

Строительство и реконструкция

ООО «НПО «СЕВЕР»

Проектирование, изготовление и строительно-монтажные работы по монтажу систем температурной стабилизации грунтов линейных объектов возводимых в районах распространения вечной мерзлоты.

Деформации автомобильных дорог



Состояние автодороги «Амур» на участках деградации
многолетней мерзлоты в её основании, август 2012 г.
(фото профессора Кондратьева В.Г.)

Область применения систем температурной стабилизации

Линейные объекты:

- Автомобильные дороги;
- железнодорожное полотно;
- трубопроводы.

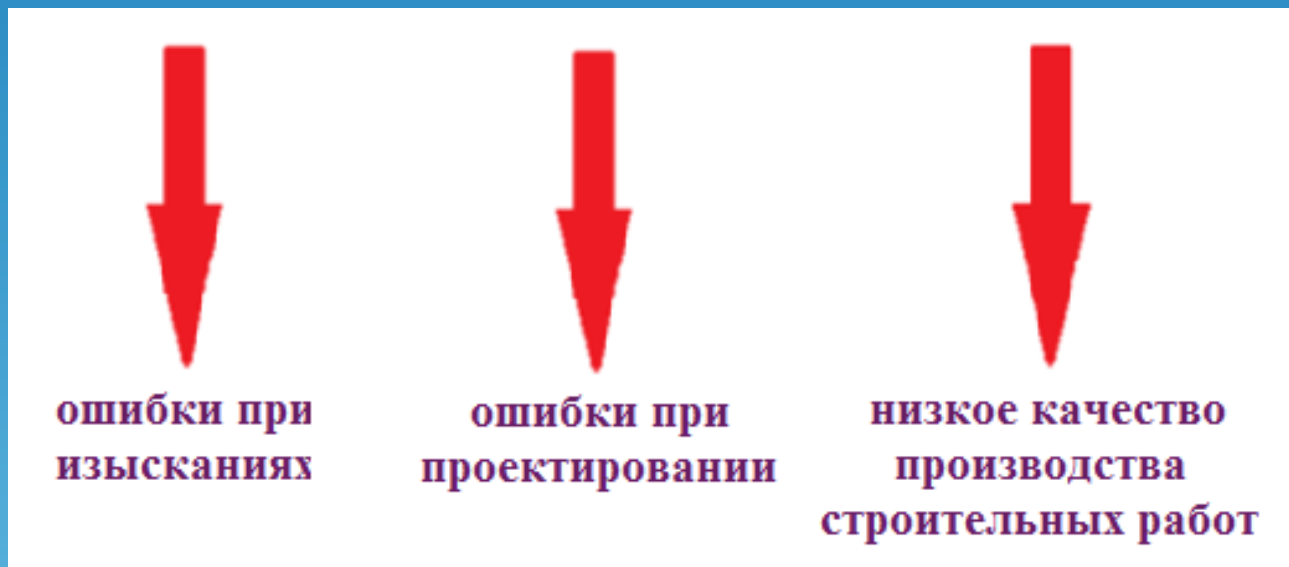
Основания зданий и сооружений:

- ёмкости и резервуары;
- газокomppressorные станции (ГКС);
- дожимные компрессорные станции (ДКС);
- установка компрессорной подготовки газа (УКПГ);
- Т.Д.

Программа развития транспортной инфраструктуры Ямало-Ненецкого автономного округа до 2020 года

	Длина, километров
Автомобильные дороги	
автомобильные дороги окружного значения(автодороги к административным центрам)	541
Агириш – Салехард(по территории автономного округа)	248
Обская – Бованенково	525
Бованенково – Харасавэй	130
Сургут – Салехард (участок Надым – Салехард)	330
Сыктывкар – Салехард(граница ЯНАО – Харп)	51
Надым – Советский(участок Надым – граница ЯНАО)	246
Магистральный транспорт нефти и газа	
Нефтепровод Ванкорское месторождение – Пура, 18 млн тонн/год	306
Газопровод СРТО – Торжок, 33 млрд м ³ /год	458
Газопроводная система Ямал – Европа, 250 млрд м ³ /год	337
Газопровод Россия – Китай «Алтай», 30 млрд м ³ /год	638
Газопровод Южный Ямал –Екатеринбург, 30 млрд м ³ /год	720

Наиболее распространенные причины аварий и деформаций зданий и сооружений, расположенных на вечномёрзлых грунтах.



Способы сохранения мерзлоты в основании:

К таким мерам относятся:

- 1.) отсыпка насыпей из «самоохлаждающихся» грунтов;
- 2.) устройство набросок и берм из фракционного камня;
- 3.) установка охлаждающих устройств (термостабилизаторов);
- 4.) укладка теплоизоляции;
- 5.) обеспечение стока воды на прилегающей территории и предотвращение образования термокарстовых явлений.



