

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ

Ноябрь 2013

Внутренняя инспекция газопровода «Северный поток»

Инспекция газопровода – неотъемлемая часть системы контроля целостности

Компания Nord Stream AG обеспечивает транспортировку газа по двум ниткам газопровода протяженностью 1224 км каждая от российского Выборга до германского Любмина. Первая нитка введена в эксплуатацию в ноябре 2011 г. Транспортировка газа по второй нитке в составе единой автоматизированной системы началась 8 октября 2012 г.

Каждая нитка состоит примерно из 100 тысяч обетонированных труб длиной 12,2 м с постоянным внутренним диаметром 1153 мм. Трубы изготовлены из высокопрочной стали толщиной до 41 мм и имеют внутреннее гладкостное покрытие и внешнее антикоррозионное покрытие. Внутреннее гладкостное покрытие состоит из двухкомпонентной эпоксидной смолы, что увеличивает пропускную способность газопровода за счет снижения трения.

Газопровод «Северный поток» является важным фактором надежного энергоснабжения Европы. Для его защиты к системам автоматизации, береговым сооружениям и самим ниткам морского газопровода применяются разработанные Nord Stream меры контроля целостности.

Составной частью технического обслуживания газопровода является внешний визуальный осмотр с помощью дистанционно управляемого аппарата (ROV), спускаемого с судна. Внешняя инспекция проводится для подтверждения положения газопровода на дне. Она также позволяет обнаружить посторонние предметы, такие как рыболовные сети или мусор вблизи газопровода. Результаты исследований применяются для проверки состояния гравийных опор, обеспечивающих стабильность газопровода на дне. Первая (базовая) внешняя инспекция первой нитки была проведена в 2012 г. после завершения строительства и начального периода эксплуатации с целью определения усадки газопровода под нагрузкой. В этом году было проведено базовое исследование второй нитки, и в настоящее время выполняется ежегодное исследование первой нитки.

Механическая целостность газопровода подтверждается с помощью внутренней инспекции обеих ниток. Для проведения внутренней инспекции используются «интеллектуальные» поршни (PIG - Pipeline Inspection Gauge), которые запускаются в газопровод и перемещаются с потоком газа. Оборудование, которым оснащены поршни, способны выявлять малейшие изменения в состоянии газопровода, подтверждать отсутствие механических повреждений и коррозии, а также определять географические координаты для

проверки смещения газопровода относительно проектного и первоначального положения.

Процесс внутренней инспекции

Внутренняя инспекция впервые проводится летом 2013 г. Это базовое исследование проводится для подтверждения качества строительных работ, а также предоставляет исходные данные, с которыми будут сравниваться результаты последующих инспекций. Базовая инспекция позволит выявить любые изменения или смещение труб относительно заданного положения. В ходе базовой инспекции газопровода «Северный поток» поршни проверят внутреннее состояние каждой из ниток поочередно.

Диагностические поршни помещаются в газопровод через камеру запуска диагностических и очистных устройств на российском берегу. Поток газа направляется в камеру, и после достижения разницы давления газа за поршнем и перед ним поршень начинает движение по газопроводу. Каждая нитка обследуется по отдельности. Первый, калибровочный, поршень достигает берега Германии за 3-4 дня. После его извлечения и анализа собранных данных в газопровод запускается очистной поршень. В зависимости от количества мусора и пыли, собранного первым устройством, процедура очистки может быть проведена повторно. Затем в газопровод запускается диагностическое устройство, которое проходит все расстояние по дну моря примерно за девять дней. После извлечения в Германии все устройства очищаются и проходят техническое обслуживание. Данные, собранные диагностическим поршнем, обрабатываются и подвергаются трехступенчатому анализу.

Все применяемые для внутренней инспекции поршни произведены компанией [ROSEN Group](#) специально для газопровода «Северный поток». Для подтверждения функциональности и технических характеристик устройства прошли испытания в тестовом трубопроводе с неровностями на металлических стенках труб и в бетонном покрытии, а также пневматические испытания. Перед использованием на газопровode «Северный поток» устройство для внутренней диагностики прошло проверку на аналогичном, но более коротком трубопроводе в Малайзии, диаметр которого также составляет 48 дюймов.

Три вида поршней для внутренней диагностики

В ходе инспекции используются три разных устройства: калибровочное, очистное и диагностическое. Они выявляют места потенциального возникновения коррозии и износа металла, а также измеряют изгибы газопровода с помощью встроенного инерциального измерительного модуля.

