

УДК 624.139:621.643

РАЗРАБОТКА И ОПЫТ УСТРОЙСТВА ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ ГРУНТОВ С ПОМОЩЬЮ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Рассматривается метод стабилизации мерзлых грунтов, осуществляемый с помощью наклонно-направленного бурения. Опытные технологические испытания такой системы показали техническую надежность предлагаемого охлаждающего устройства и оправданность его использования для термостабилизации мерзлых оснований.

ИБРАГИМОВ ЭНВЕР ВАЛЕРЬЕВИЧ

Ведущий инженер отделения строительно-монтажных работ ОАО "Фундаментпроект", ассистент кафедры механики грунтов, оснований и фундаментов МГСУ (Москва, Россия).

Основное направление научной деятельности – проектирование и разработка технологий и устройств для укрепления талых и термостабилизации мерзлых грунтов.

Автор двух изобретений.

ГАМЗАЕВ РИНАТ ГАМИДОВИЧ

Инженер отделения строительно-монтажных работ ОАО "Фундаментпроект" (Москва, Россия).

Основное направление научной деятельности – проектирование и разработка технологий и устройств для укрепления талых и термостабилизации мерзлых грунтов.

АНДРЕЕВ МАТВЕЙ АНДРЕЕВИЧ

Кандидат технических наук, главный специалист отделения строительно-монтажных работ ОАО "Фундаментпроект", почетный строитель России (Москва, Россия).

Основные направления научной деятельности – проектирование и внедрение технологий бурения скважин различного назначения, разработка технологий и устройств для укрепления талых и термостабилизации мерзлых грунтов.

Автор более 10 опубликованных работ и четырех изобретений.

ДОРОФЕЕВА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА

Помощник генерального директора ООО "РусИнтерХолдинг" (Москва, Россия).

Основное направление научной деятельности – разработка технологий бурения скважин методом горизонтально-направленного бурения.

Автор пяти опубликованных работ.

В последние годы отмечается рост аварийности зданий и сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Из всех случаев разрушения сооружений около 85% приходится на потерю несущей способности оснований и фундаментов. В Федеральном законе [1] важнейшим требованием при изысканиях, проектировании и возведении оснований и фундаментов является обеспечение их полной безопасности и безаварийности.

Опыт строительства на многолетнемерзлых грунтах показывает, что необходимо разрабатывать и применять новые технические решения с учетом долгосрочных прогнозов и возможностью управления температурным режимом грунтов оснований, позволяющие компенсировать отрицательное воздействие изменения климата для существующих, строящихся и проектируемых сооружений. Традиционные конструкции охлаждающих устройств и способы их монтажа применяют в основном для проектируемых зданий и сооружений, в то время как стабилизация грунтов оснований действующих объектов связана с существенными затратами и не всегда оправдана [2, 3].

Для повышения несущей способности оснований и фундаментов на мерзлых грунтах необходимо разработать комплекс мероприятий, из которых наиболее эффективны дополнительная теплоизоляция; устройство вентилируемых подполий; термостабилизация грунтов основания.

Для обеспечения стабилизации температурного режима грунтов основания применяются вертикальные и пологонаклонные системы термостабилизации. В последнее время разработана наклонно-направленная система термостабилизации, осуществляемая с помощью наклонно-направленного бурения (ННБ) в наклонном, почти горизонтальном направлении. Сочетание такого бурения с устройством пологонак-

