовая всесторонняя проверка первой нитки начнется в России сразу после внешнего обследования второй нитки. В ходе проверки будут собраны базовые данные для последующего сравнения. В 2014 г. начнется базовая всесторонняя проверка второй нитки. В течение срока службы газопровода проверки будут регулярными.

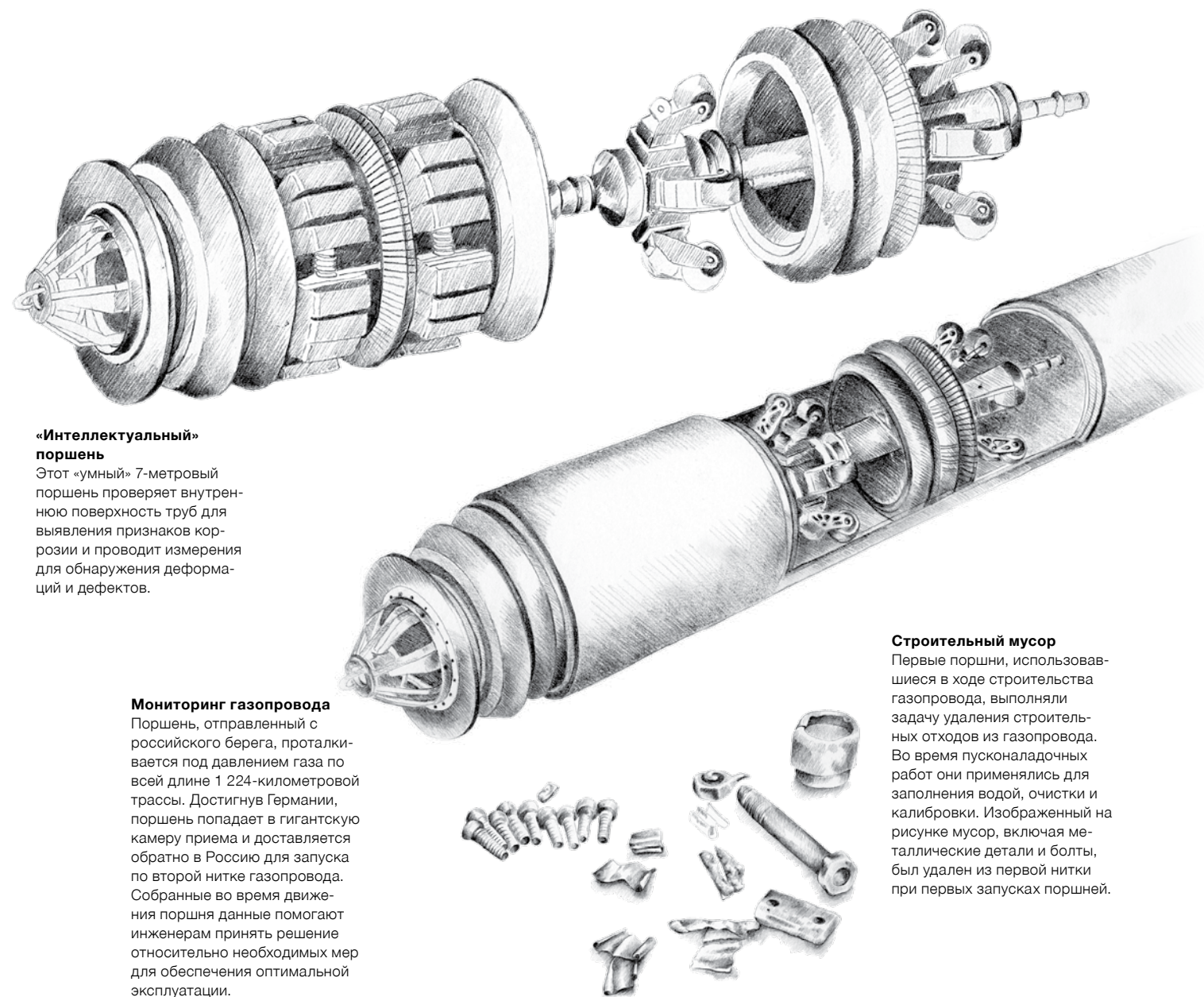
Лето 2013 г.

Диагностика внутренней поверхности труб первой нитки с помощью «интеллектуального» поршня. Поршень будет запущен в России и вместе с потоком газа за месяц преодолеет расстояние до Германии, определяя наличие коррозии, внутренние размеры газопровода и параметры его изгибов. Затем он будет отправлен обратно в Россию и запущен во вторую нитку.



«Интеллектуальный» поршень
«Интеллектуальный» поршень был специально разработан для проекта Nord Stream компанией Rosen Integrity Solutions (Линген, Германия) для проведения внутренней инспекции газопровода. Передвигаясь вместе с газом, «интеллектуальный» поршень отслеживает очаги коррозии, в то время как установленное на нем специальное устройство измеряет внутренние габариты газопровода с целью обнаружения любых дефектов трубы и определения их точного положения, размера и координат. Инерционный модуль позволяет точно измерить изгибы газопровода. На фото изображен «интеллектуальный» поршень, разработанный в 2012 г. В ходе эксплуатации газопровода технология будет постоянно обновляться.

Диагностические и очистные устройства



«Интеллектуальный» поршень

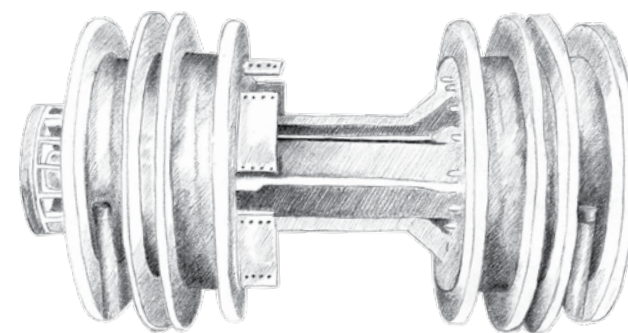
Этот «умный» 7-метровый поршень проверяет внутреннюю поверхность труб для выявления признаков коррозии и проводит измерения для обнаружения деформаций и дефектов.

