

Строительство и реконструкция

ООО «НПО «СЕВЕР»

***СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ
ОСНОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА
ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ В РАЙОНЕ
КРИОЛИТОЗОНЫ***



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.

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)



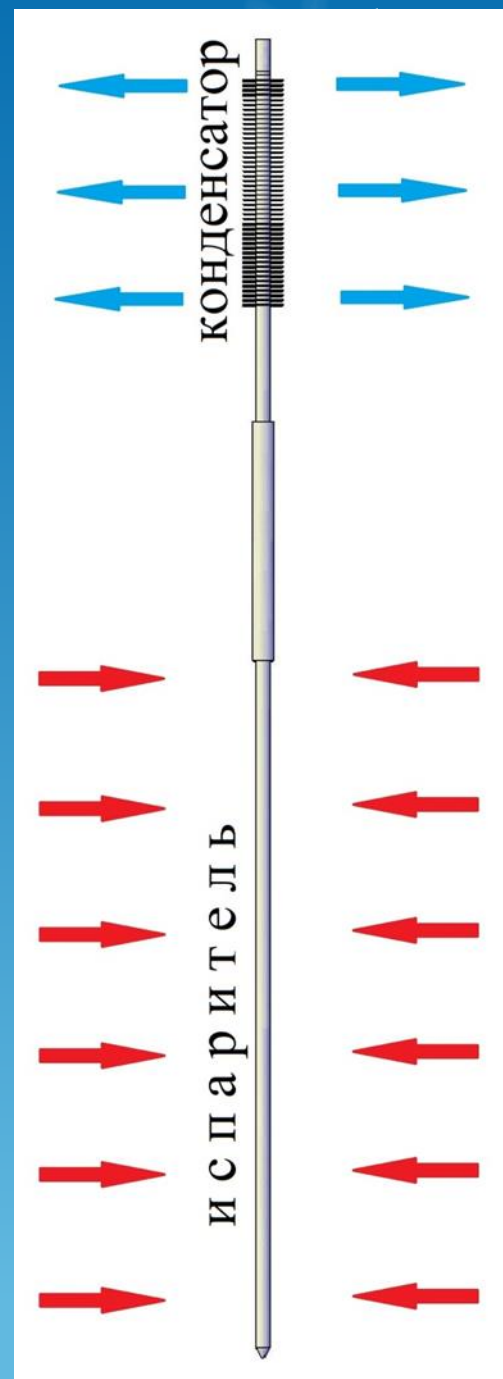
Термостабилизация многолетнемерзлых грунтов на автомобильной дороге в провинции Альберта (Канада) с использованием охлаждающих термозондов (СОУ) конструкции доктора Э. Лонга и произведенных компанией «Арктик Фаундэйшинз»

Устройство и работа.

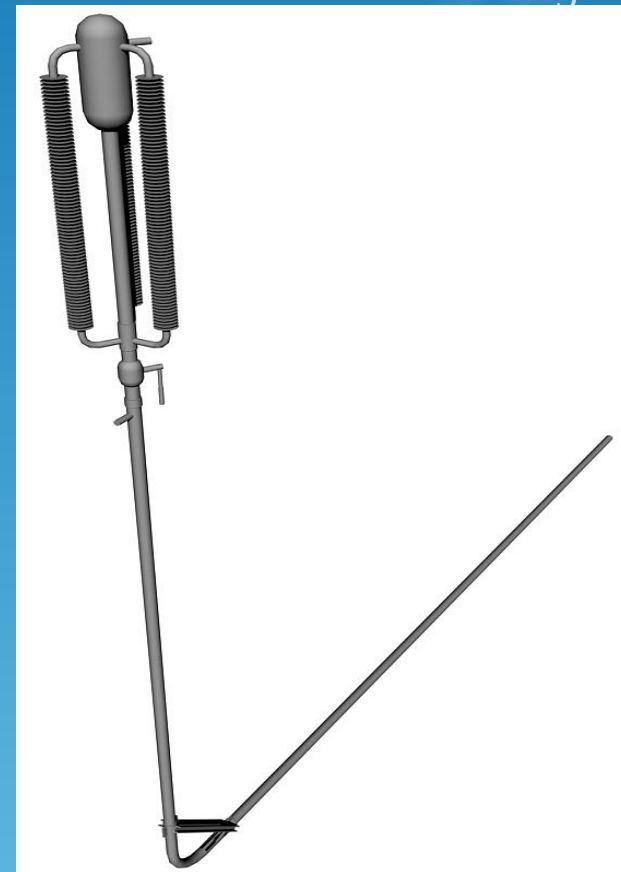
Парожидкостные термостабилизаторы представляют собой герметичные сварные металлические сосуды из труб различного диаметра, частично заполненные легкокипящим хладагентом, функционально состоящие из трех участков:

- 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.

