

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ.

Верюгин А.В., Суханов П.С.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доцент Преснов О.М.

Сибирский федеральный университет

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 вечномерзлых 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. Мы считаем применение данных технологий позволяет сократить сроки и стоимость возведения нулевого цикла, сократить площадь застройки, а также обеспечить надежную эксплуатацию объектов месторождения.

До недавнего времени одним из самых распространенных инженерных решений для исключения теплового воздействия сооружений на вечномерзлые грунты было строительство проветриваемых подполий на сваях. Однако этот принцип строительства весьма материалоемок (требуются сотни тонн металла, огромное количество спецтехники) и приводит к значительному удорожанию фундаментов. В результате, на долю фундамента приходится около 60% общей сметной стоимости объекта. Помимо экономической неэффективности проветриваемые подполья не соответствуют критериям ремонтпригодности и управляемости при возникновении непредвиденных тепловых воздействий на вечномерзлые грунты. Это привело к тому, что в процессе эксплуатации более трети зданий и сооружений в Норильске, Воркуте, Якутске, Дудинке и других, начали испытывать деформации.

Для замены классических схем строительства зданий, сооружений, промышленных объектов на вечной мерзлоте, требуются новые, экономически эффективные, надежные и безопасные технологии.

Проанализировав все виды и методы термостабилизации, нами были выделены четыре основных вида сезонно-действующих охлаждающих устройств:

Горизонтальные естественнодействующие системы (ГЕТ);

Вертикальные естественно действующие системы (ВЕТ);

Индивидуальные СОУ – теомостабилизаторы (ТК);

Глубинные СОУ.

Принцип действия термостабилизирующих устройств заключается в переносе естественного холода к основанию фундамента, благодаря чему в вечной мерзлоте поддерживается неизменная температура, грунт не растепляется от теплового воздействия зданий или в результате сложных процессов, происходящих в подземных слоях. Устройства не требуют затрат электроэнергии, их действие основано на использовании силы тяжести и разницы температур грунта и воздуха. В качестве хладагента используется аммиак или углекислота, которые перекачиваются по системе, перенося тепло от грунта к надземной конденсаторной части.

Многолетняя практика в научно-исследовательской, проектной и строительной деятельности в области возведения зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах определила три главных требования к системам температурной стабилизации грунтов: надежность, эффективность и управляемость.

Так, использование систем «ГЕТ» и «ВЕТ» — позволяет с наименьшими капиталовложениями на стадии нулевого цикла выполнить фундаменты различных зданий и сооружений и в дальнейшем снизить затраты на их эксплуатацию в экстремальных с точки зрения геокриологии природно-климатических условиях Крайнего Севера.

Системы «ГЕТ» и «ВЕТ» также соответствуют и критерию «управляемость», то есть способности справляться с нестандартными ситуациями (непредвиденные тепловыделения, последствия аномально теплых зим, требования скорости строительства). В конструкции используются резервные (сухие) полиэтиленовые трубы, которые могут подключаться к передвижной серийно-выпускаемой холодильной машине и производить принудительное охлаждение грунта.

В ходе изучения материала нами был проведен мониторинг объектов, по отношению к которым прорабатывались два типа обустройства систем сохранения грунтов в вечномерзлом состоянии - это ХПП и система ГЕТ. Затраты на устройство ХПП обходятся на 20-50% дороже чем устройство систем ГЕТ.

В результате проработки материала нами были выделены оптимальные области применения систем термостабилизации грунтов при строительстве на ВМГ:

➤ На линейно- протяженных объектах, таких как нефтепродуктопроводы, газопроводы, технологические трубопроводы, автомобильные дороги, железные дороги, опоры мостов и акведуков, опоры ЛЭП, опоры технологических трубопроводов и водоводов рационально применять системы ГЕТ, ВЕТ, СОУ и ТК.

➤ На инженерных сооружениях, таких как резервуарные парки емкостей, устья газовых скважин, устья нефтяных скважин, факелы открытого типа, шламовые амбары, полигоны ТБО, парки химических реагентов, технологические эстакады рационально применять системы ГЕТ, ВЕТ и ТК.

➤ При эксплуатации зданий, таких как нефтеперекачивающие станции, газокompрессорные станции, опорные базы промыслов, жилые комплексы, промышленные здания, здания общественно - гражданского назначения рационально применять системы ГЕТ, ВЕТ и ТК.

➤ На гидротехнических сооружениях, таких как плотины, склоновые участки нефтегазопроводов, берегоукрепления, гидроузлы, дамбы, ГЭС,

противофильтрационные мерзлотные завесы рационально применять системы ГЕТ, ВЕТ, СОУ и ТК.

Разработка эффективных способов обеспечения надежности зданий и сооружений, возведенных в вечномёрзлых грунтах, требует особого подхода к их решению. Обеспечение надежной эксплуатации зданий и сооружений является одной из основных проблем в экологическом и геотехническом плане, на которые необходимо обращать постоянное внимание. В идеале этого можно достичь применением целого комплекса мероприятий для различных этапов «жизни» инженерно-технического объекта.

После анализа всех систем термостабилизации нами был разработан общий подход к мероприятиям по проектированию, строительству и эксплуатации промышленных и гражданских сооружений.

Первый этап – это проведение инженерно-геокриологических изысканий. На данном этапе необходимо провести качественный анализ территории площадки, предназначенной для строительства объекта, а также территорий, прилегающих к участку застройки, при корректном проведении инженерно-геокриологических изысканий.

Второй этап – это проектирование здания или сооружения и подготовка площадки под строительство, ведение системы мониторинга за инженерно-геокриологическими условиями и геотехнической обстановкой. Данный этап включает в себя мероприятия, позволяющие в будущем избежать на завершающей стадии строительства и в период эксплуатации здания или сооружения развития опасных криогенных процессов, нежелательного изменения температурного режима грунтов, а вследствие и их несущей способности, а также защитить металлические сваи от негативного влияния избыточной влаги.

Третий этап – выбор методов устройства фундаментов и строительство. Наиболее распространенным типом фундаментов, являются свайные фундаменты, применение которых обеспечивает не только надежность эксплуатации сооружения, но и существенно повышает темпы строительного производства. Для того чтобы увеличить несущую способность оснований, на данном этапе внедряют «методы по управлению мерзлотной обстановкой», которые включают в себя применение сезонных охлаждающих устройств, использование искусственного замораживания грунтов. Также на данном этапе в дополнение ко всем уже существующим мероприятиям проводится оборудование дополнительных пунктов для геотермических наблюдений.

Четвертый этап – ввод в эксплуатацию зданий или сооружений. В период эксплуатации зданий и сооружений, построенных по принципу I СНиП, производятся регулярные геотермические наблюдения по всем имеющимся скважинам: для объектов со стабильным терморежимом периодичность замеров температуры грунтов не реже 2-х раз в год, а для особо важных объектов раз в квартал. Также производится визуальный осмотр зданий и сооружений, фиксируются условия эксплуатации холодных подполий (наличие утечек, состояние подполья, возникающие провалы или выпучивание грунтов, снегозаносимость), характер подтопления примыкающих к объекту территорий, интенсивность ранее существовавших вблизи сооружения опасных криогенных явлений (оврагообразования, солифлюкции и др.).

В результате анализа существующих методов определены оптимальные области применения систем термостабилизации грунтов при строительстве на ВМГ, а также разработан общий подход к мероприятиям по проектированию, строительству и эксплуатации промышленных и гражданских сооружений.