Мониторинг газопровода

Поршень, отправленный с российского берега, проталкивается под давлением газа по всей длине 1 224-километровой трассы. Достигнув Германии, поршень попадает в гигантскую камеру приема и доставляется обратно в Россию для запуска по второй нитке газопровода. Собранные во время движения поршня данные помогают инженерам принять решение относительно необходимых мер для обеспечения оптимальной эксплуатации.

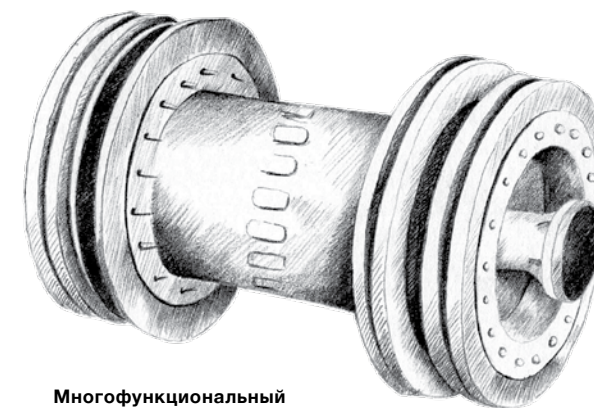
Строительный мусор

Первые поршни, использовавшиеся в ходе строительства газопровода, выполняли задачу удаления строительных отходов из газопровода. Во время пусконаладочных работ они применялись для заполнения водой, очистки и калибровки. Изображенный на рисунке мусор, включая металлические детали и болты, был удален из первой нитки при первых запусках поршней.



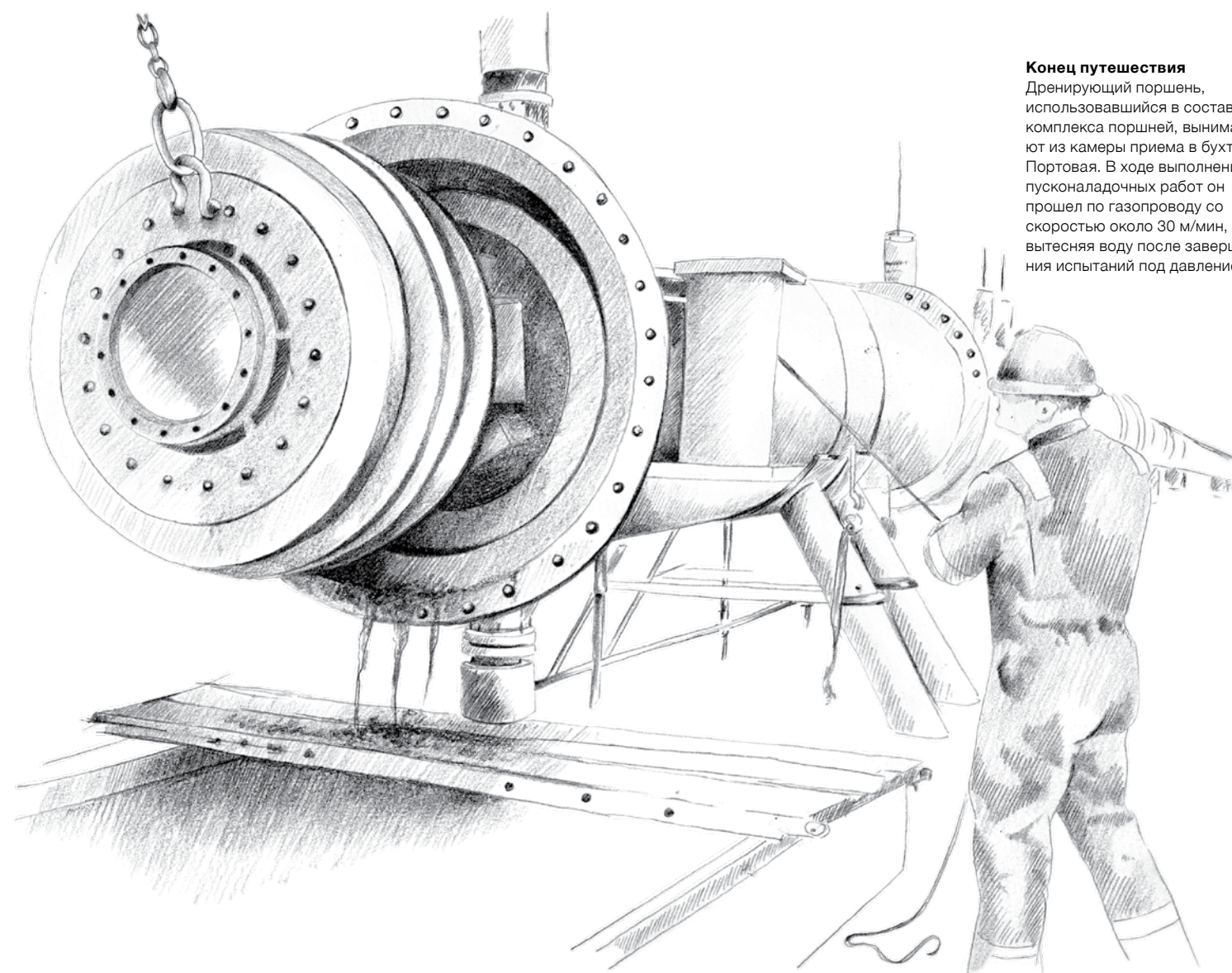
Удаление воды

С помощью этого специально-го поршня в ходе пусконаладочных работ из газопровода было удалено около 1,3 млн т морской воды. Заполнение ниток газопровода водой является необходимым этапом испытаний на прочность под давлением.



Многофункциональный поршень

Этот поршень запускался в газопровод в составе других поршней для заполнения газопровода водой перед испытаниями под давлением. С помощью тонких алюминиевых пластин он проверяет цилиндричность и размеры газопровода, а также очищает его изнутри.



Конец путешествия

Дренирующий поршень, использовавшийся в составе комплекса поршней, вынимают из камеры приема в бухте Портовая. В ходе выполнения пусконаладочных работ он прошел по газопроводу со скоростью около 30 м/мин, вытесняя воду после завершения испытаний под давлением.