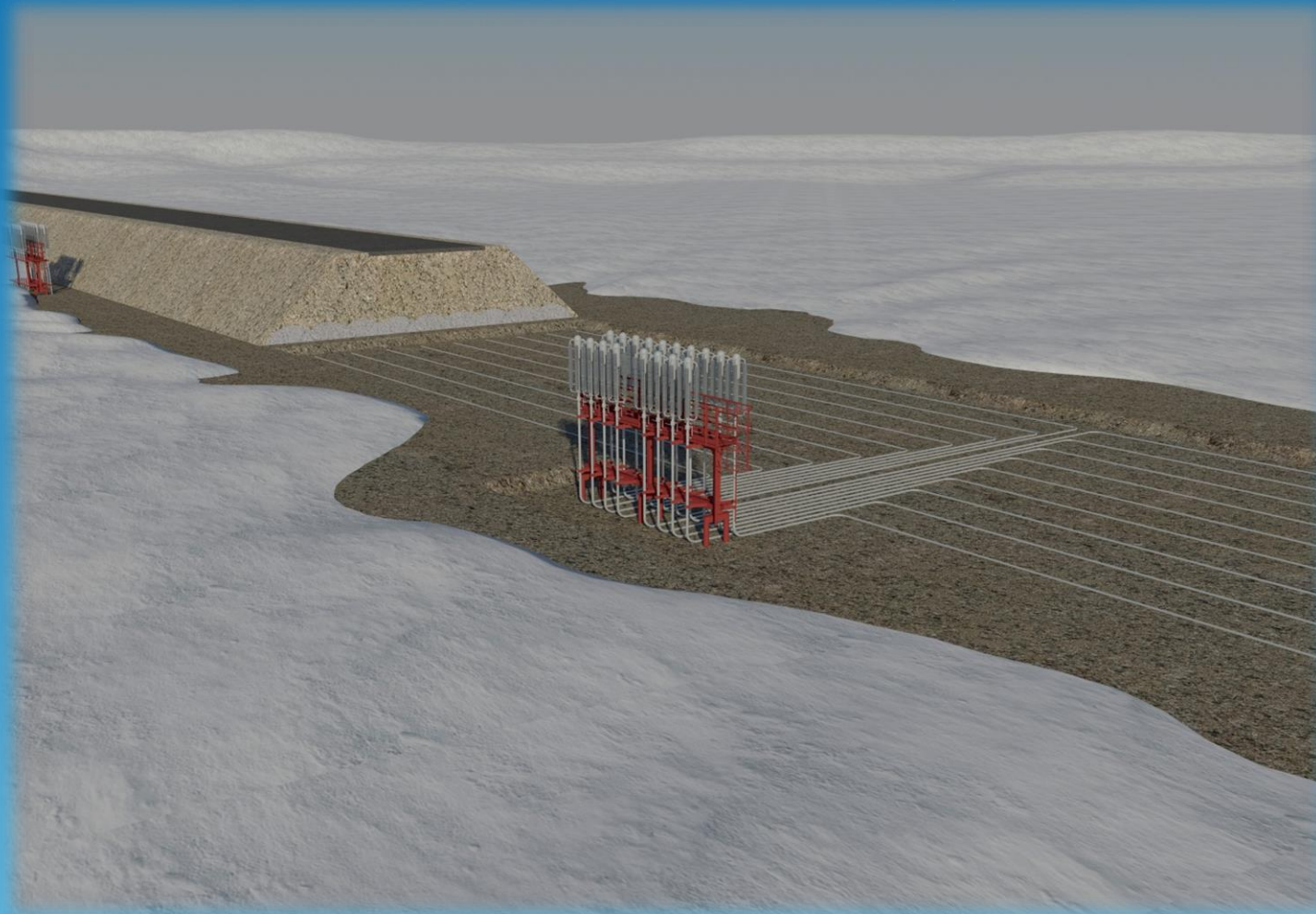
По принципу действия термостабилизаторы относятся к гравитационным тепловым трубам.



