

Анализ причин разрушения опор мостового перехода при строительстве подъездных дорог на компрессорной станции «Байдарацкая»

А.Ю. Прокопов¹, Ал-др.Л. Яцык¹, Алекс.Л. Яцык²

¹ Ростовский государственный строительный университет,

² Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Проведен анализ причин разрушения опор мостового перехода при строительстве компрессорной станции (КС) «Байдарацкая» на полуострове Ямал (Ямало-Ненецкий автономный округ), выявлены недостатки применяемой технологии строительства в условиях Крайнего Севера, предложена усовершенствованная конструкция мостовой опоры, позволяющая снизить негативное влияние перепадов температур на границе «вода – воздух».

Ключевые слова: опора моста, металлическая свая, вечная мерзлота, бетон, нагрузки и воздействия, температурные деформации, напряженно-деформированное состояние, сварка, сварочные швы.

В настоящее время продолжается строительство второй нитки системы магистральных газопроводов «Бованенково– Ухта», предназначенной для обеспечения подачи газа богатейшего в России Бованенковского месторождения с полуострова Ямал на Северо-Запад России и далее европейским потребителям. Строительство ведется в условиях Крайнего Севера, характеризующихся чрезвычайно суровым климатом, отсутствием транспортной инфраструктуры, наличием вечномерзлых грунтов, развитой гидрологической сетью. Строительство технологических и подъездных автодорог в таких условиях сопряжено с возведением многочисленных мостов, проектирование и возведение которых требует специальных методов и технологий.

Так, например, в процессе строительства мостового перехода по проекту ПАО «ЮЖНИИГИПРОГАЗ», применялась технология устройства свайного фундамента под опоры с использованием металлической оболочки, выполненной из прямошовных электросварных труб из стали марки 09Г2С по ГОСТ 10705-80, диаметром 530 мм и толщиной стенки 8 мм

споследующим (через технологический перерыв в 12 суток) заполнением бетоном класса В20 F 500 W 12.

Однако, через 30 и более суток оболочки свай из труб диаметром 530 мм начали лопаться вдоль сварочного шва в зоне «вода-воздух». Разрушение происходило по заводскому шву труб («раскрывание трубы»), размер раскрытия трещин составлял от 100 до 200 мм, основная часть трещины находилась в незаглубленной в основание части трубы (рис 1).

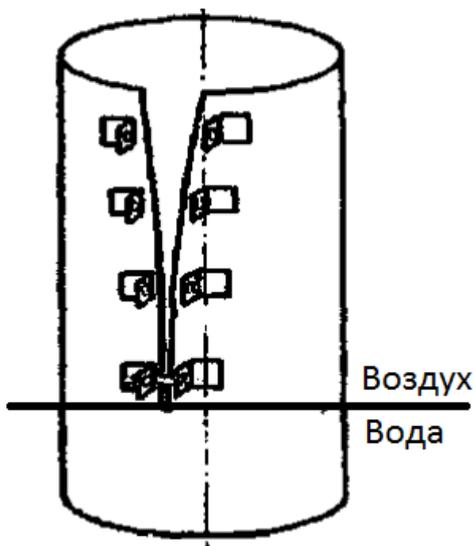


Рис.1. –Характерный дефект свайной оболочки н границе «вода – воздух»

При расследовании аварии в качестве ее основных причин рассматривались:

- неудовлетворительное качество бетона (несоблюдение условий хранения, несоответствие класса);
- неудовлетворительное качество заводского сварного шва труб;
- просчеты при проектировании в части определения наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок и учета воздействий на конструкции, в т.ч. температурных.