Охлаждающая каменная наброска на откосах (фото профессора Ашпиза Е.С.).

Опыт применения термостабилизаторов грунта в дорожном строительстве



СОУ в виде термостабилизаторов производства компании «Арктик Фаундэшинз», произведенные по патенту доктора Эрвина Лонга и установленные на автодороге Аляски (опыт Северной Америки)



Термостабилизация многолетнемерзлых грунтов на автомобильной дороге в провинции Альберта (Канада) с использованием охлаждающих термозондов (СОУ) конструкции доктора Э. Лонга и произведенных компанией «Арктик Фаундэйшинз»



Термостабилизаторы (СОУ) фирмы «Сан-Лидер» (Китай), установленные на автодороге Цинхай-Лачжоу в КНР (фото профессора Кондратьева В. Г.)

Классификация термостабилизаторов (ТС):

- по принципу работы;
- по типу хладагента;
- по ориентации в пространстве;
- по материалу изготовления корпуса;
- по конструктивным особенностям.

1. По принципу работы ТС делят на испарительные (двухфазные) и конвективные (газовые, жидкостные и газожидкостные).

2. По типу используемого теплоносителя (хладагента) различают 4 типа термостабилизаторов:

- газовые (воздушные);
- жидкостные;
- парожидкостные (двухфазные);
- газожидкостные (эффект газлифта).

3. По ориентации в пространстве ТС бывают:

- вертикальные;
- слабонаклонные («горизонтальные»);
- наклонные.

4. По материалу изготовления ТС бывают: из углеродистой и нержавеющей стали и из алюминиевых сплавов, реже в отдельных случаях используются полиэтиленовые трубы.

5. По конструктивным особенностям существует широкий спектр типов и моделей



Устройство и работа.

Парожидкостные термостабилизаторы представляют собой герметичные сварные металлические сосуды из труб различного диаметра, частично заполненные легкокипящим хладагентом, функционально состоящие из трех участков:

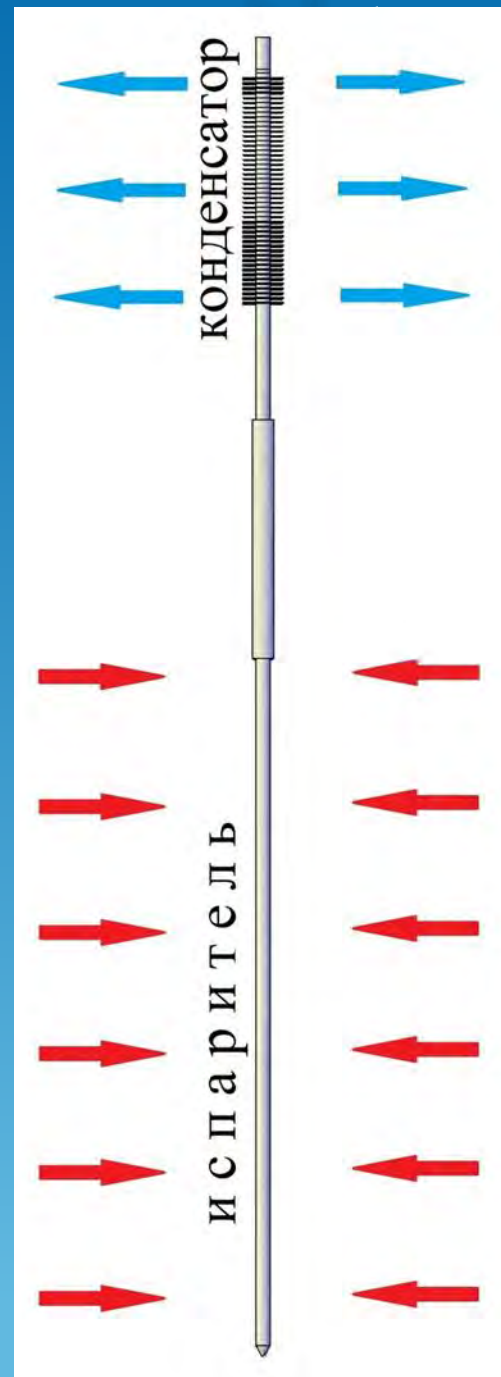
*испаритель – это участок, погруженный в грунт, где происходит теплообмен между жидкой фазой хладагента и грунтом основания через стенки испарителя. В процессе теплообмена хладагент переходит в парообразную фазу и поднимается в воздушный конденсатор;