Диагностические и очистные устройства, или «интеллектуальные» поршни, играют важную роль при строительстве и обслуживании газопроводов. Длина поршней составляет от 2 до 7 м, причем для выполнения разных задач используются разные виды поршней. После укладки газопровод «Северный поток» прошел серию пусконаладочных испытаний для подтверждения механической целостности и безопасной эксплуатации. В ходе подготовки к испытаниям на прочность газопровод заполнялся водой, а затем подвергался очистке и калибровке с помощью поршней. Они выполняли поставленные задачи и обеспечивали гарантию того, что проверяемые секции находятся в чистом состоянии, не деформированы и полностью заполнены водой. Управление испытаниями под давлением, превышающим рабочее,

велось с судна поддержки строительных работ Far Samson. После испытаний поршни удаляли воду, газопровод осушался, и в него подавался газ. Для проведения внутренней диагностики поршень вводится в нитку газопровода и перемещается по всей ее длине вместе с потоком газа. Поршень был разработан специально для проекта Nord Stream компанией Rosen Integrity Solutions со штаб-квартирой в Лингене, Германия. Эта технология будет постоянно обновляться в течение срока службы газопровода. С помощью датчиков высокого разрешения «интеллектуальный» поршень способен обнаружить мельчайшие дефекты, следы коррозии, определить внутренние размеры трубы и любую деформацию, ее размер и координаты. Результаты инспекций станут основой для принятия решений о необходимости коррекционных мер для обеспечения безопасной эксплуатации. •



Определение точного положения

Газопровод «Северный поток» начинается в 1,5 км от побережья в российской бухте Портовая. Здесь расположены камеры запуска поршней и системы аварийного отключения. На фото: рабочий определяет точное положение объекта береговых сооружений с помощью геодезического оборудования. Определение положения объектов будет проводиться регулярно в течение срока службы газопровода, чтобы вовремя обнаружить возможные сдвиги.



Кран на линии запуска поршня

Эта запасная линия используется при запуске диагностических и очистных устройств в газопровод. В ней создается повышенное давление, позволяющее поршню двигаться вперед. Поршень вставляется в камеру запуска при закрытой линии и после ее открытия начинает свой подводный путь в Германию.

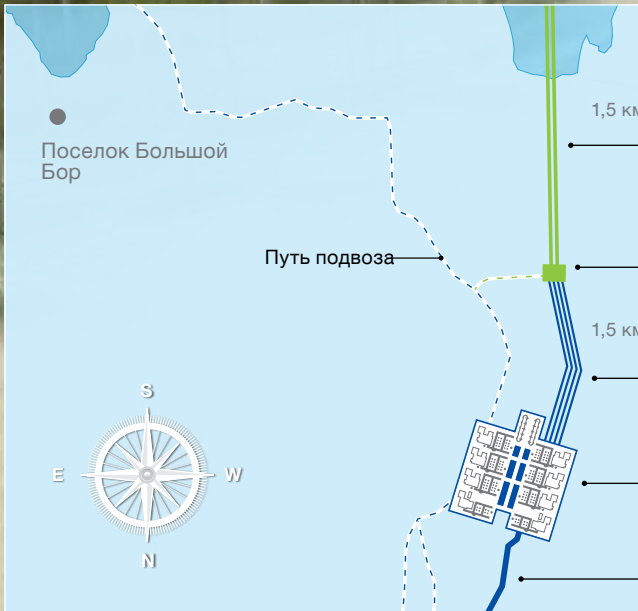
Береговые объекты в бухте Портовая

С берега в море: газопровод «Северный поток» начинается в России и уходит в море в бухте Портовая, чтобы доставить природный газ по дну Балтийского моря в Германию. Поступающий газ уже сжат до требуемого уровня и подготовлен к транспорту на компрессорной станции «Портовая» компании «Газпром».

Береговые сооружения в бухте Портовая – это логистическое звено между Единой Системой Газоснабжения России и морским газопроводом «Северный потк». Отсюда газ отправляется в путь по дну Балтийского моря и через 1224 км выходит на берег около города Любмин в Германии, откуда после дополнительной подготовки и проверки он потечет дальше по европейской сети газопроводов. Газ, закачиваемый в систему Nord Stream, подается из 917-километрового сухопутного газопровода «Грязовец-Выборг» компании «Газпром». Он проходит через Вологодскую и Ленинградскую области и способен снабжать систему Nord Stream 55 млрд м³, чего достаточно для ее заполнения. До поступления в газопровод газ очищается от механических примесей, осушается и проходит коммерческий учет на компрессорной станции «Портовая». Береговые объекты Nord Stream оснащены всеми необходимыми системами контроля параметров поступающего газа и обеспечивают безопасную эксплуатацию.

Объекты Nord Stream и «Газпрома» в бухте Портовая

Газопровод «Северный поток» начинается в 1,5 км от берега с береговых сооружений, которые включают камеры запуска диагностических и очистных устройств и системы аварийного отключения. Газ под необходимым давлением поступает в «Северный поток» с компрессорной станции «Портовая», расположенной примерно в 1,5 км от береговых объектов Nord Stream. Компрессорную станцию и «Северный поток» соединяют четыре подземных нитки, оператором которых является «Газпром».



Технические и эксплуатационные контейнеры
включают в себя аварийный дизель-генератор, распределительные электрические щиты, панели управления и связи, а также трансформаторную подстанцию.

Установка подогрева и редуцирования газа
используется на этапе заполнения газопровода техническим газом. Установка подогревает газ и снижает его давление, что обеспечивает безопасное заполнение газопровода.

Две нитки берегового участка
протяженностью 1,1 км каждая уложены под землей и соединяют береговые сооружения и море.

Анкерные блоки
Два подземных бетонных анкерных блока необходимы для предотвращения сдвигов труб, возникающих на подводном участке в результате изменения температурного режима.

Свечи
В случае аварии или плановой приостановки работы газопровода газ будет стравлен через свечные стояки.



Недалеко от берегового участка газопровода в Германии Nord Stream построил склад запасных частей и труб. Строительство началось в апреле 2012 и закончилось в августе 2012 г. Каркас склада был возведен вокруг уже уложенных в штабели труб.