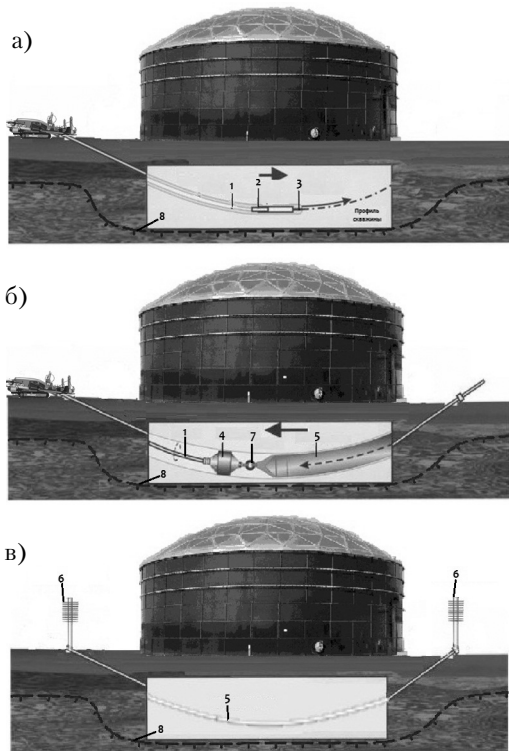


Рис. 1. Установка термостабилизатора с помощью ННБ:

а - первый; б - второй; в - третий этапы; 1 - буровая колонна; 2 - прибор для изменения кривизны; 3 - головка направляющей колонны; 4 - расширитель; 5 - испаритель; 6 - конденсатор; 7 - серьга; 8 - кровля ВМГ

лонной системы термостабилизации грунтов является эффективным и экономически выгодным способом стабилизации температурно-неустойчивых грунтов действующих и проектируемых объектов.

Этот метод предусматривает (рис. 1):

- расчет траектории бурения и бурение pilotной скважины, подбор оборудования, обеспечивающего наивысшую скорость проходки;
- протяжку буровой установкой через створ скважины испарителя термостабилизатора. При этом скважина расширяется до размера, превышающего диаметр испарителя термостабилизатора на 20...25%;
- монтаж транспортных участков и конденсаторов термостабилизатора, которые крепятся к испарителю.

Пологонаклонная система термостабилизации представляет собой заправленное хладагентом охлаждающее устройство (термостабилизатор), состоящее из труб конденсатора и испарителя, соединенных сильфонными рукавами.

Перемычка в середине испарительной части разделяет всю систему на два пологонаклонных термостабилизатора. При необходимости возможно использование транзитного участка

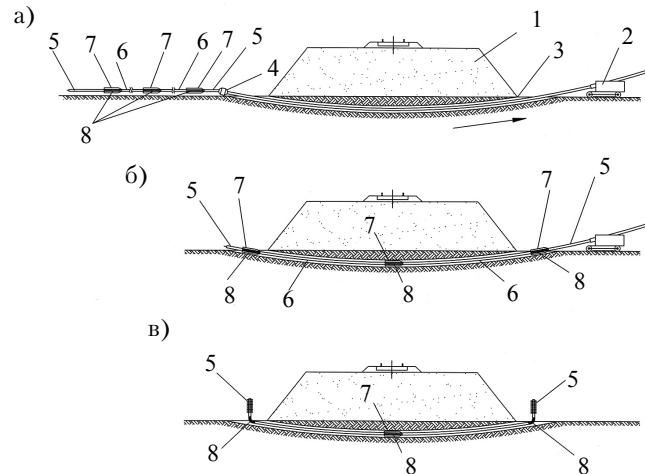


Рис. 2. Охлаждающее устройство для температурной стабилизации многолетнемерзлых грунтов и способ его монтажа:

а - бурение наклонной скважины; б - протяжка охлаждающего устройства; в - установка устройства в рабочее положение; 1 - существующее сооружение; 2 - буровая установка; 3 - наклонная скважина; 4 - вертлюг; 5 - труба конденсатора; 6 - труба испарителя; 7 - защитный бандаж; 8 - сильфонный рукав

с отводами для объединения конденсаторных частей в куст, а также устройство площадки обслуживания, которая облегчает мониторинг системы и обеспечивает эксплуатационную пригодность конструкции.

Преимущество установки термостабилизаторов при наклонно-направленном бурении предусматривает бестраншейную укладку оборудования. Такая прокладка может осуществляться в любых грунтовых условиях и не требует дополнительных мероприятий по укреплению грунта; обеспечивает сохранение естественной структуры грунтов основания под сооружением, надежность, высокие темпы и точность проходки, непрерывный контроль за траекторией прокладки.

Этот метод позволяет совмещать работу по термостабилизации грунтов и монтажу надземных конструкций строящихся сооружений.