*транспортный участок, где реализуется транспортировка отдельных потоков жидкой и парообразной фаз хладагента. Для минимизации теплопотерь в слое сезонного промерзания/оттаивания грунта транспортный участок изолируется;

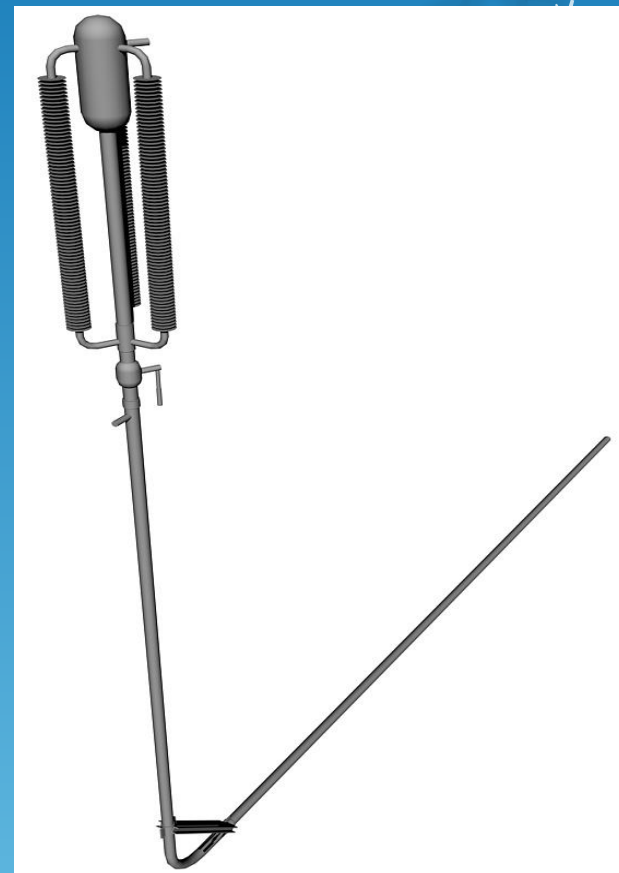
*воздушный конденсатор - это участок, располагаемый на открытом воздухе, состоящий из одной или нескольких теплообменных труб с развитой внешней поверхностью для повышения теплообмена.

По принципу действия термостабилизаторы относятся к гравитационным тепловым трубам.

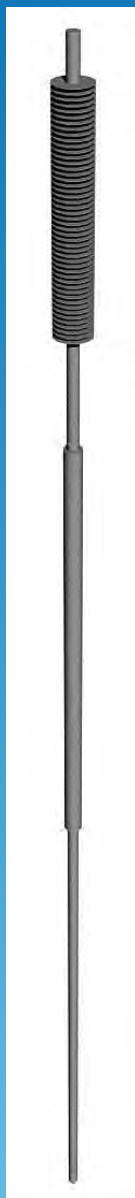
Запуск термостабилизаторов в работу происходит при понижении температуры атмосферного воздуха относительно температуры грунта на 8-10°C. При этом возникает перепад давлений между испарителем и конденсатором, в результате чего жидкий хладагент, находящийся в испарителе, закипает (процесс сопровождается эндотермической реакцией). Насыщенные пары хладагента устремляются в воздушный конденсатор, где конденсируются на его внутренней поверхности. Далее, сконденсированный хладагент принимает температуру близкую к температуре атмосферного воздуха и под действием сил гравитации устремляется обратно в испаритель. Попадая в испаритель, жидкий хладагент по мере своего продвижения вниз нагревается и закипает (процесс сопровождается эндотермической реакцией) за счет разности собственной температуры и температуры стенок испарителя, переходит в парообразное состояние и устремляется в конденсатор. Циклический процесс повторяется, пока давление в конденсаторе не превысит давления в испарителе, что происходит в весенне-летний период, когда термостабилизатор переходит в пассивный режим.



Термостабилизаторы НПО «Север»



