

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ И ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Пугач В.Н.¹, Бойцов С.В.¹, Михальченко Д. И.²

¹АО «НПП «Эталон», г. Омск, Россия, e-mail: fgup@omsketalon.ru

²Лаборатория геотехнического контроля газопромысловых объектов (ЛГКГО), служба геотехнического мониторинга (СГТМ) ООО "Газпром добыча Надым", г. Надым, Россия, тел.: +7(3499)568-754

В статье рассматриваются примеры применения систем мониторинга температуры на функционирующих НГКМ. Так же описываются экспериментальные участки, где применяются данные системы для исследования эффективности методов термостабилизации грунтов.

EXPERIENCE OF APPLICATION OF TEMPERATURE MONITORING SYSTEMS AND THERMAL FLOWS OF THE EARTH FROZEN SOILS

Pugach V.N.¹, Boiychov S.V.¹, Mikhachenko D. I.²

¹ Research and Production Company Etalon JSC, Omsk, Russia; e-mail: fgup@omsketalon.ru

² Laboratory of geotechnical control of gas-field objects (LUNG), geotechnical monitoring service (STM) of LLC Gazprom dobycha Nadym, Nadym, Russia, tel: + 7 (3499)568-754

The article discusses the application examples of monitoring systems of temperature on functioning oil and gas condensate field. Also described are experimental sites where these systems are used to study the effectiveness of thermal stabilization methods of soils.

Эксплуатация и строительство зданий и сооружений в районах вечной мерзлоты испытывают значительные трудности из-за большого разнообразия и легкой ранимости грунтов оснований. Ситуация, кроме того, существенно осложняется развивающимся сейчас глобальным изменением климата. В Российской Федерации общая площадь вечномёрзлых грунтов составляет около 63% территории. На этой территории существует и развивается почти весь газодобывающий комплекс, значительная часть нефтедобычи, добыча цветных металлов, золота и алмазов; проходят газо- и нефтепроводы, железные и автомобильные дороги; расположены города и поселки с аэродромами и другой инфраструктурой. Многолетнемерзлые основания при приложении тепловых и механических нагрузок (особенно, если при проектировании и строительстве не были проведены качественные изыскания, на основании которых были предложены определенные мероприятия по стабилизации мерзлоты) оказываются неустойчивыми при техногенном воздействии. Считавшиеся ранее твердомерзлые грунты переходят в пластичномерзлое состояние, изменяется их водный режим, появляются таликовые зоны, увеличиваются глубина сезонно-талого слоя, идет процесс техногенного обводнения и засоления, активизируются опасные криогенные процессы.

Для предотвращения рисков возникновения негативных последствий (деформаций зданий и сооружений) и затрат на их ремонт и восстановление, необходимо вести постоянный геотехнический мониторинг и внедрять различные методы обеспечения эксплуатационной надежности объектов на всех стадиях жизненного цикла сооружений.

Наиболее эффективными, на сегодняшний день, являются технические решения в области температурной стабилизации грунтов[1-3].

Разработанные АО «НПП «Эталон» системы мониторинга температуры и тепловых потоков применяются в составе систем температурной стабилизации грунтов, что позволяет оценить эффективность данных систем, а также контролировать температурные режимы грунтов и при необходимости принять дополнительные меры по термостабилизации грунтов.

Одним из опытов применения является ООО «Газпром добыча Надым» комплектов, состоящих из термокос МЦДТ 0922, логгеров ЛЦД-1/100 РМ, а также контроллеров портативных ПКЦД – 1/100.

Начиная с 2014 года, специалистами службы геотехнического мониторинга инженерно-технического центра данной компании применяется термометрическое оборудование производства АО «НПП «Эталон» для контроля температуры грунтов оснований объектов газопромысловой инфраструктуры.

К настоящему времени на объектах газоконденсатных месторождений общества (Бованенковское, Юбилейное, Медвежье) используется порядка 150 комплектов радиоканального термометрического оборудования (в составе термокос МЦДТ и логгеров ЛЦД – 1/100 РМ) (рис. 1, 2), а так же порядка 90 термометрических кос МЦДТ, используемых в режиме периодического опроса с контроллера ПКЦД.