Разработанное в ОАО "Фундаментпроект" охлаждающее устройство для температурной стабилизации многолетнемерзлых грунтов ТСГ. Н 60-20 и способ монтажа такого устройства (защищено Патентом №2454506 и отмечено Золотой медалью "Инновации для инвестиций будущего" [4]) обеспечивает повышение производительности работ в 1,5...2,0 раза за счёт снижения энергозатрат при протяжке охлаждающих устройств по сравнению с их вдавливанием после традиционного наклонного бурения (отсутствие сжимающих и минимум изгибающих напряжений), а также исключает земляные работы при открытом способе монтажа термостабилизаторов (рис. 2).

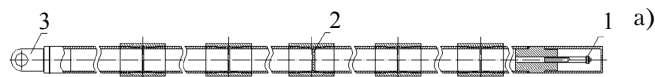


Рис. 3. Термостабилизатор грунта наклонный ТСГ.Н 60-20:

1 - клапан заправочный; 2 - перемычка глухая; 3 - серьга

Технология установки пологонаклонной системы термостабилизаторов включает в себя проходку скважины под существующим сооружением методом ННБ или статического управляемого прокола с последующим расширением скважины. После расширения скважины за вертлюг крепят термостабилизатор и осуществляют его протяжку до положения, при котором конденсаторные трубы находятся над поверхностью грунта. После протяжки охлаждающего устройства крайние бандажы демонтируются, трубы устанавливаются в рабочее (вертикальное) положение и выполняется окончательный монтаж оребрения конденсаторов.

В процессе реализации разработанной технологии силами специалистов ОАО "Фундаментпроект" и ООО "Русинтерхолдинг" оценивалась следующая работоспособность охлаждающего устройства:

- устойчивость растягивающим и изгибающим нагрузкам при его протяжке;
- герметичность конструкции;
- скорость протяжки и затраты времени на вспомогательные операции при монтаже-демонтаже;
- сопротивляемость конструкции динамическим нагрузкам при погрузке-разгрузке и транспортировке.

Отдельные узлы термостабилизатора были изготовлены на опытном производстве ОАО "Фундаментпроект". При этом охлаждающее устройство было разделено на две части длиной по 10 м: первая – от заправочного клапана до глухой перемычки, вторая – от глухой перемычки до серьги (рис. 3). Первая часть устройства была заправлена хладоносителем, вторая – не заправлялась.

Доставленные на опытную площадку обе части ТСГ.Н 60-20 были свинчены и уложены на поверхность таким образом, что серьга находилась в месте проектируемого выхода на поверхность пилотного долота.

Проходка скважины осуществлялась с помощью буровой установки DDW-150E по технологии ННБ в сухих среднезернистых песках пилотным долотом диаметром 110 мм с промывкой скважины бентонит-полимерной композицией типа SwelitoniteHQ. Положение пилотного долота и бурильной колонны контролировалось локационной системой Digitrak F2.

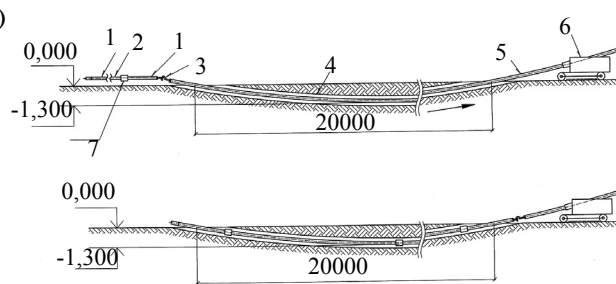


Рис. 4. Опытный монтаж термостабилизатора ТСГ.Н 60-20 в скважину, пробуренную наклонно-направленным методом:

а - начало протяжки; б - завершение протяжки; 1 - труба конденсатора; 2 - испаритель; 3 - вертлюг с серьгой; 4 - скважина; 5 - колонна бурильных труб; 6 - буровой станок DDW-150E; 7 - муфта

Скважина была забурена под углом наклона 9 град. к горизонту с последующим плавным выполаживанием до длины 10 м; максимальная глубина скважины от поверхности земли составила 1,3 м. От точки перегиба с глубины 1,3 м скважина проходила плавно-восстающей и пилотное долото вышло на поверхность по достижении проектной длины 20 м с отклонением от проектной точки на 0,14 м.