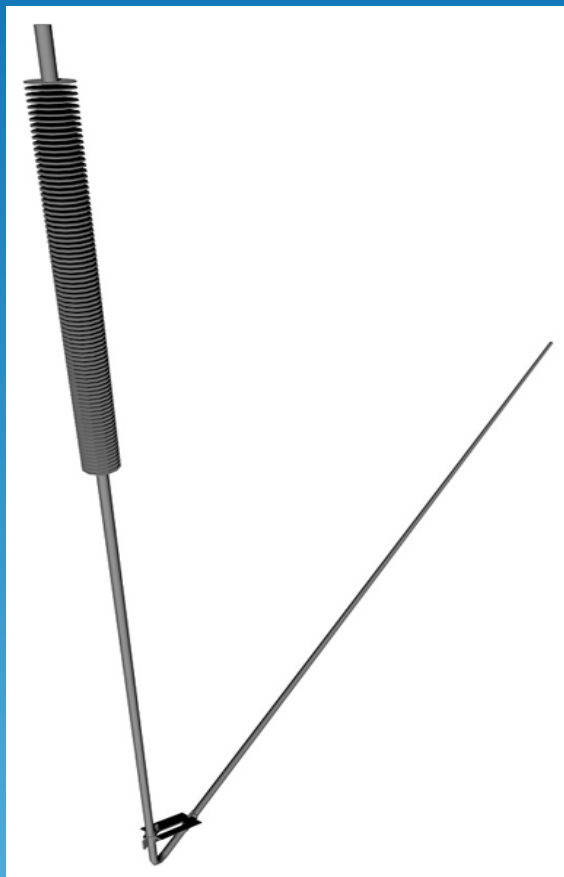
Термостабилизатор грунта вертикальный (ТСГ.В)



Предназначен для:

- восстановления мерзлого состояния грунтов в основании зданий и сооружений, построенных по I принципу;
- предпостроечного замораживания грунтов оснований зданий и сооружений;
- замораживания грунтов оснований в процессе строительства и эксплуатации;
- устройства фундаментов линейных сооружений;
- создания противofiltrационных и мерзлотных (тепловых) завес;
- устройства противofiltrационных льдогрунтовых ядер в теле дамб и плотин, а также льдогрунтовых стенок при проходке котлованов, колодцев и траншей.

Термостабилизаторы грунта наклонные (ТСГ.Н)



Используются при возведении линейных объектов, зданий и сооружений, в том числе и резервуаров с проектным решением полов по грунту и необходимостью искусственного закрепления грунтов в условиях Крайнего Севера и вечной мерзлоты.

ООО «НПО «Север» организация с комплексным подходом

ПРОЕКТИРОВАНИЕ.

- Решение любой сложности задач от линейного объекта до площадки зданий и сооружений.
- Сотрудники проектного подразделения Общества являются специалистами высшей квалификации и обладают знаниями и навыками для решения задач объектов любой сложности исполнения.
- Для проектирования систем температурной стабилизации в Обществе применяются новейшие системы 3Dмоделирования.

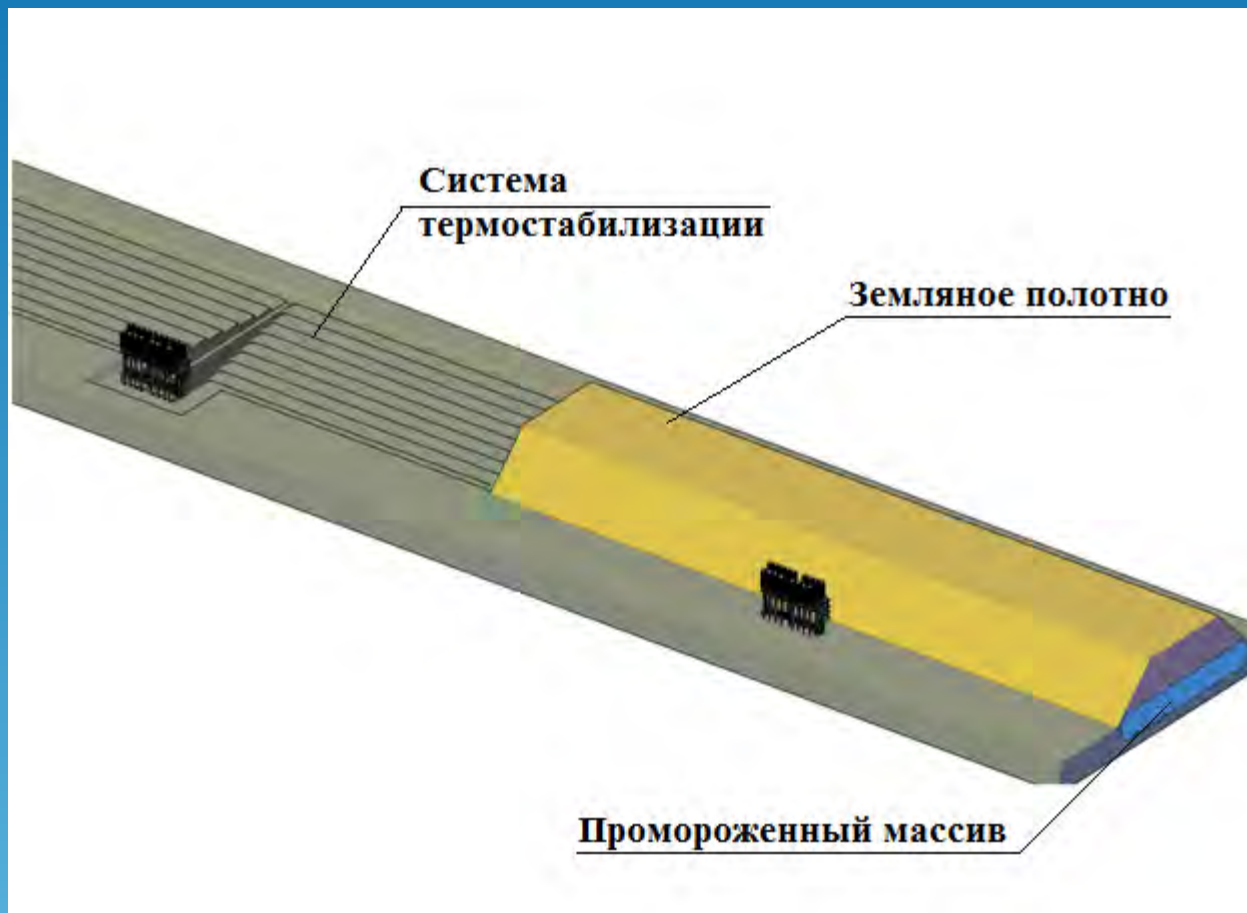
ИЗГОТОВЛЕНИЕ.