Рис. 1 – Дожимная компрессорная станция Медвежьего НГКМ



Рис. 2 - Дожимная компрессорная станция Юбилейного НГКМ

Так же на участках газопровода устанавливают радиоканальное термометрическое оборудование (в составе МЦДТ 1301 и логгеров ЛЦД – 1/100 РМ), схема размещения представлена на рисунке 3, фото местности с сетью термометрических скважин представлено на рисунке 4.

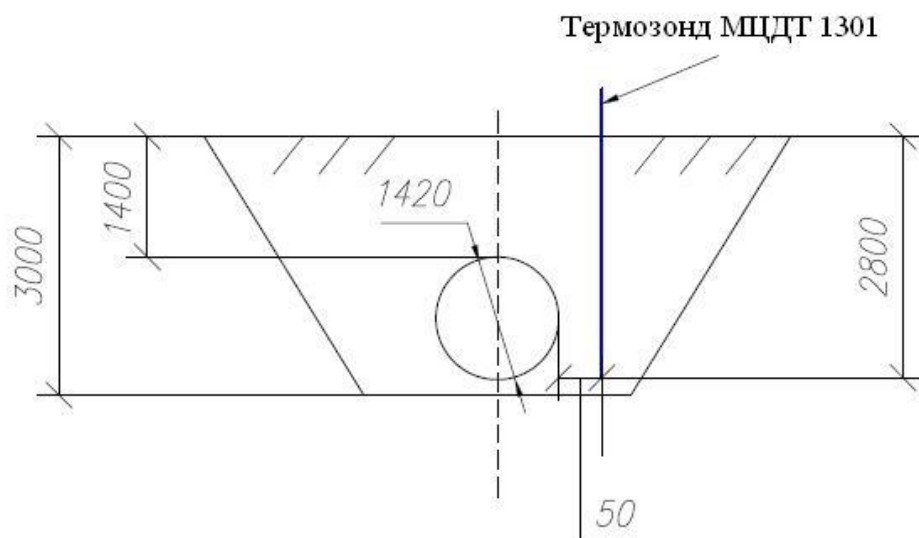


Рис. 3 – Схема размещения МЦДТ 1301 возле подземного газопровода

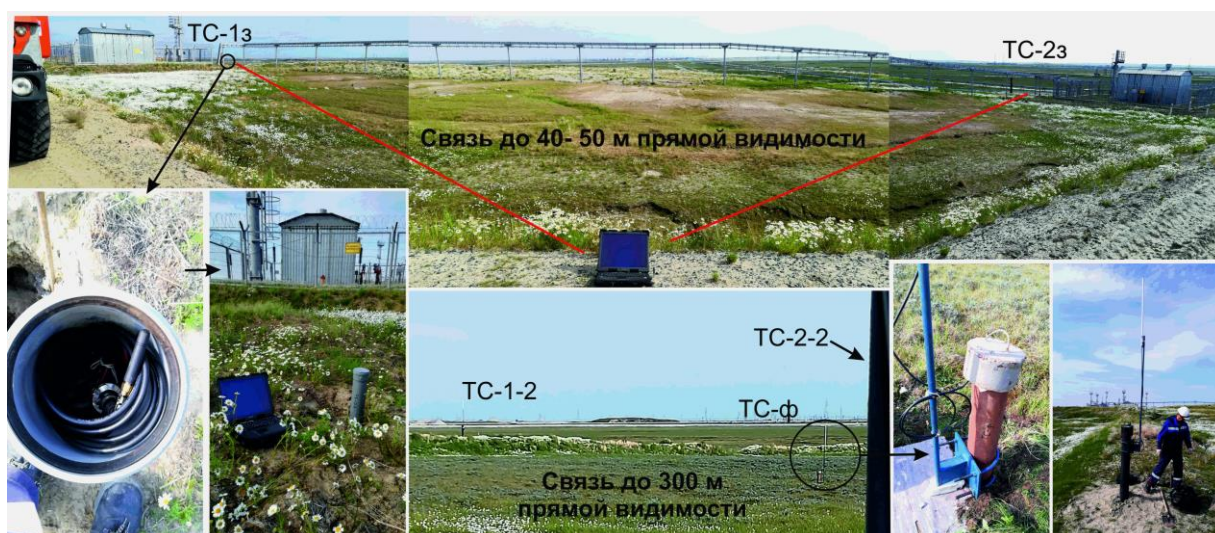


Рис. 4 – Сеть термометрических скважин

За время эксплуатации специалистами службы геотехнического мониторинга отмечена высокая эффективность данного оборудования для решения задач геотехнического мониторинга инженерных сооружений в криолитозоне. Отмечено удобство и легкость настройки оборудования, и высокий уровень развития сопутствующего программного обеспечения.