Склад расположен на территории промышленного и энергетического центра в Любминер хайде. Здесь хранятся 450 запасных труб. В том случае, если возникнет необходимость ремонта газопровода в течение 50-летнего срока службы, трубы можно будет быстро доставить в ближайший порт. Конструкция склада обеспечивает достаточное проветривание труб и свободный доступ для визуального осмотра.

Бригада технического обслуживания: всегда наготове



«Когда речь заходит о безопасности, окружающей среде или качестве, существует множество стандартов, которые мы обязаны соблюдать. Мы также соответствуем стандарту DNV, который стоит выше всех других стандартов и охватывает все планируемые работы по техническому обслуживанию и непредвиденные ситуации».

Жан-Франсуа Плазия
Заместитель технического директора по управлению и обслуживанию

Безопасность и надежность газопровода имеют первостепенное значение для Nord Stream. В ближайшие годы 26 млн домохозяйств по всей Европе будут получать российский газ, поставляемый «Северным потоком». Потребность Европы в импортном газе постоянно растет. С момента ввода в эксплуатацию первой линии газопровода в ноябре 2011 г. и второй линии в октябре 2012 г. за техническое обслуживание и безопасность морской части, двух береговых участков в России и Германии, а также центра управления в Цуге (Швейцария) отвечает заместитель технического директора Nord Stream по управлению и обслуживанию Жан-Франсуа Плазия и его команда.

Так как газопровод был спроектирован, построен и введен в эксплуатацию в соответствии с самыми высокими стандартами качества морских газопроводов, команде Плазия досталась исправная и сертифицированная система. Штатный ремонт обеих ниток газопровода в течение 50-летнего срока службы не предусмотрен. Однако, если он все же потребуются, Nord Stream назначил главного подрядчика по ремонтным работам, стал членом пула системы ремонта трубопроводов Statoil (что дает доступ к оборудованию для выполнения гипербарической сварки) и построил склад запасных труб. Компания готова к любым ситуациям. «Наша философия — быть готовыми к любой случайности. Если Вы берете зонт, дождя не будет», — говорит координатор технического обслуживания и инспекций Андреа Селви.

В первую очередь проводится внешний осмотр газопровода после трубоукладки для подтверждения его заданного положения на дне или, например, для оценки необходимости подсыпки гравия для придания ему дополнительной устойчивости. Осмотр первой нитки газопровода был проведен в 2012 г., осмотр внешнего состояния второй нитки газопровода начался в феврале 2013 г. и был завершен спустя четыре месяца. Однако для безопасности эксплуатации наиболее важны базовые исследования: они содержат данные, с которыми будут сравниваться результаты последующих инспекций, что даст возможность команде Плазия отслеживать малейшие изменения, которые могут иметь место в ближайшие годы. Сначала такие исследования будут проводиться ежегодно в течение нескольких лет. По результатам ►



Внешнее обследование первой нитки началось в российских водах в июне 2012 г. В ходе обследования судно тянет вдоль трассы дистанционно управляемый аппарат, сканирующий газопровод с помощью подводных камер и датчиков. Определяется точное положение газопровода на дне и оценивается необходимость дополнительных работ (например, подсыпки гравия для придания дополнительной устойчивости).

инспекций будут составлены графики будущих обследований. Во время базовых и последующих исследований проводятся два вида проверок. Первая проверка — внешняя и заключается в том, что судно обеспечения тянет за собой вдоль газопровода многофункциональный кабель, к которому прикреплено дистанционно управляемое устройство (ROV). Внешняя инспекция исходного состояния первой нитки газопровода проведена в 2013 г., исследование второй нитки запланировано на 2014 г. ROV оснащен датчиками и приборами, в том числе видеокамерами, информация с которых передается на судно для изучения. Проверяются также гравийные опоры, которые поддерживают газопровод на дне, чтобы убедиться в отсутствии его сдвигов. В прибрежных районах, где глубина не достигает 11 м, для сбора данных используются небольшие суда. В ходе обследования также собирается информация, которая может помочь определить любые потенциальные риски для газопровода в будущем. «Мы должны убедиться, что никакие внешние факторы не угрожают газопроводу, будь то рыболовные сети или боеприпасы», — объясняет Плазия. — Даже после удаления боеприпасов необходимо регулярно контролировать, что течение не принесло новые угрозы».

Вторая форма проверки — внутренняя. При ее проведении используется так называемый «интеллектуальный» поршень, который движется вместе с потоком газа из России в Германию и сканирует внутреннюю поверхность труб. «Наш газопровод уникален, — рассказывает управляющий по эксплуатации и техническому обслуживанию морского газопровода «Северный поток» Андрей Воронов. — Поэтому все приборы пришлось адаптировать к нашим требованиям». На протяжении всего срока службы газопровода «интеллектуальный» поршень будет постоянно совершенствоваться. Устройство выполняет три основные задачи: определение толщины стенок для обнаружения признаков коррозии, оценка внутренних размеров для выявления деформаций и измерение изгибов газопровода. Запущенный «интеллектуальный» поршень движется по газопроводу и отправляет информацию о своих географических координатах. Таким образом, бригада технического обслуживания узнает о малейших отклонениях в положении газопровода. Первая внутренняя инспекция обеих ниток запланирована на лето 2013 г. Достигнув берега Германии, поршень попадает в специальную камеру приема, которая отделена от газопровода самыми тяжелыми в мире шиберами (высотой 10 м и весом 102 т каждая).