Измерительное устройство

Калибровочный поршень предназначен для выявления существенных изменений внутреннего диаметра труб, которые могут привести к застреванию диагностического устройства. Столкновение с любым выступом приводит к отколу измерительной пластины. Ее повреждения в дальнейшем

анализируются для определения размера препятствия. Такое исследование уже выполнялось в ходе пусконаладочных работ: каждая секция заполнялась водой, очищалась и проходила калибровку. Удаление воды из газопровода проводилось с помощью специальных поршней, которые проталкивались потоком сжатого воздуха.

Калибровочный поршень запускается в газопровод через камеру запуска на российском берегу в бухте Портовая. За 3-4 дня оно прибывает в Германию вместе с потоком газа. Масса поршня составляет около 1,5 т, а длина — 2,2 м.

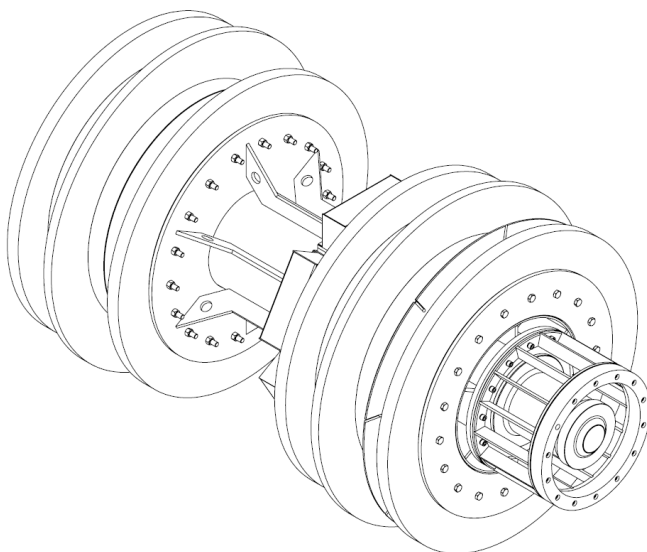


Рис. 1. Калибровочный поршень с пластиной для труб диаметром 48 дюймов

Очистной поршень

Очистной поршень проходит через газопровод и удаляет мелкие частицы пыли, которые могут накапливаться при эксплуатации, а также частицы внутреннего покрытия труб. Очистное устройство оснащено щетками, которые собирают пыль. Затем пыль проталкивается вперед благодаря уплотнительным дискам, размер которых превышает внутренний диаметр газопровода. Поток газа, проходящий через байпас в поршне, направляется на стенки трубы и создает облако пыли, что улучшает качество очистки.

Длина устройства — 2,6 м, масса — 1,8 т. Через 3-4 дня устройство извлекают в Германии, затем его очищают и анализируют собранный материал.

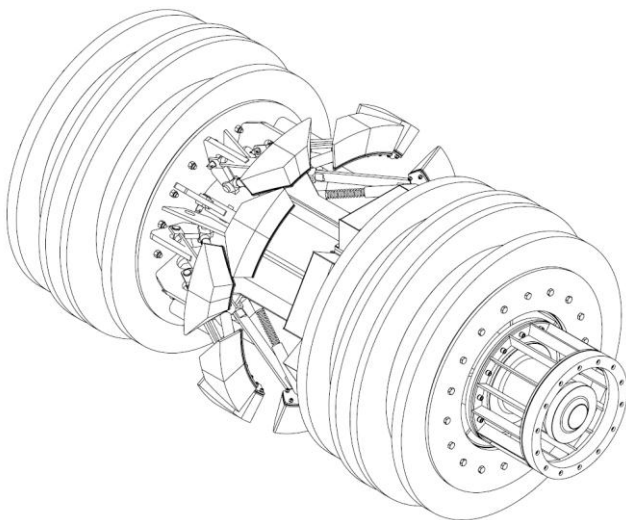


Рис. 2. Внутритрубное очистное устройство с магнитами для труб диаметром 48 дюймов

Внутритрубное диагностическое устройство

Основные задачи контроля выполняются так называемым комбинированным «интеллектуальным» устройством. Оно оснащено датчиками, выполняющими различные функции контроля механической целостности газопровода. Устройство непрерывно измеряет пройденное расстояние при помощи встроенных колесиков, что позволяет сопоставить проводимые измерения с конкретной точкой газопровода. Поскольку устройство лучше всего функционирует при скорости перемещения порядка 1,5 м/с, активная система контроля измеряет скорость и управляет байпасом, который замедляет скорость движения поршня. Масса устройства превышает 7,3 т, а длина составляет 6,6 м. Поршень оснащен аккумуляторами и запоминающим устройством большой емкости, который записывает данные для последующего анализа.

