

## **Время переходить от строительства трубопроводов якобы «точно по проекту» к принципу «контролируемых несоответствий»**

УДК 622.691.4

Авторы: **Соловьев Евгений Александрович**, Главный инженер ООО «Газпром проектирование», **Майорова Ольга Александровна**, Начальник трубопроводного отдела АО «Гипроспецгаз», **Блинков Андрей Николаевич**, Генеральный директор ООО «ИНТАРИ»

### ***Аннотация***

Многочисленные небольшие отступления от первоначальной проектной документации, вызванные внешними или внутренними причинами, являются общей практикой и неизбежны в крупных проектах строительства трубопроводов. Несмотря на то, что в большом количестве случаев значительные задержки реализации проектов, перерасход средств и дефекты построенных объектов объясняются неконтролируемыми отступлениями от проекта, связанные с этим проблемы не учитываются должным образом в современной практике строительства газопровода. Настоящая работа направлена на создание цифровой инновационной технологии для оценки влияния небольших отступлений от исходного проекта на качество трубопроводов путем сравнения рабочих чертежей с фактической геометрией трубопровода в процессе строительства непосредственно на строительной площадке. С использованием опыта и результатов завершённых проектов строительства газопроводов было разработано и протестировано мобильное решение под названием «Трубопроводный навигатор», в котором объединены интерактивные проектные чертежи и средства для геодезической съёмки на основе приемника спутниковой системы навигации ГЛОНАС / GPS. По данным измерений «Трубопроводный навигатор» точно отражает проектное и фактическое положение каждого элемента трубопровода. Анализ хода строительства в сложных природных условиях показал, что наиболее существенными факторами, способствующими возникновению отклонений от проекта, являются неточности в сборке труб и рытье траншей. В соответствии с принятой практикой, каждое такое отклонение от проекта должно тщательным образом контролироваться, приниматься от строительной инспекции, проверяться на соответствие техническим требованиям и надлежащим образом утверждаться, включая оценку влияния этих отклонений на проект в целом. В работе предлагается новый подход под названием «контролируемые изменения конструкции» для смягчения воздействия небольших изменений между проектными чертежами и результатами съёмки «как-построено» на задержки времени строительства.

*Ключевые слова:* газопроводы, отклонения от проекта, влияющие факторы, ГЛОНАС / GPS, как-построено, контроль качества

Известно, что жизненный цикл любого трубопровода состоит из следующих друг за другом стадий - проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации, и каждая из этих стадий никак не застрахована от каких либо несоответствий, в том числе и связанных с человеческим фактором [1].

Какими бы подробными и тщательными не были изыскания, они все равно не отображают всю полноту картины, с которой впоследствии столкнутся строители. На основе этой упрощенной модели проектировщики принимают решения, которые изначально несут определённые конструкционные риски. Дополнительные риски на стадии проектирования связаны с несовершенством нормативной базы, имеющегося у проектировщиков программного обеспечения, а также в связи с неизбежными мелкими ошибками типа опечаток.

На стадии строительства, в том числе при капитальном ремонте или реконструкции существующих трубопроводов, возникают конструкционные риски, связанные с неконтролируемыми отступлениями от проектной документации, которые, как правило, не учитываются при осуществлении строительного контроля и авторского надзора.

До сих пор в век цифровых технологий исполнительная документация выполняется только на бумажных носителях. Из-за большого объема ручной работы, предусмотренной требованиями ВСН 012-88 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ», различные виды исполнительной документации часто не имеют конгруэнтности, что ведет к необходимости ручной подгонки информации в различных исполнительных документах. В конечном итоге это ведет к искажению сведений о фактическом положении трубопровода в документации, которую в дальнейшем использует в своей работе эксплуатирующая организация. Парадоксально, но этот архаизм законсервирован и в проекте нового СП «Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Исполнительная документация при строительстве. Формы требования к ведению и оформлению», который разрабатывается взамен ВСН 012-88.

В итоге эксплуатирующие организации получают недостаточно достоверную исполнительную документацию и только на бумаге, что приводит к дополнительным рискам ее утраты при форс-мажорных обстоятельствах, а значит риском полного отсутствия информации об эксплуатируемом трубопроводе.