По мере эксплуатации оборудования, вырабатываются рекомендации и пожелания по совершенствованию и расширению возможностей оборудования и программного обеспечения.

Так же системы мониторинга температуры и тепловых потоков применяется на экспериментальных участках нефтепроводов, где для стабилизации грунтов применяются навесы. На рисунке 5 представлена схема расположения навесов и систем мониторинга температуры (термометрическая скважина) и тепловых потоков (тепломер) на опорах надземного нефтепровода. На рисунке 6 представлено фото одной из опор нефтепровода с навесом.

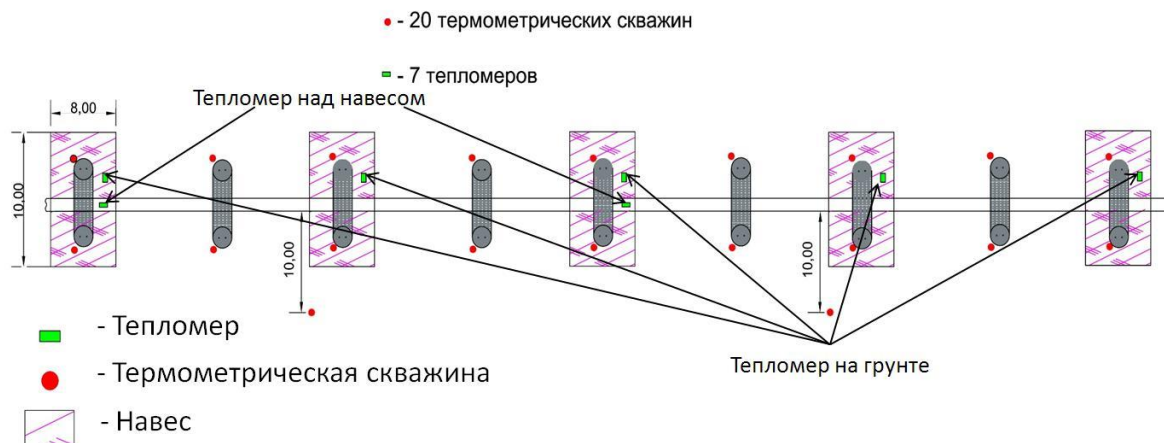


Рис. 5 – Схема размещения термометрических скважин и датчиков теплового потока под навесами над опорами надземного нефтепровода



Рис. 6 – Опора нефтепровода без навеса, и с навесом и системами мониторинга температуры и тепловых потоков

Аналогичная система была расположена на участке подземного нефтепровода, схема расположения представлена на рисунке 7, фото данного участка представлено на рисунке 8. Сами навесы (различные по конструктиву и материалам изготовления) отмечены различной цветной штриховкой. Под одним из навесов (на схеме это в центральном навесе) располагаются три датчика теплового потока на разных уровнях: на грунте; в середине (по высоте) навеса и на уровне самого навеса. Под оставшимися навесами располагаются по одному датчику теплового потока. Один из датчиков теплового потока необходимо расположили вне навесов - для оценки «естественных» потоков, в которые не вносят изменения сами навесы. Влияние потоков от самого трубопровода необходимо учитывать ещё одним датчиком, установленным непосредственно над трубой также вне навесов.

Термометрические скважины обозначены красными овалами. Первые скважины располагаются на минимально-возможном расстоянии от трубопровода. Далее на

расстоянии 1-2 метра от первых. Скважины возле леса необходимы для более точного определения температур грунтов на экспериментальном (проблемном) участке трубопровода. Скважины в верхнем правом участке рисунка необходимы для учёта влияния температуры трубопровода на температуру грунта вне навесов.