Термостабилизаторы НПО «Север»



Перспективная схема применения системы термостабилизации грунтов



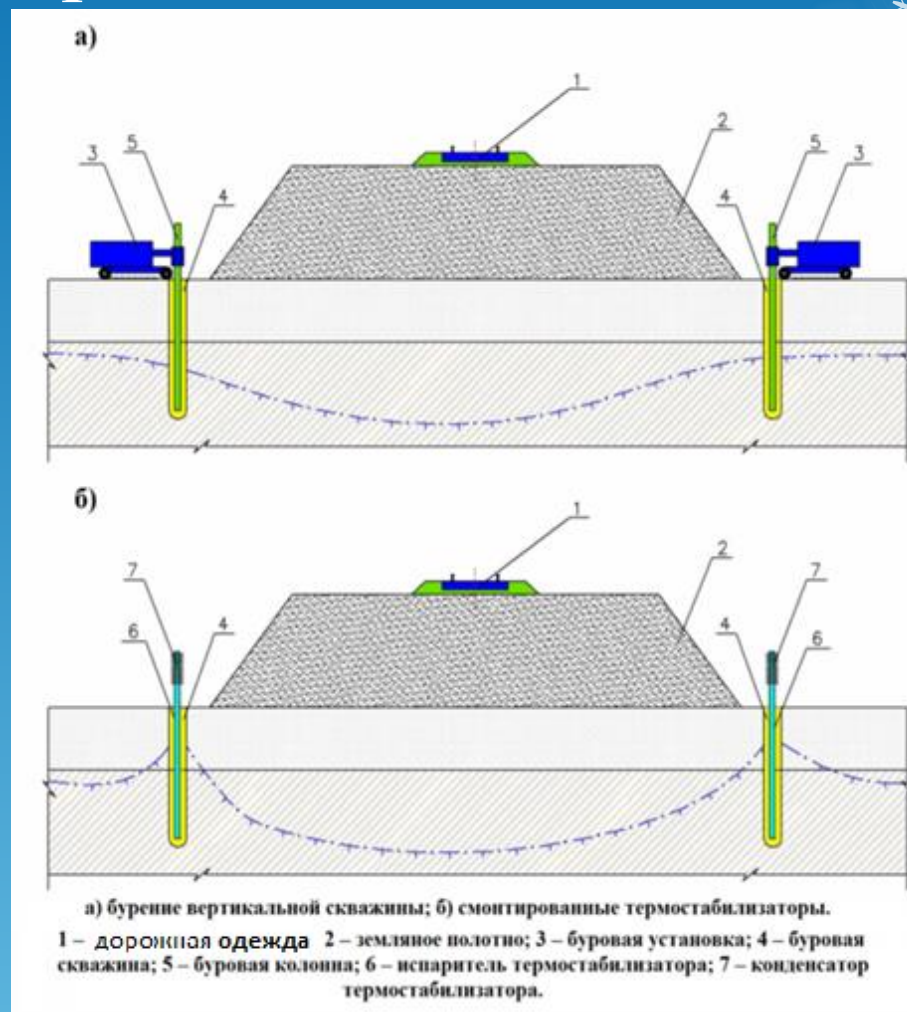
По истечению рабочего цикла под сооружением образуется льдогрунтовая плита, препятствующая возникновению деградации мерзлоты.