Все аспекты проекта Nord Stream — от проектирования до строительства и эксплуатации должны соответствовать самым высоким международным стандартам. При транспортировке газа вопросы охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды регулируются различными международными органами. Все эти аспекты охватывает «золотой стандарт», представленный норвежским сертификационным центром DNV, специализирующимся на управлении рисками. Получив сертификат F101 на эксплуатацию морского газопровода, Nord Stream обязан постоянно совершенствовать контроль целостности газопровода в течение всего срока его службы (см. интервью с DNV на стр. 270). «Когда речь заходит о безопасности, окружающей среде или качестве, существует множество стандартов, которые мы обязаны соблюдать. Мы также соответствуем стандарту DNV, который стоит выше всех других стандартов и охватывает все планируемые работы по техническому обслуживанию, а также непредвиденные ситуации. Эти принципы дают возможность непрерывно совершенствоваться на протяжении многих лет», — объясняет Плазия. Лучшее всего принцип динамического контроля целостности демонстрирует частота проверок газопровода, требуемая организацией DNV от компании Nord Stream в ближайшие годы. «Мы будем ежегодно сравнивать новые результаты с прошлогодними наблюдениями, и если за два-три года ничего не изменится, периодичность проверок можно будет снизить до одной в два года, — говорит Плазия. — Конечно, для этого нужно иметь полную уверенность в отсутствии угроз для газопровода. Это типичный пример использования системы контроля целостности». ►



«Вероятно, мы являемся первой в мире компанией с таким всесторонним и комплексным подходом к ремонту. Большинство компаний не придерживается этих принципов. Они в основном просто надеются, что ничего не случится».

Андреа Селви

Координатор по техническому обслуживанию и инспекциям Nord Stream



Береговые сооружения в Германии

Здесь газопровод выходит из Балтийского моря на берег. Комплекс береговых сооружений расположен на территории энергетического центра в Любминер Хайде, Германия. Береговая часть газопровода имеет подковообразные секции для компенсации возможных расширений в результате изменения давления и температуры.



Береговые сооружения в Любмине — это логистическое звено между газопроводом «Северный поток» и европейской газотранспортной сетью. Однако это лишь небольшой элемент инфраструктуры, поставляющей газ европейским потребителям. На германском берегу газ подвергается обработке и проверке перед дальнейшей транспортировкой.



Две нитки с заглушками на торцах — это финальная точка газопровода «Северный поток» на береговом участке в Любмине. Весь комплекс береговых сооружений делится на две секции — морскую секцию газопровода «Северный поток», и береговую секцию газопроводов OPAL и NEL, по которым газ будет направляться дальше в европейскую газовую сеть.



За управление объектами в Любмине, не входящими в газопровод «Северный поток», отвечает компания GASCADE Gastransport. Во время регулярных обходов ее сотрудники визуально осматривают сооружения, проверяют, в частности, давление и температуру запорной арматуры. Сотрудники имеют при себе детекторы газа для обеспечения своей безопасности.



Камеры приема поршней установлены в конце каждой нитки газопровода «Северный поток» в Любмине. Они позволяют безопасно извлекать из труб диагностические и очистные устройства, запускаемые через камеру запуска в России. Поршни движутся вместе с потоком газа и могут обнаружить минимальные изменения характеристик труб.



Большинство запорной арматуры, используемой на береговых сооружениях – это шаровые краны, которые служат для обеспечения безопасности. В аварийной ситуации они немедленно перекрывают поток газа. Все краны разработаны и изготовлены специально для проекта Nord Stream итальянской компанией PetrolValves S. r. l.

Другая основная задача Плазия — разработка стратегии ремонта. Хотя газопровод рассчитан на непрерывную эксплуатацию в течение 50 лет, имея такие ценные активы, следует быть подготовленным к любым случайностям».

Стратегия ремонта предусматривает пять возможных сценариев. От самого мелкого события, такого как царапина на бетонном покрытии, до самого худшего и очень маловероятного — разрыва газопровода. Команда Плазия просчитала варианты ремонта в случае небольшого повреждения с утечкой, деформации труб и серьезного повреждения (например, разрыва газопровода). Эти расчеты были очень сложными, т. к. все сценарии должны быть применимы к каждой точке 1 224-километрового газопровода. От глубины ремонтных работ зависит использование определенного судна, а тип оборудования зависит от рельефа морского дна. «Все определяется состоянием морского дна, — объясняет Плазия. — В большинстве случаев нужно поднять газопровод, чтобы получить доступ ко всей его окружности, но на мягком грунте невозможно что-либо устойчиво установить, чтобы сделать это. Для определения положения и глубины газопровода под поверхностью дна в зонах, где он уложен в траншеи или заглублен в грунт естественным способом, мы используем электромагнитные системы отслеживания».

Каждый сценарий предполагает использование различных ресурсов. Для мелкого ремонта достаточно использовать хомуты. Они состоят из двух стальных оболочек, скрепленных вокруг газопровода. Хомуты можно применять при снижении прочности газопровода или для устранения небольших утечек. Для крупного ремонта требуются специализированные суда и оборудование, которое стратегически расположено в бухте Киллингой рядом с норвежским городом Хаугесунд, что дает возможность быстро доставить его членам пула. «Мы являемся членом пула системы ремонта трубопроводов Statoil, хотя вероятность того, что нам потребуется его оборудование, очень мала, — комментирует Плазия. — Идея состоит в том, чтобы соединить вместе оборудование, человеческие ресурсы и подрядчиков и иметь возможность очень быстро их мобилизовать в случае необходимости». Последний элемент стратегии морского ремонта — заключение договора на ремонтные услуги с крупным подрядчиком, который бы обеспечил все инженерные, логистические, морские и строительные работы для восстановления работоспособности газопровода в кратчайшие сроки.

Разумеется, ремонт и техническое обслуживание газопровода «Северный поток» не ограничиваются морским участком. На каждом береговом участке персонал и подрядчики Nord Stream отвечают за регулярное техническое обслуживание, инспекции и тестирование оборудования систем безопасности и охраны газопровода, а также систем связи, энергоснабжения, пожарной и газовой сигнализации, кранов аварийного отключения. Кроме инспекций проводится также плановое техническое обслуживание и мелкий ремонт. В программу технического обслуживания на участках береговых сооружений также входит регулярная (иногда раз в полгода) ревизия оборудования в соответствии с рекомендациями изготовителя.