- Производственные цеха по выпуску систем температурной стабилизации грунта (ТСГ) оснащены современным оборудованием, которое позволяет выполнять полный цикл производства ТСГ, начиная с входного контроля сырья, материалов и заканчивая испытанием готовой продукции. Основным документом для изготовления, испытаний и приемки термостабилизаторов является ТУ 3642-001-17556598-2014. Термостабилизаторы грунта сертифицированы по системе бодровольной сертификации (РОСС RU.AB28.H16655) и в области промышленной безопасности (С-ЭПБ.001.TU.00121).

СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ.

- Общество выполняет необходимый комплекс СМР для реализации проектов по температурной стабилизации грунтов, подразделение СМР Общества оснащено буровым, геодезическим оборудованием, строительной техникой и грузоподъёмными механизмами.

Перспективная схема применения системы термостабилизации грунтов



По истечению рабочего цикла под сооружением образуется льдогрунтовая плита, препятствующая возникновению деформаций мерзлоты.

Стабилизация земляного полотна 489 км Коротчаевской дистанции пути Свердловской железной дороги

Проблемы пучения грунтов и осадок на линейных объектах в районах Крайнего Севера, имеет готовые технические решения: «лечение» земляного полотна с помощью установки систем термостабилизаторов грунта. Постоянный термометрический мониторинг показывает стабилизацию осадок уже в первый сезон работы термостабилизаторов.

По данным сотрудников Свердловской железной дороги нестабильные участки пути в летний период 2012 года и зимний период 2011/2012 года на объекте не выявлены. Деформации на участке в этот период не наблюдались.



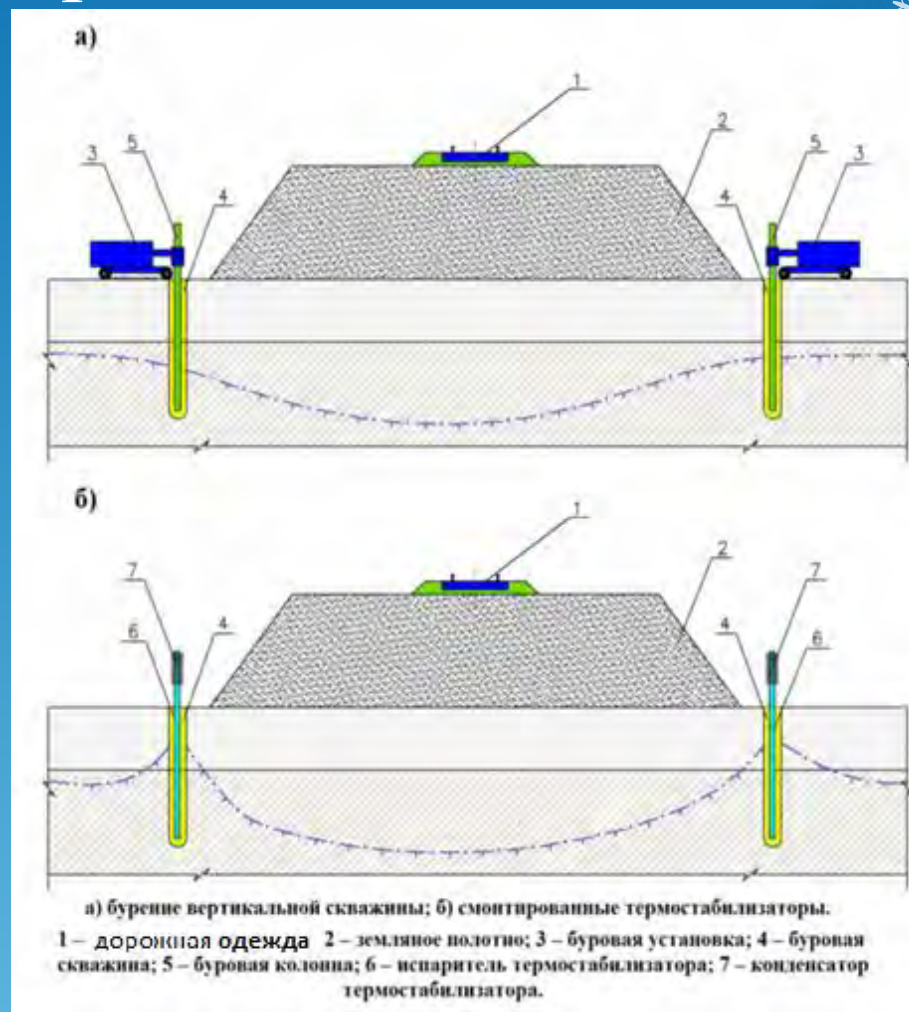
Наклонная система термостабилизации грунтов земляного полотна 489 км Коротчаевской дистанции пути Свердловской железной дороги (фото ОАО «Фундаментпроект»).