Всех этих рисков можно в значительной степени избежать, используя «Трубопроводный навигатор» - новый программный продукт, разработанный научно-производственным предприятием ООО «ИНТАРИ» и устанавливаемый на планшет или мобильный телефон с операционной системой Android. «Трубопроводный навигатор» представляет собой интерактивный чертеж трубопровода на мобильном планшете с возможностями автоматического позиционирования по данным GPS приемника и обеспечивает полную информацию обо всех элементах трубопровода в любой его точке [2]. Наличие такой информации дает огромную экономию времени и средств для каждой стадии жизненного цикла трубопровода [3, 4].

Так, при загрузке в «Трубопроводный навигатор» рабочих чертежей проектировщику сразу выдается наглядная информация о несоответствии, например, плана и профиля, наложении тангенсов углов поворота трубопровода, можно сразу определить наклонную, т.е. истинную, длину участка трубопровода (на плане и профиле указывается горизонтальная составляющая), а значит, более точно рассчитать потребность в трубах. В связи с тем, что изыскания по трассе трубопровода для ускорения работ выполняются по участкам разными бригадами, а также в связи с возможными перетрассировками, большинство проектов изобилует большим количеством пикетов нестандартной длины, что вызывает сложности в подсчете объемов строительно-монтажных работ, а значит, не исключаются ошибки в спецификации материалов.

Кроме того, километраж трубопровода назначается на ранних стадиях проектирования, до проложения трассы на местности. Поэтому длина трубопровода в километрах никогда не совпадает с его пикетажным значением, что вызывает у строителей огромные сложности в расстановке километровых столбиков и привязке их к пикетажу. С помощью «Трубопроводного навигатора» данные проблемы решаются довольно просто и очень наглядно.

При этом загрузку проектных данных в «Трубопроводный навигатор» возможно выполнить довольно просто, если будут разработаны и приняты соответствующие единые требования к чертежам при проектировании магистральных газопроводов, т.к. в настоящее время и в филиалах холдинга ООО «Газпром проектирование», и в других проектных организациях, применяется различное программное обеспечение. Такую работу может выполнять ООО «ИНТАРИ» при условии получения от проектировщиков трехмерных файлов готовых рабочих чертежей.

Такую трехмерную модель из «Трубопроводного навигатора» легко загрузить в программный продукт, предназначенный для расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) трубопровода, такие как ANSYS, ABACUS, СТАРТ и др., для оценки НДС по всей длине трубопровода, а значит своевременного решения о необходимости корректировки проекта. В настоящее время из-за дефицита времени и сложности ввода исходных данных для расчета проектировщики оценивают НДС трубопровода только на подозрительных, с их точки зрения, участках.

Строители же при развозке и раскладке труб и отводов смогли бы избежать больших трудозатрат, а значит сэкономить время, при определении номенклатуры труб и отводов, необходимых на участке строительства, если бы в их распоряжении был «Трубопроводный навигатор». Кроме того, при сварке на бровке траншеи трубной плети с отводами строителям довольно сложно рассчитать правильное местоположение отвода из-за чего при укладке плеть может «стрельнуть» вверх или в сторону от трассы, либо получить провис. Избежать этого можно, используя «Трубопроводный навигатор», который учитывает длину прямых участков трубы с учетом уклонов местности и точно укажет в соответствии с проектом местоположение начала отвода, даже если его согнули из трубы нестандартной длины.

При выполнении стройконтроля с помощью «Трубопроводного навигатора», в котором интегрированы как рабочая документация, так и исполнительная, контролирующее лицо сразу может увидеть все несоответствия проекту фактического положения трубопровода, как то пикетажное смещение отводов или несоответствие отметок трубы, может проверить, совпадают ли с проектом участки фактической балластировки, защиты изоляции от механических повреждений, положение кожуха и другие конструктивные особенности трубопровода.

Представитель авторского надзора, имея планшет с «Трубопроводным навигатором», намного оперативней сможет решать вопросы возможности согласования каких-либо отклонений от проекта, в том числе оперативно рассчитать НДС в плети, уложенной с отклонениями от проекта.

Еще один архаизм - до сих пор при рытье траншеи экскаватором контроль ее глубины ведет геодезист с доисторической вешкой. Не пора ли в XXI веке снабдить машиниста экскаватора «Трубопроводным навигатором» и специальным датчиком глубины, закрепленным на ковше?