Вариант №1

Вертикальная система термостабилизации

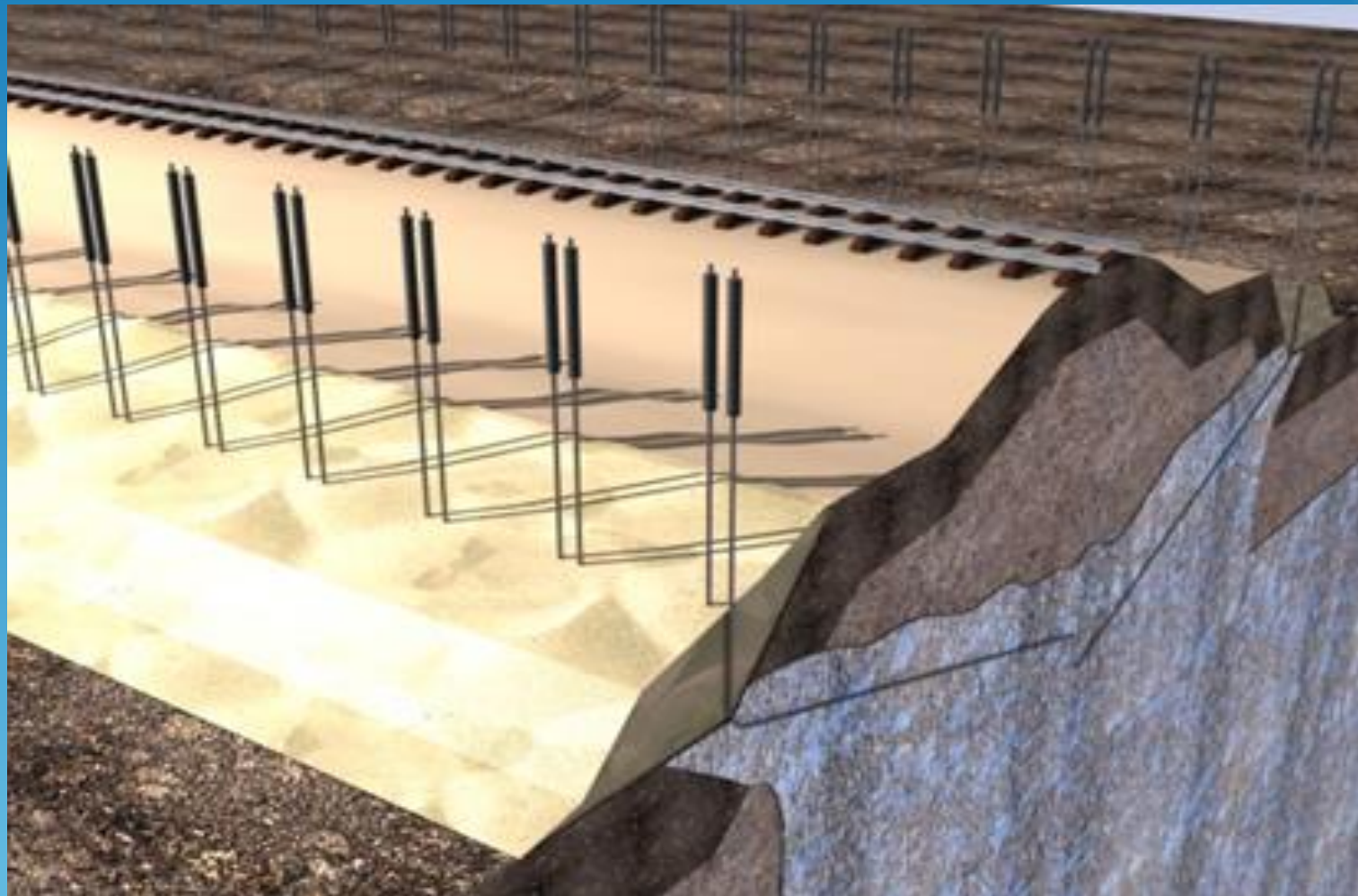
На первом этапе производят бурение вертикальных скважин. На сегодняшний день применяют различные технические средства для данной операции. Далее производят погружение и монтаж термостабилизаторов. Погружение, как правило, производится вручную или с использованием средств малой механизации. Вокруг термостабилизатора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

