

Таким образом, результаты комплексной оценки по разработанной методике дают более точные показания класса безопасности и соответственно конкретные технические решения для участка трубопровода с коррозионными повреждениями стенки, находящегося в геологических условиях, подверженных риску возникновения карста, по сравнению с используемыми в настоящее время методиками отраслевых стандартов и стандартов. Поэтому, применение такой методики позволяет дать оценку и необходимые технические решения по дальнейшей эксплуатации объекта с возможностью прогнозирования работы трубопроводных систем со стороны эксплуатирующей организации.

Литература

1. Реутских Н. В., Бережной М. А., Дуденко И. А. Геотехнический мониторинг для магистральных трубопроводов в различных типах многолетнемерзлых пород //Научный журнал Российского газового общества. – 2016. – №. 2. – С. 22-26.
2. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территории от опасных геологических процессов».
3. СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*» (с Изменениями N 1, 2).
4. Строкова Л. А., Ежкова А. В., Леонова А. В. Применение линеаментного анализа для оценки карстоопасности при проектировании магистрального газопровода в Южной Якутии //Известия Томского политехнического университета. – 2020. – Т. 331. – №. 11. – С. 117-126.
5. СТО ГАЗПРОМ 2-2.3-112-2007. Методические указания по оценке работоспособности участков магистральных газопроводов с коррозионными дефектами. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2007.
6. СТО ГАЗПРОМ 2-2.3-173-2007. Инструкция по комплексному обследованию и диагностике магистральных газопроводов, подверженных коррозионным растрескиванием под напряжением. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2008.

ПРИМЕНЕНИЕ КРИОГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Никулин Е.В.

Научный руководитель – профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сооружение магистральных трубопроводов в районах России (Арктика, Дальний Восток [5, 6]) с вечномерзлыми грунтами является экономически затратным процессом. Это связано, прежде всего, со сложными инженерно-геологическими условиями данной территории, которые влияют на надежность работы трубопровода. Здесь можно отметить морозные пучения, сезонные оттаивание и замерзание грунта, солифлюкцию и другие процессы, которые приводят к просадке грунта, к изменениям его температуры, что негативно сказывается на сооруженном трубопроводе.

Возникающие ввиду указанных причин повреждения на теле проложенной трубы могут привести к разливу нефти, что особенно опасно в регионах с вечномерзлыми грунтами. Это связано с невысокой биологической активностью в таких условиях, что, в свою очередь, вызывает затруднения в восстановлении экосистемы указанных регионов.

Чтобы избежать последствий просадок и оседаний грунтов (чтобы повысить их несущую способность) можно применять криогели на основе поливинилового спирта. Исследования в этой области отражены, например, в работе [4], где авторы установили, что при рассмотрении напряженно-деформированного состояния трубопровода (для анализа использовался программный комплекс ANSYS) в основании, закрепленном криогелем, напряжения в модели уменьшились больше, чем в 2 раза (с 300 до 124 МПа).

В свою очередь, согласно [1, 4], криогели упрочняются после их замораживания/размораживания, что и характерно для верхних слоев грунтов (сезонные оттаивание и замерзание) северных регионов России, как указывалось ранее. Также в [1] отмечается экологичность криогелей: за счет их водоизолирующих свойств создаются благоприятные условия для корневых систем растений в зимний период.

В настоящей работе в качестве упрочняемого грунта рассмотрена глина ввиду ее распространенности и хорошей способности к влагонасыщению с различным содержанием криогеля. Критериями оценки несущей способности являются предел прочности на одноосное сжатие и модуль упругости грунта.

Для лабораторных испытаний были подготовлены образцы из глины массой 220 г. в соответствии с [3] (рис. 1). С целью выявления оптимального соотношения количества криогеля к испытуемому грунту были использованы составы «глина+криогель» с различным процентным содержанием полимера (таблица 1). С целью определения среднего значения характеристик испытываемых образцов подготовлено по 3 образца для каждого типа испытываемого грунта.



Рис.1 Подготовленные образцы



Рис.2 Испытание образцов

Испытуемые образцы были выдержаны в течение 15 часов при температуре минус 5 °С, а после – извлечены в условия комнатной температуры (20 °С). Спустя 2 часа были организованы работы по определению предела прочности при одноосном сжатии образцов и модуля упругости согласно [2] (рис. 2). Все результаты испытаний представлены в таблице 2 и на рис. 3.