Вариант №1

Вертикальная система термостабилизации

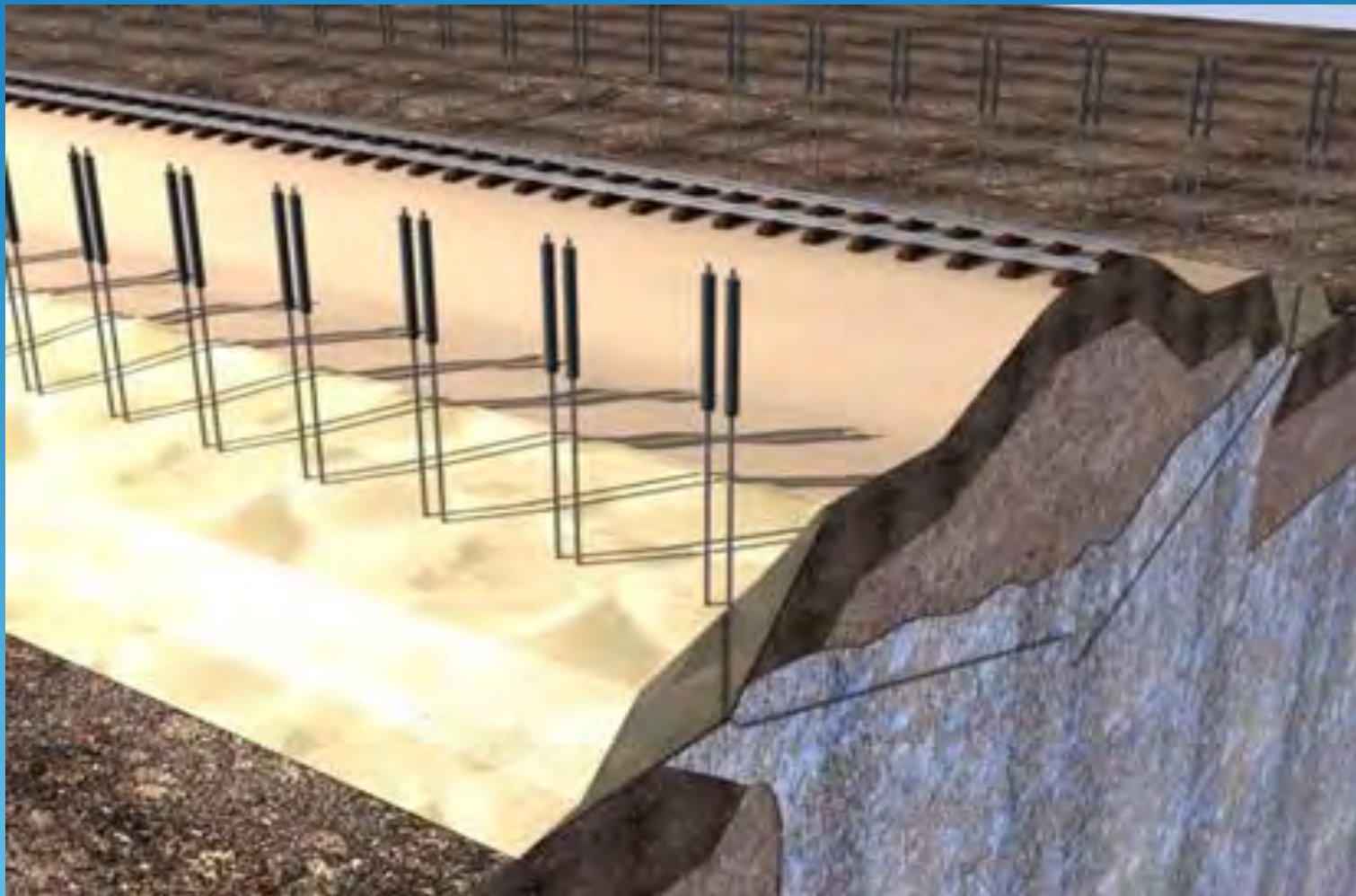
На первом этапе производят бурение вертикальных скважин. На сегодняшний день применяют различные технические средства для данной операции. Далее производят погружение и монтаж термостабилизаторов. Погружение, как правило, производится вручную или с использованием средств малой механизации. Вокруг термостабилизатора образуется льдогрунтовый цилиндр.