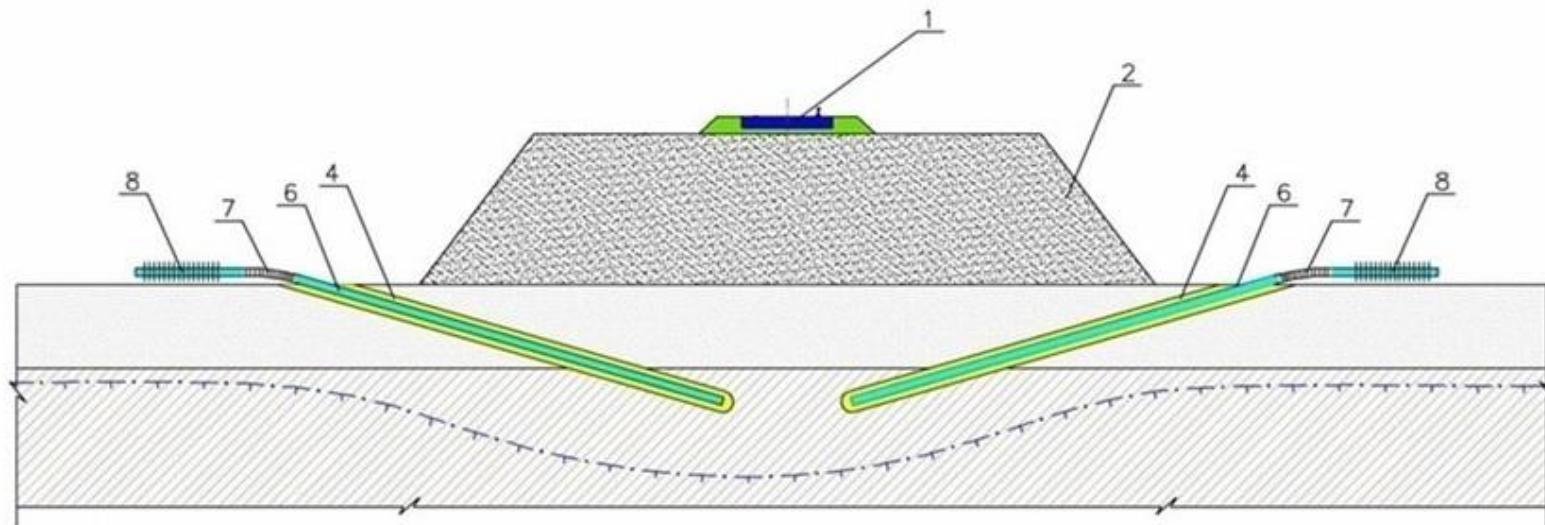
В процессе реализации проекта было пробурено 206 скважин длиной по 12 м в азимутальном направлении перпендикулярно оси пути, под зенитным углом 7 и 20 градусов к горизонту (для термостабилизаторов) и 14 и 30 градусов к горизонту для (термометрических труб). Диаметр бурения скважин составлял 80мм.



1 – дорожная одежда ; 2 – земляное полотно; 3 – буровая установка; 4 – буровая скважина; 5 – буровая колонна.

2 этап: погружение термостабилизаторов

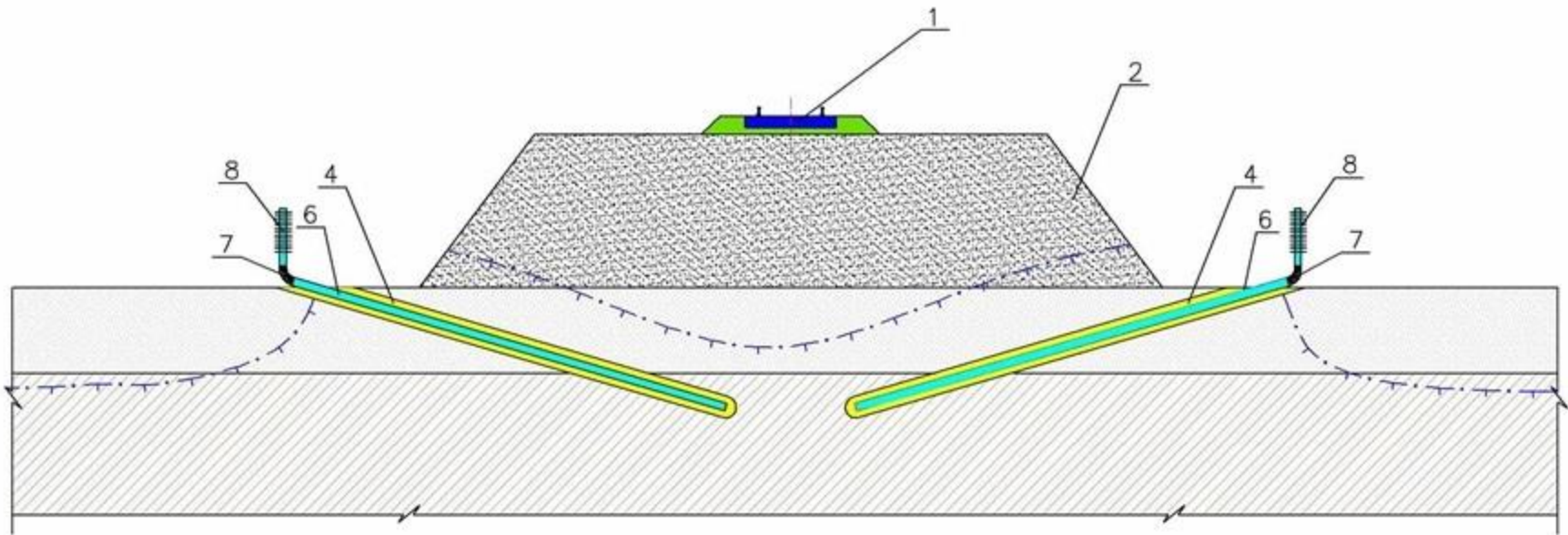
Монтаж термостабилизаторов и термометрических труб в скважины осуществлялся вручную; в случае обвала стенок скважины последние погружались в скважины статическим вдавливанием с помощью ручной лебёдки МТМ-1.6 с усилием до 1тс. При встрече в процессе бурения на забое твёрдых включений (металл, бетон) изменялся 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; о – 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.



