

УДК 622.692.4

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ КАМЧАТСКОГО ПОЛУОСТРОВА

¹Иванов В.А., ²Кириш А.В.

¹ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный Нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail:ivanov_v_a@list.ru;

²ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail:kirshav@mail.ru

Развитие газотранспортной системы является приоритетной задачей для Камчатского края, так как газ, добываемый на разведанных месторождениях региона, используется в качестве одного из основных энергоресурсов. Подача газа для потребителей Камчатки позволяет значительно снизить потребление привозного альтернативного топлива и избежать перебоев с поставками. Одной из особенностей данной территории являются сложные природные условия. На территории Камчатского полуострова протекает множество рек горного характера. Преодоление подобных препятствий при прокладке магистральных газопроводов требует особого подхода. В данной статье рассмотрены особенности эксплуатации переходов магистральных газопроводов через водные объекты в условиях Камчатского полуострова. Перечислены основные типы конструкций применяемых переходов, проведен анализ их состояния. По данным обследования выявлены наиболее часто встречающиеся проблемы и причины их возникновения. В результате авторами были сделаны выводы об эффективности применения данных конструкций, необходимости оценки НДС трубопровода, необходимости проведения мероприятий по сохранению работоспособного состояния газопровода.

Ключевые слова: транспорт газа, магистральный газопровод, НДС трубопровода, переходы газопровода через водные преграды

THE CRITICAL ANALYSIS OF THE MAIN GAS PIPELINES OPERATION FEATURES IN THE ENVIRONMENT OF THE KAMCHATKA TERRITORY

¹Ivanov V.A., ²Kirsh A.V.

¹«Tyumen State Oil and Gas Institute», Tyumen, e-mail:ivanov_v_a@list.ru;

²«Tyumen State Oil and Gas Institute», Tyumen, e-mail:kirshav@mail.ru

Gas transmission system development is a priority for the Kamchatka Territory, because gas which is extracted on the explored fields of the region, is used as one of the major energy sources. The gas supply to consumers in Kamchatka can significantly reduce the consumption of imported alternative fuel and avoid supply disruptions. One of features of this territory is a difficult environment. The territory of the Kamchatka Peninsula has many mountain rivers. Overcoming such obstacles, in laying of main pipelines, requires a special approach. This article describes the features of intersections of pipeline with water objects operating in the conditions of the Kamchatka Peninsula. Lists the main types of structures used transitions, the analysis of their condition. According to the inspection, most often meeting problems, and the reasons from emergence are established. As a result, the authors have drawn conclusions about the effectiveness of the application of these designs, the need to assess stress-deformed state of pipeline, the need for measures to preserve a healthy state of the pipeline.

Keywords: gas transfer, main gas pipeline, stress-deformed state of pipeline, intersection of pipeline with water objects

Газотранспортная система России является обширной сетью и содержит более 168,3 тыс. км магистральных газопроводов и отводов. На данный момент большое внимание уделяется газификации Камчатского края в связи с тем, что одной из задач региона является достижение независимости от привозных энергоресурсов.

На территории Камчатского края эксплуатируется магистральный газопровод «УКПН Нижне-Квакчинского ГКМ-АГРС г. Петропавловск-Камчатского». Основным его назначением является газоснабжение населенных пунктов региона, в частности, города Петропавловск-Камчатский. Общая протяженность линейной части составляет 392 километра. Трассу магистрального газопровода условно можно поделить на

два участка по сложности геоморфологических условий и характеру рельефа: западный участок трассы (0-230 км) и восточный участок (230-392 км). Западный участок трассы располагается на территории Западно-Камчатской низменности и обладает равнинным рельефом, где абсолютные высоты меняются от 300-400 метров на востоке до 100-200 метров на западе. Отличительной особенностью участка является развитие экзогенных процессов, в большей степени связанных с деятельностью рек, заболачиванием и локальными склоновыми явлениями. На всем своем протяжении трасса магистрального трубопровода пересекает 386 постоянных, временных и искусственных водотоков.

Линейная часть газопровода содержит 33 перехода через крупные реки:

- 7 переходов, выполненных в подземном исполнении;
- 6 переходов в надземном исполнении на опорах;
- 13 надземных переходов, сооруженных с применением ферменных конструкций;
- 6 надземных переходов сооруженных с применением вантовых конструкций.