Таблица 1
Составы «глина+криогель»

Номер испытуемого образца грунта: состав	Массовый состав компонентов, г	Номер испытуемого образца грунта: состав	Массовый состав компонентов, г
1.1: глина+криогель 5%	209+11	4.2: глина+криогель 5%+ +вода 10%+песок 5%	176+11+22+11
1.2: глина+криогель 10%	198+22	4.3: глина+криогель 1%+ +вода 10%+песок 10%	173,8+2,2+22+22
1.3: глина+криогель 20%	176+44	4.4: глина+криогель 5%+ +вода 10%+песок 10%	165+11+22+22
2.1: глина+криогель 10%+песок 5%	187+22+11	4.5: глина+криогель 1%+ +вода 10%+песок 15%	162,8+2,2+22+33
2.2: глина+криогель 10%+песок 10%	176+22+22	4.6: глина+криогель 5%+ +вода 10%+песок 15%	154+11+22+33
2.3: глина+криогель 10%+песок 15%	165+22+33		
3.1: глина+вода 10%	198+22		
3.2: глина+криогель 1%+вода 10%	195,8+2,2+22		
3.3: глина+криогель 5%+вода 10%	187+11+22		
4.1: глина+криогель 1%+вода 10%+ +песок 5%	184,8+2,2+22+11		

Таблица 2
Результаты испытаний (модуль упругости)

Номер испытуемого образца грунта	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
Модуль упругости, МПа	74,6	66,6	51,6	40,0	32,2
Номер испытуемого образца грунта	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1
Модуль упругости, МПа	45,5	67,7	22,6	19,1	17,2
Номер испытуемого образца грунта	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Модуль упругости, МПа	14,3	15,8	14,0	14,5	17,0

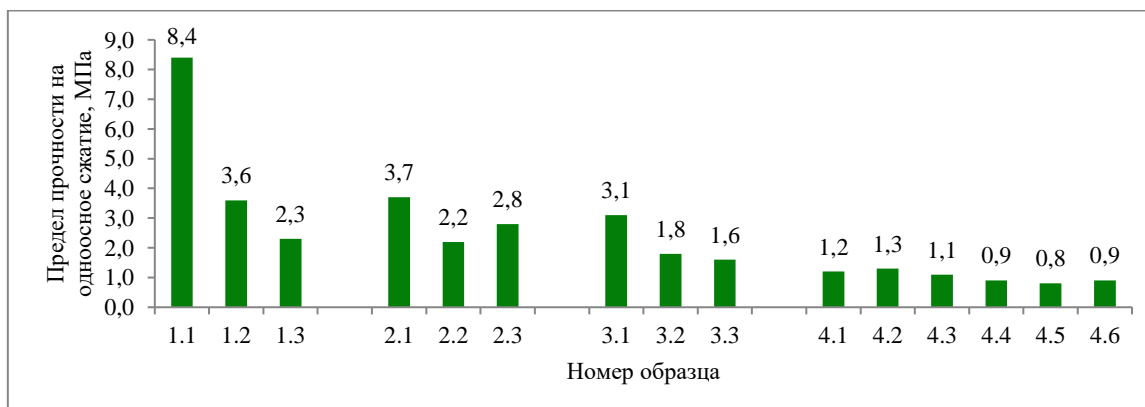


Рис.3 Результаты испытаний (предел прочности на одноосное сжатие)

Как видно из табличных данных и рис. 3 образец 4.2 «глина+криогель 5%+вода 10%+песок 5%» четвертой группы (4.1–4.6) имеет более высокий предел прочности, равный 1,3 МПа.

Обращая внимание на результаты испытаний третьей группы (3.1–3.3), отметим, что смесь 3.1 «глина+вода 10%» имеет больший предел прочности (3,1 МПа), чем остальные. Это связано с тем, что криогель является 5%-м полимером.

В пределах второй группы (2.1–2.3) образец 2.1 «глина+криогель 10%+песок 5%» показал наибольшее значение предела прочности на одноосное сжатие, равное 3,7 МПа.

Исходя из результатов испытаний образцов первой группы (1.1–1.3), видно, что образец 1.1 «глина+криогель 5%» показал значение оцениваемого параметра 8,4 МПа.

Обобщая итоги всех испытаний, зафиксировано, что наибольший предел прочности на одноосное сжатие и наибольшее значение модуля упругости имеются у смеси 1.1 «глина+криогель 5%». Необходимо отметить, что испытуемые образцы подверглись только одному циклу замораживание/размораживание.

Можно сделать выводы:

1. Производство работ по укреплению грунтов имеет смысл при процентном содержании криогеля в грунте не более 5%. При этом наблюдается повышение несущей способности (предела прочности на сжатие) смеси «глина+криогель 5%» в 2,7 раза в сравнении с обычным грунтом (образец «глина+вода 10%»).