Авторами был проведён детальный анализ причин разрушений металло-бетонных свай и сделаны следующие выводы:

1) выявлено, что качество и технология укладки бетона соответствовали требованиям нормативных документов СП 46.13330.2012 «СНиП 3.06.04-91. Мосты и трубы» и СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;

2) на основании контроля заводского сварочного шва труб различными методами, включая визуально-измерительный контроль, ультразвуковой контроль, механические испытания, недопустимых дефектов не обнаружено и сварочный шов соответствовал требованиям ГОСТ 10706-76 «Трубы стальные электросварные. Технические условия»;

3) работы по заполнению свай-оболочек бетоном производились в относительно тёплый весенне-осенний период, с последующей установкой и сваркой оголовков и ростверков по верху трубных свайных опор для монтажа пролётно-го строения. При этом внутри трубы вследствие перепадов температуры на границах «вечная мерзлота – вода» и «вода – воздух» возникали температурные напряжения, вызвавшие деформации и впоследствии – разрушение «раскрытие» трубы по сварочному шву. Проблемы деформаций и разрушения железобетонных опор мостов на границе «вода-воздух» авторами статьи рассматривались и на примере других мостов, строящихся и эксплуатируемых в различных дорожно-климатических зонах [1 – 3], а также зарубежными авторами [4, 5].

Таким образом, основной причиной разрушения металлических оболочек были температурные напряжения, возникшие в зоне «вода-воздух».

На основании проведённого анализа авторами предложено:

– конструктивно усиливать заводские сварочные швы, например, установить и выполнить сварку усиливающей накладки в зоне «вода-воздух» в соответствии с СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;

– разрушенные заводские сварочные швы дополнительно усиливать по следующей технологии: засверлить концы трещины, с помощью

специальных приспособлений обтянуть трубу и заварить разрушенный заводской шов, установить и выполнить сварку усиливающей накладки в зоне «вода-воздух» ручной дуговой сваркой электродами с основным покрытием с последующим визуальным контролем;

– в зоне опоры «вода-воздух» для снижения температурных деформаций применять защитный стакан, выполненный из бетона В20 F 500 W 12 (рис. 2) с добавлением суперпластификатора РЕЛАМИКС СП-1, ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов».

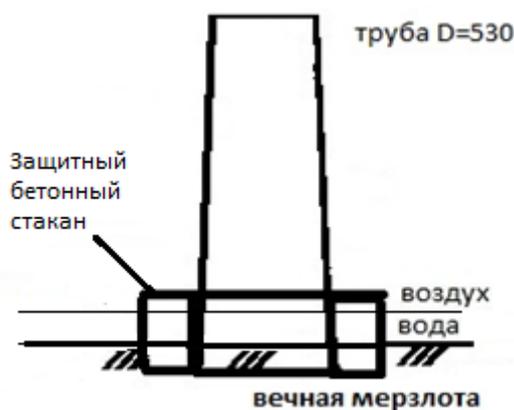


Рис. 2. – Схема применения бетонного «стакана» для защиты металло-бетонных опор от температурных деформаций в зоне «вечная мерзлота-вода-воздух»

Представляет определенный интерес и возможность применения для защиты металлических труб опор в наиболее опасных и нагруженных зонах современных технологий и материалов, применяемых в подземных сооружениях [6, 7], а также композитных материалов, используемых, в том числе, и для усиления несущих конструкций мостов [8].

Выполненный анализ свидетельствует об актуальности проблемы деформирования и разрушений опор мостов на границе «вода-воздух» в разных дорожно-климатических зонах России, в том числе и на Крайнем Севере, где в теплый период года на нижних участках опор возникают

значительные температурные воздействия, характеризующиеся перепадом температур на границе «вечная мерзлота – вода – воздух».

Дальнейшее изучение процессов, происходящих в опорах на участках «вода-воздух» или «вечная мерзлота-вода-воздух» является актуальным, т.к. существующие методы защиты не всегда эффективны [9, 10]. Для этого необходимо выполнить теоретические и практические исследования с целью разработки внедрения способов защиты мостовых опор на участках с резкими перепадами сред и температур.

Литература

1. Прокопов А.Ю., Яцык А.Л. Анализ современных исследований в области защиты мостовых опор от образования температурных трещин// Научное обозрение. – 2014. – №12. – Ч.2. – С. 482 – 485.