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

Вариант №3

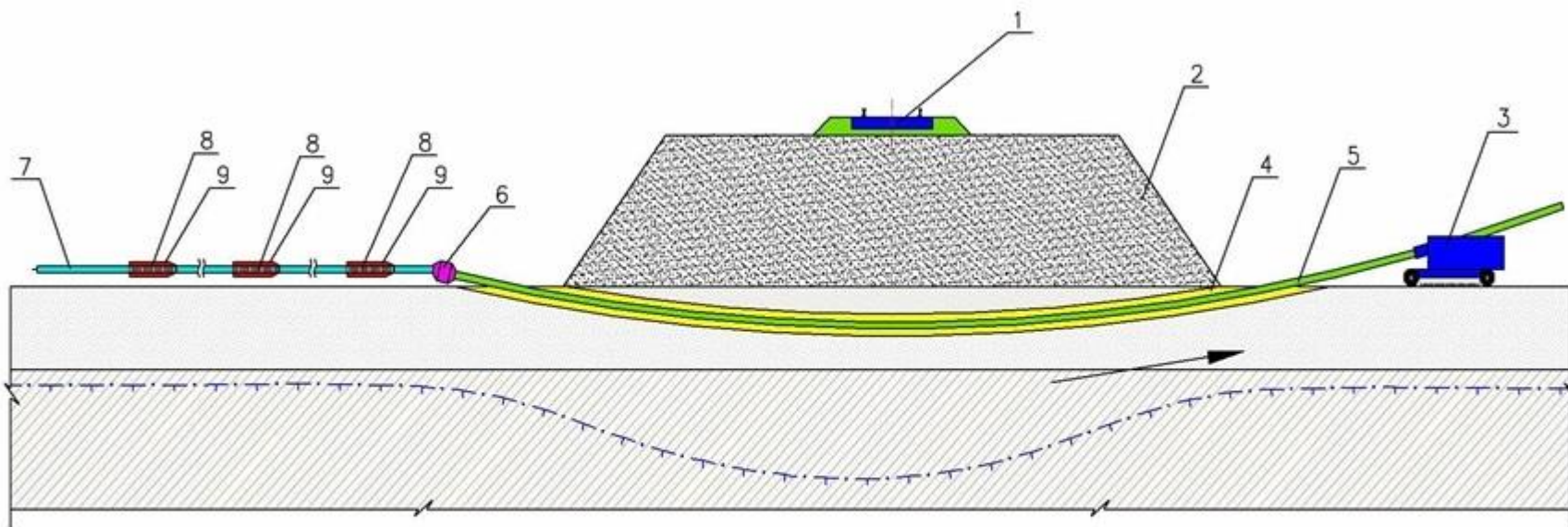
Наклонно-направленное бурение (ННБ) – технология XXI века!