2. Исходя из того факта, что в северных регионах России располагаются большие запасы углеводородов [5, 6], можно предположить, что методы повышения надежности эксплуатации магистральных трубопроводов путем

увеличения несущей способности грунтов будут развиваться. И как видно из результатов проведенных лабораторных испытаний, применение криогелей – перспективный для решения указанной проблемы способ.

Литература

1. Алтунина Л.К., Бурков В.П., Бурков П.В., Дудников В.Ю., Осадчая Г.Г., Овсянникова В.С., Фуфаева М.С. Применение криогелей для решения задач рационального природопользования и эксплуатации объектов магистральных трубопроводов в условиях Арктики // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2020. – №2 (10). – С. 173–185.
2. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой). Введён 01.01.2012 г. – М.: Стандартинформ, 2011. – 78 с.
3. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. Введён 01.07.2013 г. – М.: Стандартинформ, 2018. – 12 с.
4. Коновалова О.С., Попова О.В. К вопросу о повышении несущей способности грунтов, предотвращении и остановке эрозийных процессов использованием при строительстве объектов нефтегазового комплекса криогелей // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2018. – №1. – С. 150–153.
5. Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года» от 28.12.2009 № 2094-р // Правительство России официальный сайт government.ru.
6. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» от 26.10.2020 № 645 // Официальный интернет-портал правовой информации publication.pravo.gov.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МИМП В ПЕРИОД ПАВОДКОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Никулина Ю.А.

Научный руководитель - профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Некоторые районы России подвержены паводкам. Такого вида явления очень опасны. По информации МЧС паводок – это фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным, увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

Некоторые нефтяные Компании разрабатывают мероприятия, обеспечивающие устойчивую и бесперебойную работу производственных объектов в этот период. Данные мероприятия способствуют выполнению требований охраны окружающей среды, землепользования, промышленной и пожарной безопасности. Основная цель мероприятий – обеспечение надежной эксплуатации производственных объектов в период весеннего паводка в зоне ответственности предприятия – Охинский и Ногликский районы Сахалинской области, Николаевский, Ульчский, Комсомольский и Амурский районы Хабаровского края. В периоды интенсивного таяния снега обычно усиливают лабораторный контроль состояния основных рек и воздушной среды. На предприятии состоянии готовности структурных подразделений Общества к работе в сложных условиях контролирует отдельная служба.

Для контроля над состоянием рек и водоемов, промышленных объектов, расположенных на территории обособленных подразделений «Сахалинморнефтегаза», организован мониторинг и ежедневно собирают информацию. Также большое внимание уделяют объектам, которые располагаются в труднодоступных районах и удалены от дорог с твердым покрытием. В данных локация работа в весенний/осенний период может быть сильно осложнена в виду возможного затопления.

Особое внимание также уделяют на подготовку к половодью нефтегазопроводов переходящих через реки и малые водотоки. Подготовка включает в себя: проверку системы линейной телемеханики, проводят работы по предотвращению затоплений на подводных переходах через реки. Специалисты обследуют и при необходимости дополнительно укрепляют некоторые участки трубопроводов, сооружений связи, опор линий электропередачи, проходящих вдоль трасс, которые подвергаются размыву паводковыми водами. С учетом ожидаемого паводка на основе прогнозных данных о предстоящем половодье территории производственных объектов освобождаются от снега, расчищаются ливневые канализации, нефтегазодобывающие цеха приступили к ломке льда в «карманах» нефтеловушек, операторы проводят осмотр скважин, промысловых трубопроводов, не оставляя без внимания низины, поймы рек и мелких водоемов. На предприятиях разработали специальные противоаварийные звенья с некоторым необходимым запасом ресурсов с помощью которых осуществляют восстановительные работы. До начала паводка проводятся тренировки с рабочими во всех цеховых подразделениях. Учебные мероприятия являются важной составляющей в работе по плановой подготовке персонала и подразделений к безопасному функционированию объектов в период половодья.

Уже известными методами (визуальный осмотр, магнитная и ультразвуковая томография) с технологией, основанной на беспроводной ультразвуковой многоканальной передаче данных под водой, возможно осуществление контроля и оценки состояния технического оборудования. Передающая матрица может быть прикреплена на томограф (камеру), который погружен под воду, принимающая матрица может находиться на поверхности, для дальнейшей связи по спутниковой связи.

На основе на технологии «Multiple Input-Multiple Output» реализована многоканальная передача данных в воде. В сравнении с одноканальными акустическими системами такой метод передачи данных увеличил в несколько