Суммарная длина данных переходов – 14299,2 метра, что составляет 3,65% от общей протяженности газопровода, из них:

- 1216,21 метра приходится на подземные переходы;
- 1064,89 метра составляют переходы на опорах;
- 3935,99 метра – переходы с применением ферменных конструкций;
- 8082,10 метра – переходы с применением вантовых конструкций.

Соотношение суммарных длин различных типов переходов представлено на диаграмме.



Процентное соотношение суммарной протяженности различных типов переходов газопровода через водные объекты

В процессе эксплуатации конструкции переходов магистральный газопровод через водные преграды подвергается воздействию сложных природных условий. Трасса газопровода проходит вдоль границы контрастных крупных морфоструктур региона, таких, как Средний хребет и Западно-Камчатская равнина, где наиболее проявлены как мощные экзогенные процессы, направленные на разрушение неустойчивых положительных форм рельефа тектонического, вулканического, ледникового происхождения, так и на аккумуляцию, размыв и вынос продуктов разрушения в Западно-Камчатскую равнину.

Около 30% трассы магистрального газопровода приходится на заболоченные переувлажненные участки и болота. Практически все торфяные массивы, как на водораздельных, так и склоновых и долинных участках, переувлажнены. Болота верхового, переходного и низинного типа. В основании торфов обычно залегают водоупорные прослойки и пласты суглинков или крупнообломочных (галечниковых или щебенистых грунтов) с суглинистым заполнителем. На склоновых и косогорных участках за счет

дренирования подземных вод с торфяных массивов вниз по уклону местности происходит снижение горизонта подземных вод и частичное осушение торфяников, с размывом днищ поперечных врезов вплоть до подстилающих водоупорных суглинков. Наиболее разжиженные торфяные массивы надпойменных террас и пойм у нижних бровок склонов.

В нижних частях склонов и надпойменных террас под воздействием плоскостного смыва и разгрузок подземных вод формируются шлейфы и конуса выноса дисперсных грунтов (супесей, суглинков, песков) с примесью обломочного материала, обладающие повышенной влажностью и низкими прочностными и деформационными параметрами.

Уровень грунтовых вод на территории Камчатской низменности проходит на глубине от 0,5 до 1 метра от поверхности земли, что усугубляет сейсмическое воздействие на трубопровод и фундаменты сооружений.

Климатические особенности Камчатки сопровождаются частым возникновением здесь особо опасных явлений погоды, к которым относятся ураганные ветры, обиль-

ные осадки, сильные и продолжительные метели, разливы рек. Ветер со скоростью 30 м/сек и более считается особо опасным явлением. Ураганные ветры отмечаются довольно часто как на восточном, так и на западном побережье Камчатки и на склонах Срединного хребта. Продолжительность ураганных ветров, как правило, от 6 часов до нескольких суток. В зимнее время на фоне значительного падения давления и повышения температуры происходит усиление ветра.

Критерии особоопасных осадков различны для снегопадов и дождей. По принятым в настоящее время критериям, особоопасными считаются снегопады более 20 мм/сутки и дожди более 30 мм/сутки. На территории, по которой проходит газопровод, количество выпавших осадков превышает допустимую «безопасную» норму в несколько раз. В отдельных случаях здесь может выпасть более метра снега. Обильные многодневные осадки приводят в теплое время года к повышению уровня воды в ручьях, усилению эрозии, затоплению и размыву надпойменных террас. В зимнее время сильные снегопады, как правило, являются причинами возникновения снежных лавин. Обильные многодневные снегопады, сопровождающиеся сильными ветрами, обусловленные приходом глубоких циклонов, служат причиной пург.

Реки, пересекаемые трассой газопровода, являются горными и характеризуются повышенной скоростью течения (4-6 м/с) и небольшой глубиной. Основной фазой режима течения рек является весенне-летнее половодье, которое формируется за счет талых вод. В отдельные годы половодье проходит двумя волнами. Первая волна обусловлена таянием снега в долинах рек и зоне предгорий. По мере повышения температуры воздуха и продвижения фронта снеготаяния выше в горы к формированию половодья подключаются талые воды с более высокогорных зон (вторая волна). Данное природное явление приводит к размыву и изменению формы береговых линий рек, в результате чего находящиеся в зоне размыва опоры конструкций надземных переходов трубопровода теряют свою устойчивость, что приводит к возникновению дополнительных непроектных нагрузок на трубопровод.