Прокладка методом ННБ имеет ряд преимуществ:

- **экономичность** (прокладка не требует вскрытия всего объема грунта, что позволяет экономить средства на дополнительной рабочей силе и тяжелой землеройной технике);
- **универсальность** (прокладка может осуществляться в разных грунтовых условиях);
- **надежность** (в процессе протяжки отсутствуют статические вдавливающие и изгибающие напряжения);
- **безопасность** (протяжка термостабилизатора осуществляется буровой установкой);
- **высокая точность проходки и непрерывный контроль за траекторией прокладки;**
- **технологичность** (передвижение буровой установки осуществляется с одной стороны насыпи);
- метод наклонно-направленного бурения является **экологичным**, так как при его применении нагрузка на окружающую среду минимальна.

1 этап: бурение пилотной скважины.

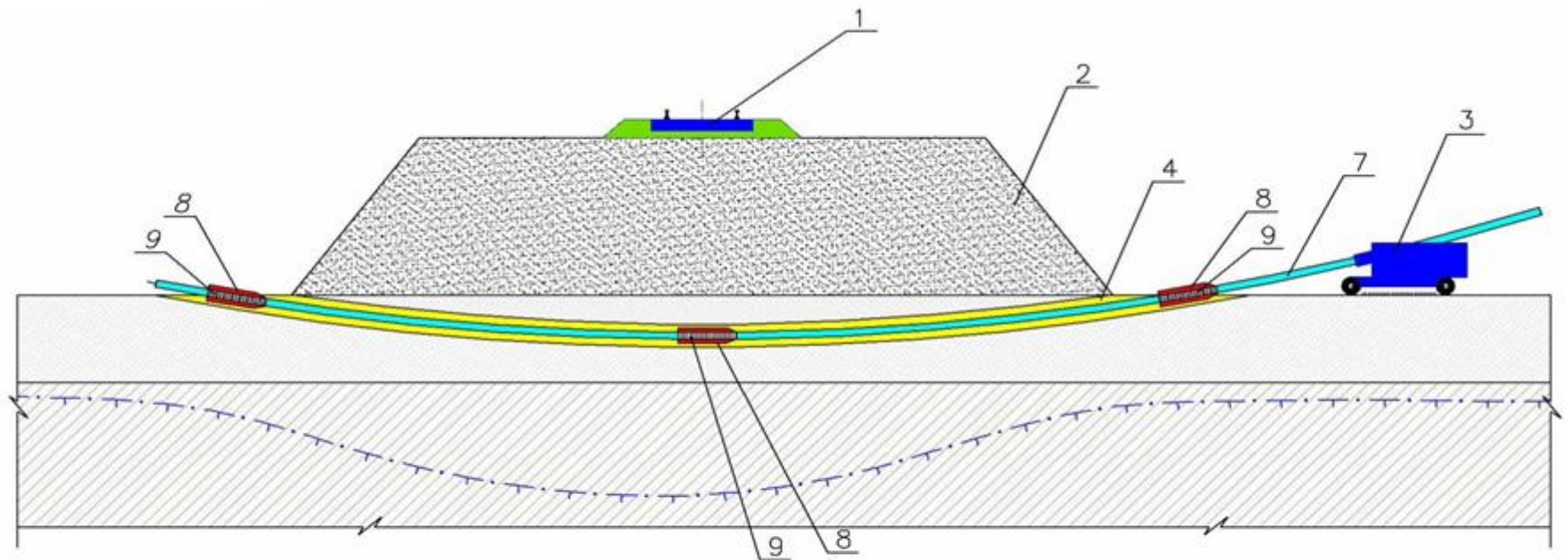
Пилотная скважина бурится по проектной траектории. Использование различных видов пилотного бура обеспечивает наивысшую скорость проходки. Контроль за буровой головкой осуществляется с поверхности земли с помощью системы локации.



1 - дорожная одежда ; 2 - земляное полотно; 3 - буровая установка; 4 - буровая скважина; 5 - буровая колонна; 6 - расширитель; 7 - испаритель термостабилизатора; 8 - бандаж-хомут; 9 - сифон; 10 - конденсатор термостабилизатора.

2 этап: поэтапное расширение скважины и протяжка испарителя термостабилизатора.