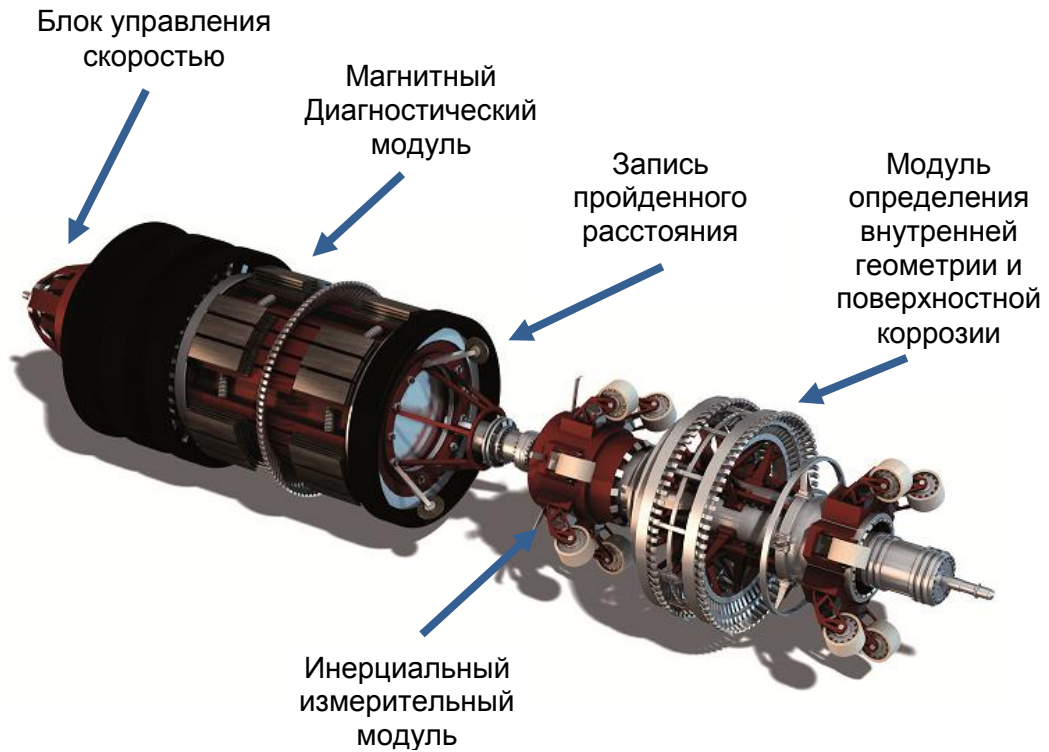


Рис. 3. Диагностическое устройство высокого разрешения диаметром 48 дюймов

Модуль определения внутренней геометрии выявляет и характеризует любые отклонения от исходной формы трубы, даже если они составляют менее миллиметра. Оно используется для обнаружения изменений внутреннего диаметра, овальности и углублений, а также фиксирует их положение. Поршень измеряет изгибы пружинных рычагов калибра, прижимающих датчики к стенке трубы, когда они попадают на самые незначительные углубления или участки с овальным сечением.