Наиболее часто возникающие проблемы, встречающиеся на переходах исследуемого газопровода через водные объекты. На переходе через р. Удова (85-86 км), в результате размыва берега произошло смещение пилон вантавого перехода, что привело к деформации трубопровода (образовался провис). Максимальное отклонение от оси газопровода составляет около 1 метра (рис. 1).



Рис. 1. Переход через р. Удова

На рис. 2 представлен надземный переход через р. Колпакова (9-10 км). В результате размыва берегов, воздействия карчи и сейсмических процессов произошла де-

формация трубопровода. Максимальное отклонение от оси газопровода составляет около 1,5 метра. Одна из опор перехода находится в воде и подвергается размыву.



Рис. 2. Переход через р. Колпакова

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие вантовые конструкции в данных условиях являются неэффективными либо должны допускать более широкую регулировку, а также необходим периодический контроль состояния конструкций в процессе эксплуатации.

В период прохождения половодья немалую опасность для газопровода представляет карчеход. На рис. 3 представлен надземный переход газопровода через

р. Правый Кихчик (152 км). За время эксплуатации в результате размыва береговой линии две опоры оказались в русле (уровень размыва виден по окрашенной части опор), что привело к затруднению движения и накоплению карчи. В данный момент на переходе произведены берегоукрепительные мероприятия, чтобы избежать дальнейшего размыва опор. Однако этого недостаточно, так как трубопровод находится в напряженно-деформированном состоянии.



Рис. 3. Переход через р. Правый Кихчик

С 2011 по 2014 год ведется мониторинг надземных переходов через водные объекты «Газопровода магистрального УКПГ Нижне-Квакчинского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского». Результаты мониторинга показывают, что:

– у 5-ти переходов (19%) трубопровод проходит на недостаточной высоте над максимальным уровнем воды, что может стать причиной соударения карчи с газопроводом во время паводка, в результате чего возникают дополнительные напряжения в газопроводе, нарушается изоляция;

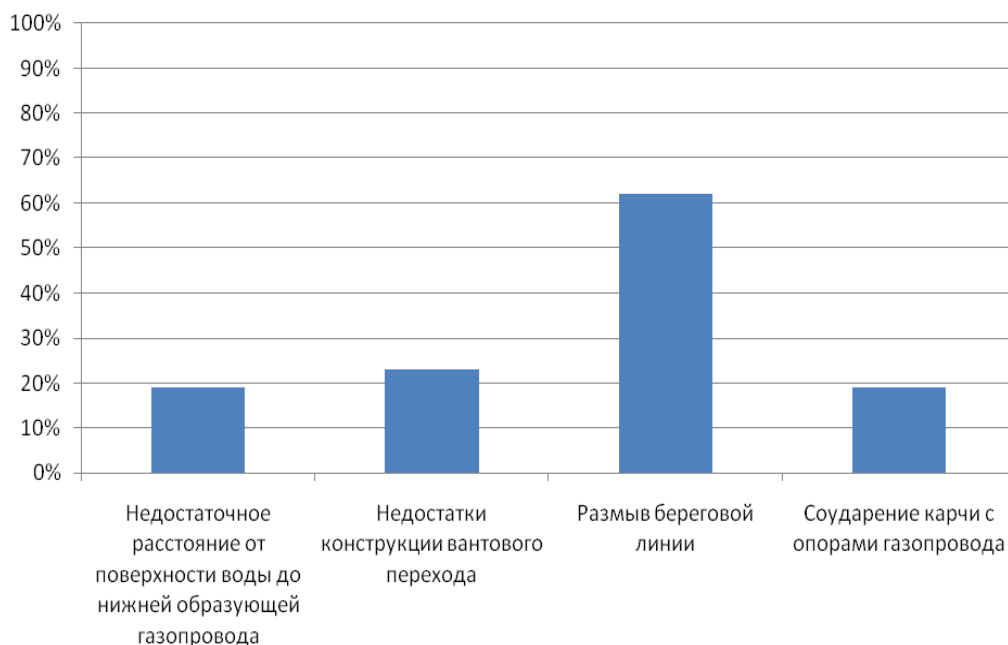
– все вантовые переходы (6 шт., или 23% от общего количества) имеют недостатки конструкции, не позволяющие компенсировать провисание трубопровода. В

результате на газопровод увеличивается нагрузка от собственного веса, веса изоляции и несущих конструкций;

– 16 переходов (62%) подвержены размыву береговой линии и, как следствие, опор, что приводит к их коррозии, снижению несущей способности. Возникает вероятность разрушения газопровода;

– на 5-ти переходах (19%) в результате размыва во время паводков карча соударяется с опорами газопровода и скапливается около них, что приводит к снижению устойчивости.