В целом, применение новых мобильных информационных технологий на стадиях проектирования и строительства уже сегодня может не только обеспечить увеличение скорости строительства, но и повысить его качество, а значит уменьшить издержки, вызываемые необходимостью исправления несоответствий.

Но все эти возможности заработают, только если мы откажемся от устаревшей догмы, что трубопровод, даже теоретически, может быть построен «точно по проекту», и примем философию «контролируемых несоответствий», по которой в процессе строительства должно быть зафиксировано фактическое исполнение проектных решений и проведен расчет его соответствия принятым в проекте строительным нормам и правилам, т.е. подтверждено, что построенный объект имеет приемлемый уровень конструктивного риска. Иными словами - незначительные несоответствия существуют и неизбежны, но они все должны тщательно контролироваться. Иначе конфликт интересов между участниками инвестиционного процесса при внедрении «Трубопроводного навигатора» неизбежен!

Целесообразно принять уточнение в Регламент по формированию и реализации инвестиционных программ ПАО «Газпром», что по завершении СМР на участке трубопровода зафиксированные с помощью «Трубопроводного навигатора» данные о его фактическом положении с учетом отдельных согласований, выполненных представителем авторского надзора, передаются Проектировщику, который проверяет эти данные с целью подтверждения их соответствия существующим нормам и основным проектным решениям, прошедшим Главгосэкспертизу РФ. После чего в соответствии с заданием Заказчика на основе данных, экспортированных из «Трубопроводного навигатора», выпускается окончательная версия РД, которая, в свою очередь, предъявляется Заказчику в составе исполнительной документации при приемке построенного объекта.

Таким образом, мы разрешаем много существующих противоречий:

- исключаем необходимость переделок там, где незначительные несоответствия первоначальной РД не влекут за собой дополнительные риски;
- исключаем необходимость подгонять данные в бумажных документах исполнительной документации «под проект»;
- передаем эксплуатирующим предприятиям более достоверную исполнительную документацию;

- ускоряем приемку и ввод построенных объектов в эксплуатацию.

А самое главное, снижаем или даже исключаем риск пропуска дефектов, реально влияющих на безопасность построенного объекта.

«Трубопроводный навигатор» на практике реализует расширенную BIM технологию, которая отражает дуальность объектов газотранспортной системы: с одной стороны это сложные инженерные сооружения, для которого «Трубопроводный навигатор» содержит сведения обо всех деталях со всеми их взаимосвязями и зависимостями - это BIM-моделирование, с другой стороны, магистральные газопроводы в силу большой протяженности представляют собой географические объекты, для которых «Трубопроводный навигатор» содержит сведения об их пространственном расположении на поверхности Земли, а это уже элементы ГИС технологии [5].

«Трубопроводный навигатор» - это пионерная полностью отечественная разработка в области строительства трубопроводов. Почему же до сих пор все новые изобретения, рождающиеся в нашей стране, вдруг начинают с успехом использоваться иностранными компаниями?! В момент создания «Трубопроводного навигатора» на рынке не было ничего подобного. Спустя три года мы уже видим близкие иностранные аналоги, в чем-то превосходящие оригинал. Хочется разорвать традиционный круг «создается в России – используется за рубежом» и приступить к массовому освоению «Трубопроводных навигаторов» в российских компаниях – проектных, строительных, контролирующих и эксплуатационных.

#### **Литература:**

1. Mahsa T. Z., Dehghan R., Ruwanpura J.Y., Jergeas G. Factors Influencing Design Changes in Oil and Gas Projects// International Journal of Construction Engineering and Management.- 2014. - V. 3(4). - P. 117-133
2. Трубопроводный навигатор. Руководство пользователя. - СПб.: - INTARI, 2017. - 31 с.
3. Серебряков А.М., Алимов С.В., Блинков А.Н. Электронная исполнительная документация как инновационный фактор проектов магистральных газопроводов//Газовая промышленность. - 2010. - № 9-С. 45-47
4. Серебряков А.М., Алимов С.В., Блинков А.Н. О создании электронной исполнительной документации «как-построено»//Журнал нефтегазового строительства.- 2012. - № 2 - С. 26-30

5. Р Газпром 2-2.1-161-2007. Методические указания по составлению электронной исполнительной документации «как-построено» на магистральные газопроводы.-М.: ИРЦ Газпром. - 2007.- 64 с.