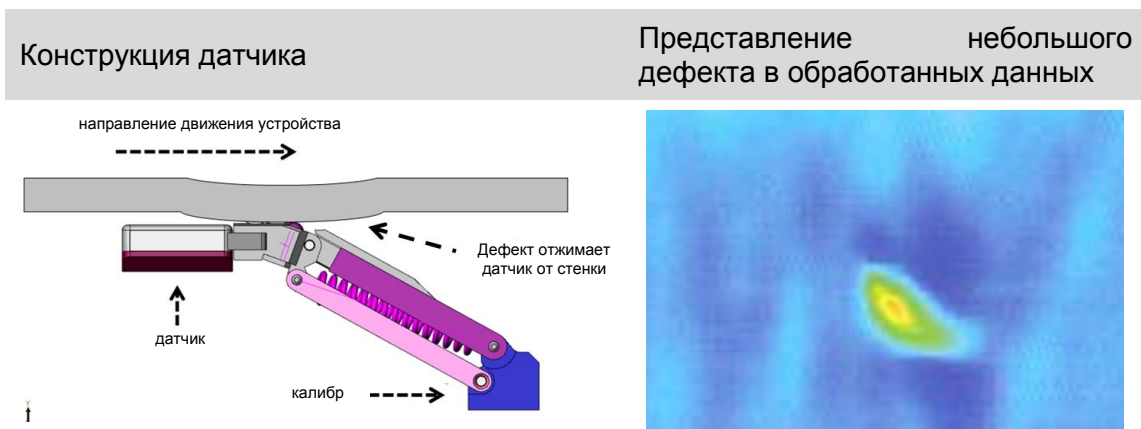


Рис. 4. Устройство для измерения внутреннего диаметра

В ходе эксплуатации газопровода «Северный поток» появления коррозии не ожидается. Состав поступающего газа постоянно анализируется на входе, что исключает наличие в нем воды — необходимого условия для возникновения коррозии. Кроме того, внутренние стенки трубы имеют гладкое покрытие, дополнительно защищающее сталь от внешних воздействий.

Датчик поверхностной коррозии внутренней стенки — бесконтактный датчик, установленный на рычаге калибра. Он сканирует поверхность труб на наличие участков с потерей металла. Небольшие дефекты на внутренней поверхности труб приводят к изменению расстояния между датчиком и трубой. Именно это расстояние и измеряется датчиком.

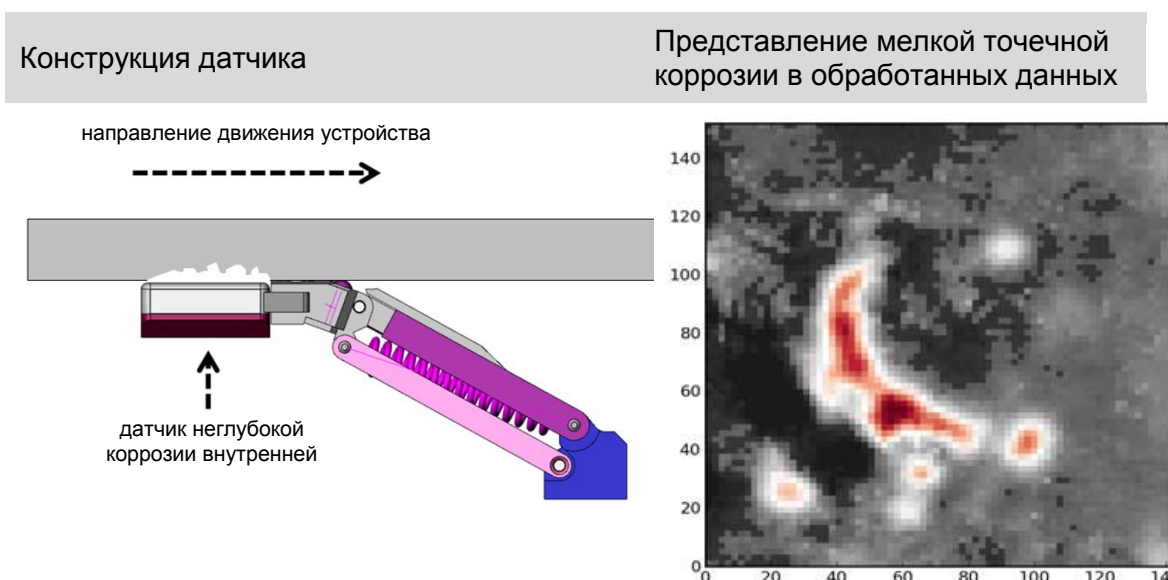


Рис. 5. Датчик поверхностной коррозии внутренней стенки

Чтобы обнаружить потери металла или коррозию стенки либо наружной поверхности стальной трубы, прилегающей к бетонному покрытию,

применяется **магнитный диагностический модуль**. Сильное магнитное поле намагничивает стенку трубы, а электромагнитный датчик записывает изменения в создаваемом сталью трубы вторичном магнитном поле. Датчик способен выявлять изменения толщины стенки, вызванные потерей металла в результате коррозии или отслаивания покрытия.