Таким образом, в результате вышеперечисленных проблем в трубопроводе возникает напряженно-деформированное состояние.



Основные проблемы надземных переходов через водные объекты «Газопровода магистрального УКПГ Нижне-Квакчинского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского»

По результатам обследований выявлено, что наиболее часто встречающимся неблагоприятным явлением для надземных переходов «Газопровода магистрального УКПГ Нижне-Квакчинского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского» через водные объекты являются размывы береговых линий и опор во время паводков. Вантовые переходы, которые являются наиболее протяженными по сравнению с другими типами переходов, находятся в аварийном состоянии и нуждаются в проведении капитального ремонта. Причиной возникновения данных проблем яв-

ляется ошибка проектирования переходов магистрального газопровода через водные объекты. В полной мере не учтены природные условия и деятельность рек. Необходимо дальнейшее изучение и оценка напряженно-деформированного состояния трубопровода на участках переходов через водные объекты, проведение мероприятий, направленных на сохранение работоспособности газопровода.

Список литературы

1. Волынец И.Г., Чекардовская И.А., Кочурова В.В. Методика оценки эффективности производства по организаци-

онно-техническим и экономическим показателям // Вестник НОУ «ОНУТЦ ОАО «ГАЗПРОМ». 2009. № 5. С. 35-37.

2. Иванов В.А., Вольнец И.Г. Материалы для строительства нефтегазовых объектов. - Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2012. – 256 с.

3. Иванов В.А. «Повышение надежности и качества функционирования газотранспортных систем Западной Сибири». – М.: МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, 1993.

4. Рябков А.В., Иванов В.А., Закураев А.Ф. Разработка новой технологии укладки трубопроводов на композитных понтонных модулях в условиях Сибири и Крайнего Севера: монография. – Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2014. – 392 с.

5. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Исследование изменения напряженно-деформированного состояния вертикального стального резервуара при развитии неравномерной осадки наружного контура днища // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3409-3413.

6. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В., Тарасенко Д.А. Модель резервуара в среде ANSYS Workbench 14.5 // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3404-3408.

References

1. Volynec I.G., Chekardovskaya I.A., Kochurova V.V. Vestnik NOU «ONUTC ОАО GAZPROM» [Herald Non-state Educational Institution «Branch Research Educational and Training Center JSC Gazprom»]. 2009. issue 5, pp. 35–37.

2. Ivanov V.A., Volynec I.G. Materialydljastroitel'stvaneftegazovyhobjektov [Materials for building of oil and gas objects]. –

Tyumen: JSCo «Tyumen printing house» 2012.-256 p.

3. Ivanov V.A. «PovisheniенadezhnostiikachestvafunkcionirovaniyagazotransportnihsistemZapadoySibiri» [Improving the reliability and quality of functioning of the gas transportation systems of the West Siberi], M.: MIPC and GI (Moscow Institute of Petrochemical and Gas Industry) of I.M. Gubkin, 1993.

4. Ryabkov A.V., Ivanov V.A., Zakuraev A.F. «Razrabotkanovoytehnologiiukladkitruboprovodovnakompozitnyhpontonnihmodulyah v usloviyahSibiri i KrajnegoSevera: monografija. [Development of new technology for laying pipelines with composite pontoon modules in Siberia and the Far North: Monograph]. – Tyumen: JSCo «Tyumen printing house» 2012.-392 p.

5. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. Fundamental research, 2013, no.10 part 15, pp. 3409-3413

6. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V., Tarasenko D.A. Fundamental research, 2013, no.10 part 15, pp. 3404-3408

Рецензенты:

Тарасенко А.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Транспорт углеводородных ресурсов», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Торопов С.Ю., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Транспорт углеводородных ресурсов», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 10.06.2014.