Простота строительно-монтажных работ (СМР) при возведении – главная особенность данной системы. Однако устройство вертикальных термостабилизаторов не решает поставленную задачу: восстановление кровли вечномерзлых грунтов и повышение их несущей способности применительно для линейных сооружений. Диаметр промораживания вертикальных сезоннодействующих термостабилизаторов не превышает 3-х метров, поэтому потребуется их значительное количество для стабилизации основания земляного полотна, что возможно только при разработке склона насыпи. Все это ставит под вопрос целесообразность применения вертикальных термостабилизаторов.



Вариант №2

При использовании наклонной системы термостабилизации под сооружением образуется льдогрунтовый массив, который препятствует дальнейшим деформациям сооружения.



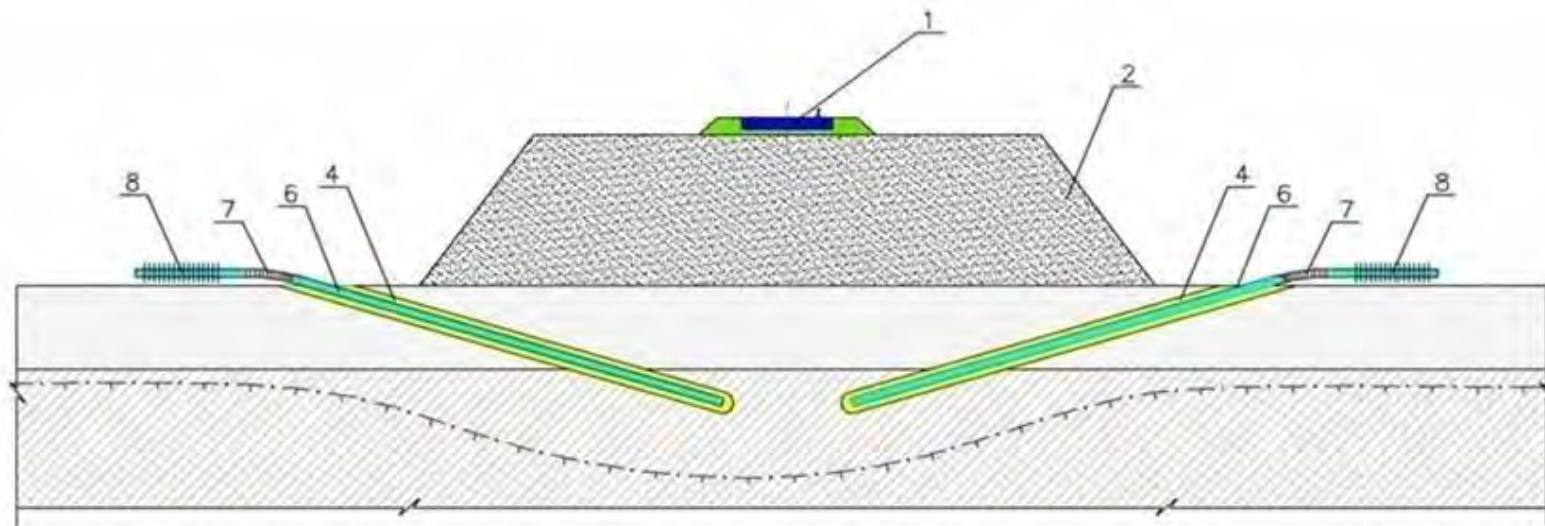
1 этап: бурение наклонных скважин.