Компания Nord Stream разработала политику управления активами, которая конкретизирует всесторонний перечень работ по техническому обслуживанию оборудования, в том числе систем управления и телекоммуникаций в центре управления в Цуге. «Вероятно, мы являемся первой в мире компанией с таким всесторонним и комплексным подходом к ремонту», — рассказывает Селви. — Большинство компаний не придерживается этих принципов. Они в основном просто надеются, что ничего не случится. Но мы лучше будем иметь зонт и не пользоваться им». Команда по техническому обслуживанию также может полагаться на опыт коллег из группы эксплуатации, которые обучены замечать любые отклонения при транспортировке газа по газопроводу и докладывают о них напрямую в центр управления в Цуге. «Мы стремимся всегда поддерживать самый высокий уровень надежности и безопасности», — объясняет Плазия. •



Шибберная задвижка на участке береговых сооружений в Германии изолирует газ в газопроводе «Северный поток» от камер приема поршней, когда они не используются. Задвижки имеют высоту около 10 метров и вес 102 тонны.

Соблюдение международных стандартов: сертификация газопровода



Сначала Nord Stream был сосредоточен на строительстве, а теперь его задачей является эксплуатация газопровода в соответствии с самыми высокими стандартами промышленной безопасности. Норвежский сертификационный центр DNV — независимая организация, с которой сотрудничает Nord Stream. Главный инженер и руководитель проектов DNV в Норвегии, России и Казахстане [Гунн Стирлинг](#) рассказывает об участии DNV в проекте.

В чем конкретно заключалась роль центра DNV в проекте Nord Stream?

Сначала DNV разработал технический стандарт для проектирования и строительства морских трубопроводов DNV-OS-F101, который сейчас является отраслевым стандартом качества в отношении технических решений и уровня безопасности. Затем мы опубликовали стандарт DNV-OSS-301 о том, как планировать и осуществлять проверку целостности трубопровода. Планируемая проверка включала оценку расчета трубопровода и строительных работ на предмет правильного оформления документации. Мы проверяем определенный объем работ на соответствие стандарту DNV и, если находим недостатки, можем потребовать обновить информацию или внести исправления. Кроме того, мы можем провести выборочные проверки, чтобы убедиться в наличии достаточного контроля. Наша роль заключается в сопровождении проекта и в подтверждении того, что его цели будут достигнуты безопасным способом.

Вы также участвовали в сертификации системы газопровода.

Да, это так. Наша роль заключалась в оценке целостности газопровода. Мы

должны были подтвердить, что при эксплуатации системы в соответствии с планом компании количество газа, запланированное для отправки, является безопасным и не приведет к разрыву газопровода.

Значит, без вашего сертификата компания Nord Stream не может эксплуатировать газопровод?

Мы не заставляем компании получать этот сертификат. У DNV просто нет таких полномочий. Однако его полезно иметь, если в вашем проекте участвует несколько стран и много акционеров. Кому они могут доверить проверку целостности своего газопровода? В компании Nord Stream решили выбрать стороннюю организацию. Ценность этого сертификата основана на репутации DNV.

Расскажите немного об истории DNV и о том, как компания приобрела такой авторитет.

Название Det Norske Veritas переводится как «норвежская правда», и наша миссия формулируется как «защита жизни, собственности и окружающей среды». Компания была основана норвежскими страховыми компаниями в 1864 г. в качестве

альтернативы зарубежным классификационным обществам в области торгового судоходства, таким как британский регистр Ллойда и французское Бюро Веритас. DNV осуществляет деятельность как независимая организация, что означает, что у нас нет ни владельцев, ни акционеров. Вся выручка поступает непосредственно в организацию и расходуется на исследования, развитие и другие мероприятия в рамках нашей миссии. Наши инвестиции в научные исследования и разработки, наши многочисленные технические лаборатории, наше взаимодействие со многими отраслями промышленности и наша преданность технологии позволяют разрабатывать совершенные современные технические стандарты.

Имеет ли значение то, что вы являетесь норвежской компанией? В Норвегии особенно сильна культура техники безопасности и охраны труда?

Не думаю, что мы можем так заявить, но, возможно, суровый климат Северного моря приучил нас уделять внимание вопросам подготовки. По-видимому, будучи небольшой нацией, мы были заинтересованы в контакте с другими странами и

при этом увидели, что, делаясь знаниями, можно много получить взамен.

DNV — это большая компания?

У нас 300 офисов и 10 000 сотрудников в 100 странах. В компании три подразделения. С Nord Stream работает подразделение DNV Maritime, Oil & Gas. Оно сотрудничает с судовладельцами, компаниями морского судоходства, нефтегазовыми компаниями и государственными органами. Следующее подразделение — DNV Business Assurance, работающее с компаниями во всех сферах деятельности, которые хотят получить сертификацию по стандартам ISO или другим подобным стандартам. И, наконец, подразделение DNV KEMA Energy and Sustainability, которое работает с электроэнергетическими компаниями.

Когда DNV начала работать в сфере транспортировки газа?

Наш первый стандарт для газопроводов был издан в 1976 г. Это связано с началом добычи нефти и газа в Северном море в начале 70-х гг. До этого мы были одним из крупных классификационных обществ, имели дело с судами, поэтому много знали о технических проблемах, нагрузках, материалах, морской среде и т.п.

В чем уникальность требований к безопасности трубопроводов?

В отсутствии возможности резервирования основного элемента конструкции — толщины стенки газопровода. Такой проект нельзя сравнить, скажем, со зданием или с мостом, в которых основные элементы конструкции обычно имеют резерв. При отказе основной несущей конструкции резервная сможет выдерживать большую часть нагрузки в течение достаточного времени для проведения ремонтных или спасательных работ. Это как второе дно у крупных судов, которые остаются на плаву, даже если один отсек разрушен. В случае с трубопроводами все не так.

Основными стадиями реализации проекта Nord Stream были проектирование и строительство, а сейчас — эксплуатация. Как отличалась роль DNV на этих разных этапах?

Главная задача при проектировании — заложить техническую целостность, а главная задача при эксплуатации — поддерживать ее. Вот почему в нашем

сертификате есть слова «все, включая проектирование и строительство, отвечает требованиям». Компания Nord Stream готовит систему к эксплуатации самостоятельно. Наша роль при этом состоит в том, что мы называем непрерывной сертификацией. Это как при покупке автомобиля. Производитель гарантирует его безопасность, но не может гарантировать его правильное использование. Поэтому компания Nord Stream привлекла нас наблюдать за ее работой, чтобы подтвердить, что при эксплуатации, мониторинге, оценке и техническом обслуживании газопровода она придерживается правильных процедур.