Время бурения скважины составило 39 мин, на вспомогательные операции (подача бурильных труб манипулятором буровой установки к вращателю, наращивание труб, промывка скважины перед началом бурения) было затрачено 19 мин. Средняя механическая скорость бурения по скважине 30,77 м/час.

Зафиксированные контрольно-измерительными приборами показания усилия P при протяжке в зависимости от положения серьги ТСГ.Н 60-20 составили 4,7; 8,1; 10,4; 12,2 кН при расстояниях L от термостабилизатора до устья скважины соответственно 20; 15; 10; 5 м.

Общее время протяжки термостабилизатора с учётом вспомогательных операций 37 мин.

Извлечённый на поверхность термостабилизатор был разъединён на две части: заправленную хладоносителем и пустую. Контрольный осмотр его после протяжки показал отсутствие деформаций, нарушений резьбовых соединений и сварных швов во всех узлах опытной конструкции. После завершения визуального осмотра обе части испарителей ТСГ.Н 60-20 были доставлены в цех опытного производства, где заправленный хладоносителем узел проверен на герметичность. Утечек хладоносителя обнаружено не было.

Опытные работы по монтажу сконструированного и изготовленного охлаждающего устройства (термостабилизатора) ТСГ.Н 60-20 показали его надёжную сопротивляемость растя-

гивающим и изгибающим нагрузкам и совместимость с буровой установкой ННБ при бурении и протяжке, а также герметичность соединительных узлов конструкции.

Инструментальные обследования подтвердили позитивные результаты визуальных наблюдений по герметичности.

Полученные результаты показали возможность прогнозирования усилий протяжки для выбора оптимальных технических средств, обеспечивающих работу охлаждающих устройств с помощью современных методов горизонтально-направленного бурения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный Закон РФ от 30.12.2009 и 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
2. Гвоздик В.И., Андреев М.А., Абросимов А.И., Миронов И.А. Устройство оснований и фундаментов крупных нефтяных резервуаров в условиях Крайнего Севера // "ОФМГ". - 2007. - №6.
3. Технические указания по устранению осадков насыпей на вечной мерзлоте замораживанием оттаивающих грунтов длинномерными термосифонами. - М., 2007.
4. Патент на изобретение 2454506. Охлаждающее устройство для температурной стабилизации многолетнемерзлых грунтов и способ монтажа такого устройства / М.А. Андреев, И.А. Миронов, В.Д. Нестеров. - 2010.



Springer

the language of science

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!

Сообщаем фамилии авторов статей, переведенных и опубликованных издательством "Springer Science+Business Media, Inc." (США) в журнале "Soil Mechanics and Foundation Engineering" в 2012 г.

№5

КОРОЛЕВ К.В., ТРУФАНОВ А.Н., ДЗАГОВ А.М., СИДОРЧУК В.Ф., МАРИНИЧЕВ М.Б., МАРШАЛКА А.Ю., ХАРИРИ АРДЕБИЛИ М.А., МИРЗАБОЗОРГ Х., АБОВСКИЙ Н.П., ИНЖУТОВ И.С., ХОРОШАВИН Е.А., ДЕОРДИЕВ С.В., ПАЛАГУШКИН В.И., УЗДИН А.М., БОНДАРЬ Л.Я., ЗИМИН В.М.

№6

ГРЕВЦЕВ А.А., ТЕР-МАРТИРОСЯН З.Г., ТЕР-МАРТИРОСЯН А.З., ШУЛЯТЬЕВ С.О., ФЕДОРОВСКИЙ В.Г., ЧЕРКАСОВА Л.И., ГОНЧАРОВ Б.В., ГАРЕЕВА Н.Б., ЗАЙНЕЕВ Э.Д., МИРСАИДОВ М.М., СУЛТАНОВ Т.З., АБЖАЛИМОВ Р.Ш., ГОРБАЧЕВ П.А., ХАЛИЛОВА Ю.В.