В процессе реализации проекта было пробурено 206 скважин длиной по 12 м в азимутальном направлении перпендикулярно оси пути, под зенитным углом 7 и 20 градусов к горизонту (для термостабилизаторов) и 14 и 30 градусов к горизонту для (термометрических труб). Диаметр бурения скважин составлял 80мм.



2 этап: погружение термостабилизаторов

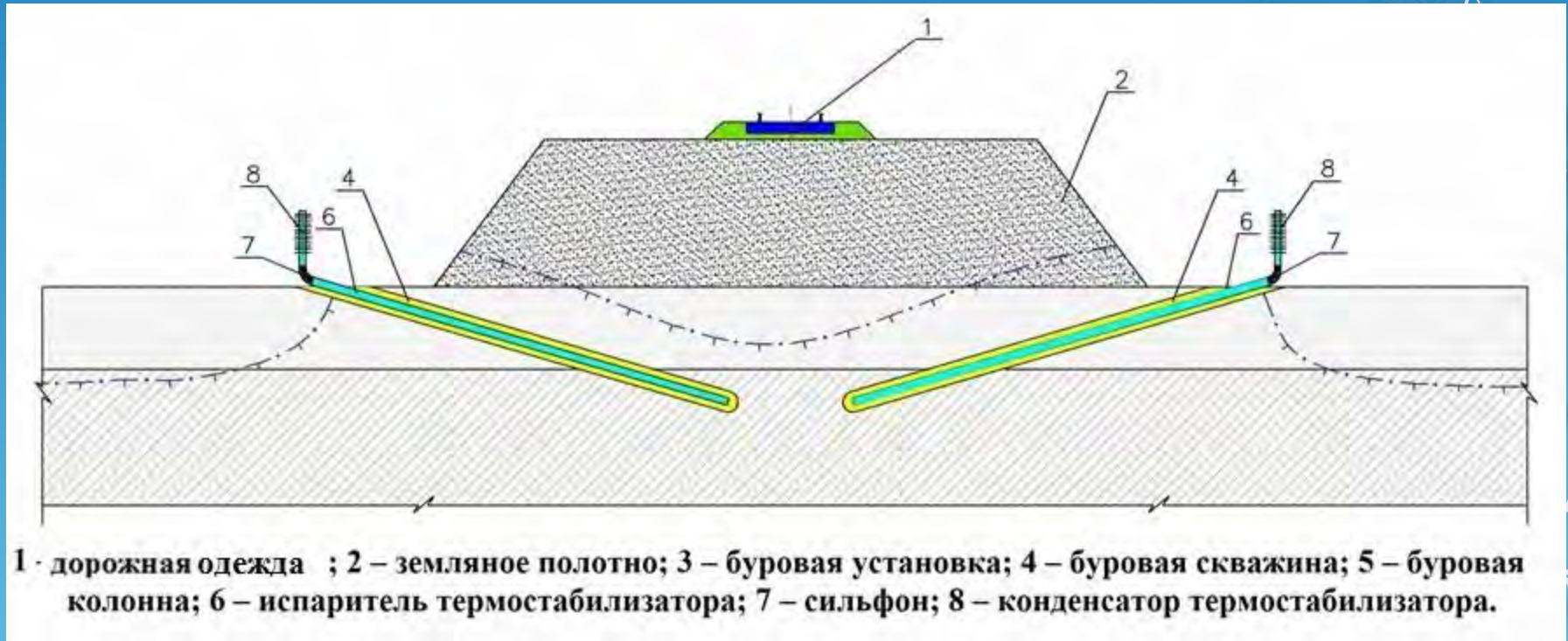
Монтаж термостабилизаторов и термометрических труб в скважины осуществлялся вручную; в случае обвала стенок скважины последние погружались в скважины статическим вдавливанием с помощью ручной лебёдки МТМ-1.6 с усилием до 1тс. При встрече в процессе бурения на забое твёрдых включений (металл, бетон) изменялся на 1-2 градуса зенитный или азимутальный угол наклона шпинделя буровой установки.



1 – дорожная одежда ; 2 – земляное полотно; 3 – буровая установка; 4 – буровая скважина; 5 – буровая колонна; 6 – испаритель термостабилизатора; 7 – сильфон; 8 – конденсатор термостабилизатора.

3 этап: монтаж термостабилизаторов в проектное положение.

Для монтажа термостабилизаторов в проектное положение были смонтированы специальные хомуты и металлические связи.



Вывод:

Учитывая особенности строительства автомобильных дорог в криолитозоне, требуется применять технологии управления температурным режимом грунтов.

Применение тепловых гравитационных труб позволят значительно сократить эксплуатационные затраты.

Спасибо за внимание!