Есть ли возможность отозвать сертификат в любой момент?

Теоретически да, конечно. Но на практике это было бы очень странным. Я в любой момент могу признать сертификат недействительным, но перед этим потребовалось бы провести всесторонние обсуждения. Сертификат гласит: «Вплоть до настоящего момента у вас все в порядке». Если компания планирует, например, какие-то работы с подрядчиком по проектированию, то мы потом проверяем, что в ходе этих работ были достигнуты заданные результаты. Тогда сертификат продолжает действовать.

Значит, сотрудники DNV постоянно работают на площадках компании Nord Stream?

На этапе эксплуатации практически все происходит в центре управления. На площадках Nord Stream, на компрессорной станции и на приемном терминале есть измерительные приборы, но все они передают информацию в центр управления. Информация регистрируется и компания подтверждает, что эксплуатация ведется в безопасных пределах. Если есть какая-либо тенденция к нарушению, мы анализируем, что было сделано. Компания затем должна продемонстрировать свою покладаистость и обеспечить нас необходимыми данными и оценками. Затем мы сравниваем показатели в отчетах с проектными и стандартными значениями, чтобы проверить соответствие эксплуатации сертификату, что чаще всего и бывает. Но иногда мы можем попросить разрешение выполнить некоторые дополнительные проверки своими силами.

Почему важно проводить базовые обследования?

Организация базового обследования яв-

ляется хорошей практикой. Вы получаете информацию в момент, когда газопровод находится в прекрасном состоянии, а затем отслеживаете изменения. Однако из-за того, что современные контрольные инструменты намного чувствительней, чем раньше, важность таких обследований уменьшается. Но это предположение нуждается в проверке.

Газопровод Nord Stream имеет уникальные параметры — диаметр, длину, сегменты с разной толщиной стенок. Как DNV справляется с новыми задачами?

Этот проект действительно уникален благодаря большому диаметру и длине труб. Сегментация в зависимости от давления — также достаточно новое решение, но она известна с 2000 года и уже использовалась в газопроводе Лангелед в Северном море. Проект Nord Stream — первый в Балтийском море, и, в отличие от Северного моря и Мексиканского залива, здесь у нас не было общих сведений об окружающей среде газопровода. Поэтому Nord Stream провел всесторонние исследования и реализовал тестовые программы, чтобы определить, например, эффект солоноватой воды.

Какая основная опасность подстерегает подобные проекты на стадиях строительства и эксплуатации?

Уделить слишком мало времени изучению процесса или проблемы и поэтому не выявить все возможные опасности. Я твердо уверена, что любую известную и хорошо понятную проблему можно решить. Причиной неудачи часто являются предположения и неполный анализ.

Какая, на Ваш взгляд, была польза для компании Nord Stream от сотрудничества с DNV?

На мой взгляд, Nord Stream выгодно долгосрочное сотрудничество с общепризнанной организацией, работающей в области трубопроводов. Это обеспечивает ей доступ к широкому пулу технических экспертов, которых можно очень быстро вызвать. Это также предоставляет ей доступ к авторам стандарта DNV-OS-F101. Поэтому такие специалисты являются для проекта самыми лучшими. Кроме того, DNV не зависит от компании Nord Stream и ее акционеров. Я думаю, тот факт, что они запрашивают сертификат от независимого органа, является убедительным посланием другим организациям. •

Цифры и факты: Эксплуатация и обслуживание

Проектные параметры

220 бар

проектное давление в начальной точке газопровода на российском берегу. На германском берегу оно составляет 177,5 бар.

40 °С

максимальная температура газа на входе в газопровод в России. По пути в Германию газ охлаждается до -1 °С.

Мониторинг и инспекции

24/7/365

Круглосуточный мониторинг 365 дней в году

2 здания

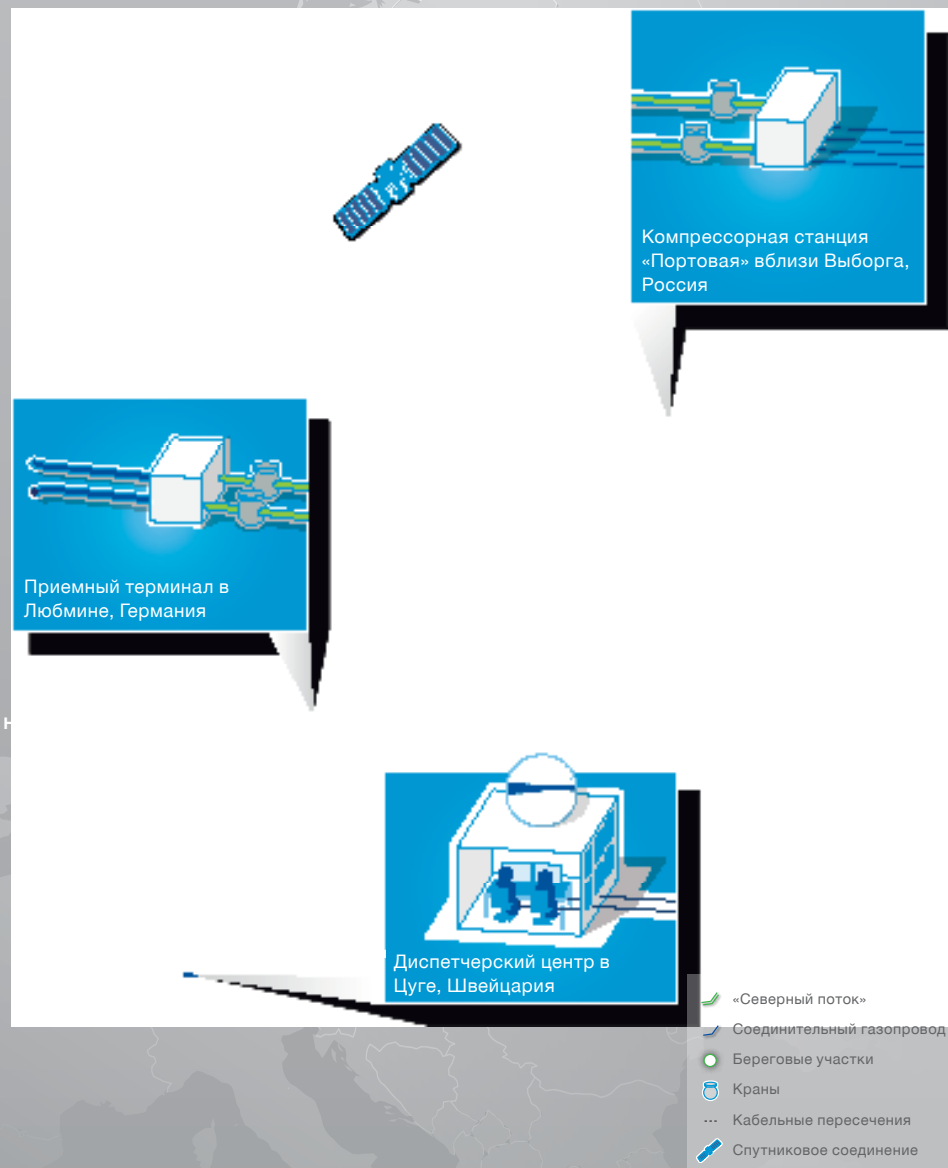
автоматики, в которых установлены рабочие станции, расположены на береговых участках в России и Германии в дополнение к удаленному диспетчерскому центру в Цуге (Швейцария). Из них можно в локальном режиме управлять оборудованием береговых сооружений.