Количество:

8 - тепломеров

18 - термоскважин

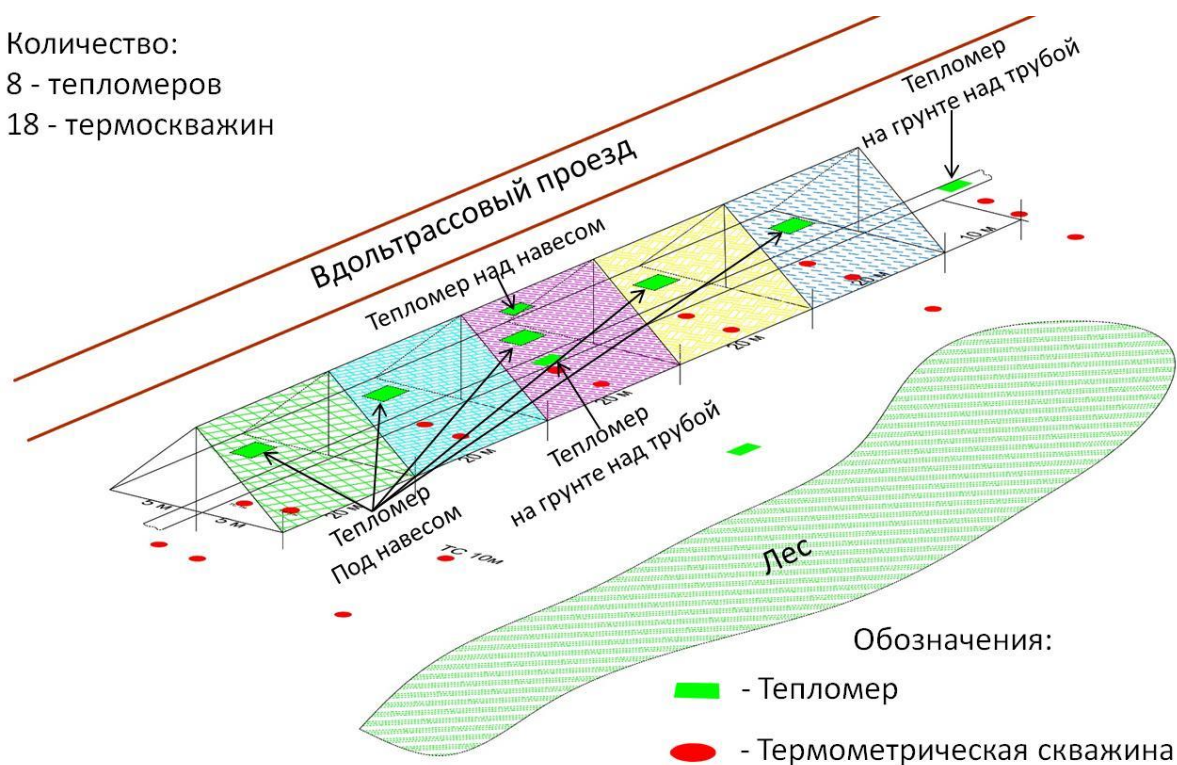


Рис. 7 – Схема размещения навесов, термометрических скважин и датчиков теплового потока подземного нефтепровода



Рис. 8 – Размещенные навесы, термометрические скважины и датчики теплового потока подземного нефтепровода

В настоящее время на данных участках продолжаются работы по сбору и обработке данных.

Таким образом, системы мониторинга температуры и тепловых потоков являются необходимыми составляющими, как для эксплуатируемых объектов, так и для проведения новых изысканий в области строительства и стабилизации вечномёрзлых грунтов.

Литература

1. Ибрагимов Э.В., Гамзаев Р.Г.. Системы термостабилизации грунтов для зданий и сооружений с проектным решением полов по грунту// Нефтегазовое строительство. 2014. №1. с. 40-45.
2. Галкин М.Л., Рукавишников А.М., Генель Л.С.. Термостабилизация вечномёрзлых грунтов// . 2013. №10. с. 44-47.
3. Валиев Н.А., Кондратьев В.Г.. Эксперименты по охлаждению многолетнемерзлых грунтов основания железнодорожного пути центрального участка БАМ с помощью солнцезащитных навесов// Политранспортные системы материалы IX Международной научно-технической конференции. Сибирский государственный университет путей сообщения. Новосибирск СГУПС. 2017.