Конструкция датчика	Представление участка с коррозией в обработанных данных
---------------------	---------------------------------------------------------

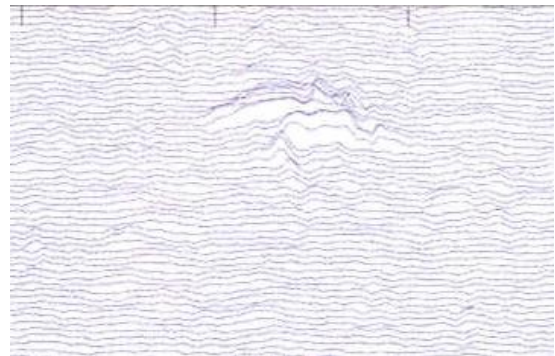
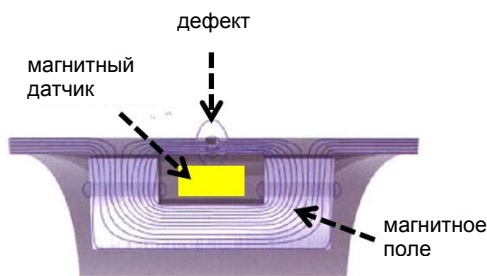


Рис. 6. Датчик рассеяния магнитного потока

Инерциальный навигационный модуль (или блок "XYZ") установлен на диагностическом поршне для контроля геометрии газопровода. Результаты базового измерения геометрических параметров всех изгибов в трех измерениях сравниваются с данными, полученными при последующих исследованиях. Измерения геометрических параметров выявляют любые незначительные сдвиги газопровода, которые могут привести к деформации. Устройство измеряет усилие на внутреннем гироскопическом датчике, возникающее при его перемещении по кривой внутри газопровода. Разумеется, газопровод имеет изгибы, и все изменения их геометрии будут выявлены при сравнении результатов исследований. В случае таких изменений следует принять меры по стабилизации газопровода, например, выполнить засыпку гравием во избежание сдвига трубы.

Изгиб секции трубопровода...	...записывается в данных для анализа следующим образом
------------------------------	--------------------------------------------------------

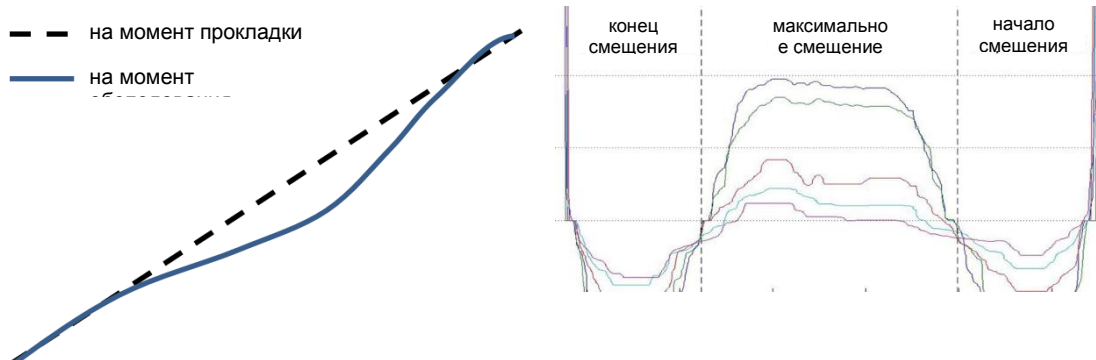


Рис. 7. Инерциальный навигационный модуль

Факты и цифры

- Nord Stream поставил мировой рекорд, проведя внутреннюю инспекцию газопровода протяженностью 1224 км с толщиной стенки до 41 мм.
- При инспекциях используется диагностическое устройство, развивающее самое сильное магнитное поле.
- Полученные в ходе исследований данные будут самыми объемными за всю историю инспекций газопроводов.
- С учетом 2000 каналов измерения и получения показаний датчиков через каждые 2,5 мм на длине трубопровода в 1224000000 мм устройство доставит в Германию свыше 1000000000000 (10¹² или триллион) показаний.

После выполненного в этом году базового исследования проверки будут проводиться раз в несколько лет для подтверждения отсутствия механических и коррозионных повреждений, а также определения географических координат для проверки смещения газопровода после укладки.

Все иллюстрации предоставлены компанией ROSEN Group.

Дополнительная информация на сайте www.nord-stream.com

Контактная информация:

Горячая линия для СМИ: +41 41 766 91 90

E-Mail: press@nord-stream.com