От 60 до 90 суток

длится внешняя инспекция одной нитки газопровода. В первые годы эксплуатации осмотры обеих ниток будут выполняться каждые 1–2 года. Частота дальнейших инспекций будет зависеть от полученных данных.

7–10 лет

Частота внутренних инспекций газопровода для обнаружения коррозии и изменения толщины стенки в результате внешних воздействий.



Инфраструктура связи

Коммуникационная инфраструктура Nord Stream обеспечивает быструю, надежную и безопасную передачу данных и голосовых сообщений между производственными объектами, диспетчерскими и другими точками, часто разделенными большими расстояниями. В дополнение к традиционным средствам связи между производственными и офисными пло-

щадками береговые сооружения в России связаны с диспетчерским центром в Цуге по основному и вспомогательному спутниковому каналу. Береговые сооружения в Германии соединены с Цугом и с остальной сетевой инфраструктурой по основной оптоволоконной линии связи и вспомогательному спутниковому каналу.



50 лет

составляет минимальный срок службы газопровода.

Краны

20 кранов

весом от 25 до 102 т установлены на береговых участках. В системе имеется еще несколько сотен кранов меньшего размера массой до 6 т каждый.

102 т

Вес самых тяжелых в мире шибберных задвижек, установленных на береговых участках. Для сравнения: масса африканского слона составляет от 5 до 8 т.



Шибберные задвижки

Гигантские шибберные задвижки изолируют газопровод от камер приема и запуска диагностических и очистных устройств, когда они не задействованы. Высота задвижки составляет примерно 10 м, вес 102 т. Это самые тяжелые шибберные задвижки в мире.

Для проекта Nord Stream были специально изготовлены четыре такие задвижки. Они установлены на береговых участках газопровода в России и Германии.

Задвижки были тщательно испытаны на заводе-изготовителе в Италии. Оттуда они были перевезены в Германию и Россию специальным наземным транспортом. Доставка осуществлялась ночью и в сопровождении полиции.

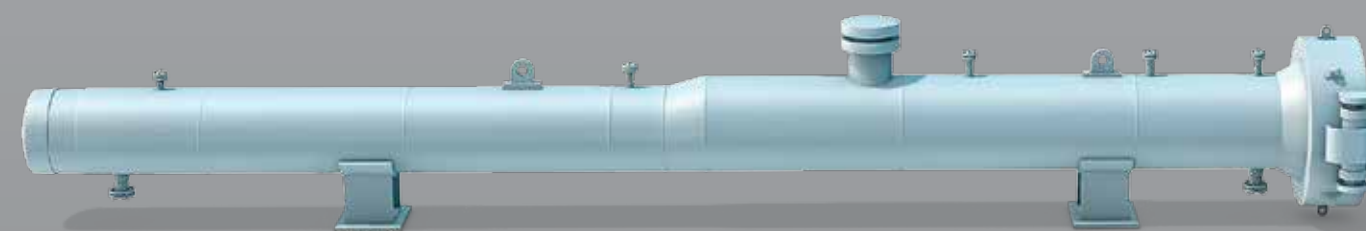


Шаровые краны

Шаровые краны в случае аварии мгновенно перекрывают поток газа. Все краны были спроектированы специально для проекта Nord Stream.

Камеры приема/запуска ДОУ

Внутреннее состояние газопровода «Северный поток» регулярно проверяется с помощью так называемых «интеллектуальных» пошей (диагностических и очистных устройств). Они запускаются в газопровод в России и принимаются на берегу Германии.



Береговые объекты в Любмине

С моря на берег: две нитки газопровода «Северный поток» соединили Россию и Германию по дну Балтийского моря. В точке выхода газопровода на берег в Любмине газ проверяется и готовится к дальнейшей транспортировке по европейской газотранспортной сети.

Береговые объекты в Любмине соединяют газопровод «Северный поток» и европейскую газотранспортную сеть. Две нитки газопровода выходят на берег в Грайфсвальдском заливе вблизи Любминской гавани. Начальная точка газопровода находится на российском берегу в бухте Портовая вблизи Выборга. На береговых сооружениях в Германии газ проходит очистку от примесей при помощи специальных фильтров, а также нагревается для того чтобы исключить появление конденсата. На береговом пересечении проверяется качество, производятся официальные замеры поступающего и исходящего газа, а также корректируется его давление, температура и объем для последующей подачи в газопроводы OPAL и NEL. Газопровод OPAL протяженностью 470 км соединяет Любмин и чешский Брандов, а NEL протяженностью 440 км тянется на запад по территории Северной Германии до коммуны Реден в земле Нижняя Саксония