2. Прокопов А.Ю., Яцык А.Л. Влияние температурного градиента на границе «вода-воздух» на напряженно-деформированное состояние ростверков и мостовых опор в руслах рек// «Строительство-2014»: Современные проблемы промышленного и гражданского строительства: м-лы Международ. науч.-прак. конф. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – С. 112 – 113.

3. Прокопов А.Ю., Яцык А.Л. О результатах натурных исследований состояния мостовых опор в руслах малых рек на границе «вода-воздух»// Перспективирозвиткубудівельнихтехнологій: М-лы 9-й Міжнародн. науково-практичн. конференції молодихучених, аспірантів та студентів. – Дніпропетровск: НГУ, 2015. – С. 168 – 171.

4. Yang Z.J., Li Q., Xu G., Hulsey J.L. Seasonal freezing effects on the dynamic behavior of highway bridges// Geotechnical Special Publication 2010 GeoShanghai International Conference - Soil Dynamics and Earthquake

Engineering. - Proceedings of the 2010 GeoShanghai International Conference" Shanghai, 2010. pp. 162-168.

5. Assali I.F. Thermal analysis and bearing capacity of piles embedded in frozen uniform soils. University of Windsor. 1996. 135 p.

6. Прокопов А.Ю., Масленников С.А., Шинкарь Д.И. О влиянии специфических условий строительства вертикальных стволов на формирование прочностных характеристик бетона// Научное обозрение, 2013, №11. – С. 102-107.

7. Страданченко С.Г., Масленников С.А., Прокопов А.Ю. К вопросу об использовании полимерных материалов в строительстве подземных сооружений// Инженерный вестник Дона, 2015, №3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3161

8. Польской П.П., Маилян Д.Р. Композитные материалы - как основа эффективности в строительстве и реконструкции зданий и сооружений// Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2). – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307

9. Овчинникова Т.С., Маринин А.Н., Овчинников И.Г. Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных мостовых конструкций// Научное обозрение. 2014. №5 (24). С. 71.

10. Андрианов Ю.А. Актуальность проблемы эксплуатационной надежности мостов// Вестник МАДИ. 2014. №2(37). С. 77 – 81.

References

1. Prokopov A.Yu., Yatsyk A.L. Nauchnoe obozrenie, 2014. №12. Ch.2. pp. 482 – 485.

2. Prokopov A.Yu., Yatsyk A.L. «Stroitel'stvo-2014»: Sovremennyye problem promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva: m-ly Mezhdunar. nauch.-prak. konf. Rostov n/D: Rost. gos. stroit. un-t. 2014. pp. 112 – 113.



3. Prokopov A.Yu., Yatsyk A.L. M-ly 9-y Mizhnarodn. naukovopraktichn. konferentsii molodikh uchenikh, aspirantiv ta studentiv. Dnipropetrovsk: NGU, 2015. pp. 168 – 171.

4. Yang Z.J., Li Q., Xu G., Hulsey J.L. Seasonal freezing effects on the dynamic behavior of highway bridges. Geotechnical Special Publication 2010 GeoShanghai International Conference - Soil Dynamics and Earthquake Engineering. Proceedings of the 2010 GeoShanghai International Conference" Shanghai. 2010. pp. 162-168.

5. Assali I.F. Thermal analysis and bearing capacity of piles embedded in frozen uniform soils. University of Windsor. 1996. 135 p.

6. Prokopov A.Yu., Maslennikov S.A., Shinkar' D.I. Nauchnoe obozrenie, 2013. №11. pp. 102-107.

7. Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A., Prokopov A.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3161

8. Pol'skoy P.P., Mailyan D.R. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (chast' 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307

9. Ovchinnikova T.S., Marinin A.N., Ovchinnikov I.G. Naukovedenie. 2014. №5 (24). p. 71.

10. Andrianov Yu.A. Vestnik MADI. 2014. №2 (37). pp. 77 – 81.