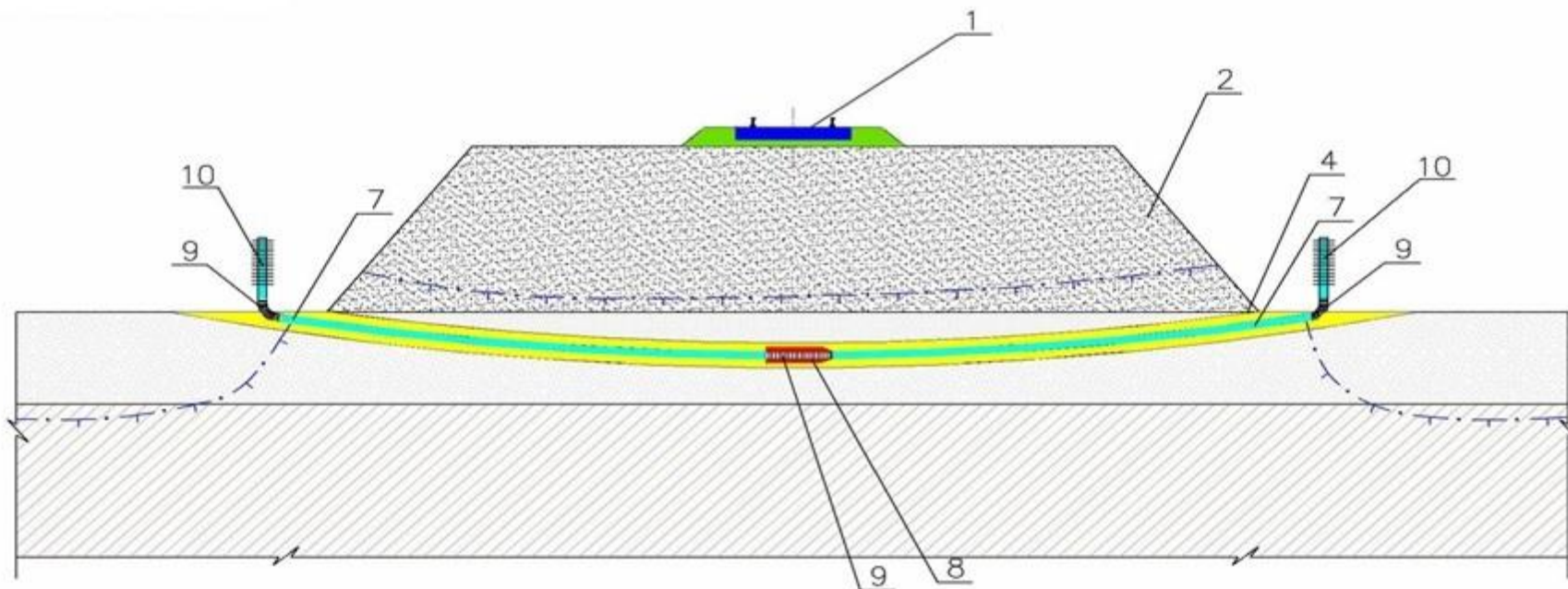
Скважина расширяется до достижения размера, на 20-25% превышающего диаметр испарителя. Испаритель ТСГ крепится к буровой колонне и расширителю через серьгу и протаскивается буровой установкой через створ скважины.



1 – дорожная одежда ; 2 – земляное полотно; 3 – буровая установка; 4 – буровая скважина; 5 – буровая колонна; 6 – расширитель; 7 – испаритель термостабилизатора; 8 – бандаж-хомут; 9 – сильфон; 10 – конденсатор термостабилизатора.

3 этап: монтаж транспортных участков и конденсаторов.

К испарителю через отвод с заданным углом наклона или гибкий сильфон крепится транспортный участок и конденсатор термостабилизатора. Перемычка в середине испарителя делит термостабилизатор на 2 секции



1 - дорожная одежда ; 2 - земляное полотно; 3 - буровая установка; 4 - буровая скважина; 5 - буровая колонна; 6 - расширитель; 7 - испаритель термостабилизатора; 8 - бандаж-хомут; 9 - сильфон; 10 - конденсатор термостабилизатора.

Вывод:

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

При проведении ремонтных работ наиболее эффективно применение наклонных термостабилизаторов грунта.

Применение тепловых гравитационных труб позволит значительно сократить эксплуатационные затраты.



Спасибо за внимание!

