

ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КРИОЛИТОЗОНЫ

ТАЛИКИ НА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ

Луцкий С.А., д.т.н., профессор, Черкасов А.М. к.т.н., руководитель Научно-исследовательской мерзлотной лаборатории; Хрипков К.Н., инженер (МИИТ)



CONSTRUCTION TECHNOLOGY IN CRYOLITE ZONE

Lutsky S.Ja., dr. of science, professor; Cherkasov A.M., chief of research permafrost laboratory; Khripkov K.N. (MIIT)

Peculiarities of frosting processes are stated and is considered a construction technology of earth structures in the cryolite zone, which unites possibilities of modern geosynthetic materials, technique in North construction, devices for thermocontrol and monitoring of processes, using instruments. Expediency of a control of technological parameters is shown for the purpose of oriented amelioration of soil characteristics of a base frozen many years, preventive measures and curing thallic zones during construction.

Строительство путей сообщения на Севере и всестороннее освоение Сибири отличаются непреходящей актуальностью для народного хозяйства. Одна из сложнейших технологических задач состоит в повышении надежности земляных сооружений в наиболее уязвимых местах потенциальной деградации вечной мерзлоты на основе профилактики техногенных и мерзлотных процессов в строительный период, а также в реализации технологических режимов, обеспечивающих сокращение сроков возведения земляного полотна в экстремальных природных условиях Севера.

Журнал внимательно относится к этой проблеме, обобщает опыт машиностроительных фирм и строительных организаций в плане технической и технологической подготовки к экстремальным условиям производства и сохранения ранимой северной природы.

Организационно-технологическая схема возведения земляного полотна с устройством технологической автодороги и применением СОУ (на примере одной захватки 200 м)

I этап

Технологические процессы	Возведение технологической автодороги						Установка СОУ
	1) Расчистка основания и устройство выравнивающего слоя	2) Раскладка пенополистирольных плит	3) Устройство защитного слоя из сухомерзлого грунта высотой 0,3 м	4) Раскладка рулонной геотекстиля и твердомерзлого грунта толщиной 0,35 м	5) Заворачивание листов геотекстиля в обойму с последующим их закреплением	6) Отсыпка защитного слоя из сухомерзлого грунта толщиной 0,05 м, отсыпка слоя скального грунта толщиной 0,15 м	1) Расстановка СОУ у подошвы ТАД
Средства механизации и состав рабочей бригады	3 бульдозера, 4 автосамосвала, 1 каток	20 рабочих	3 бульдозера, 4 автосамосвала, 1 каток	3 бульдозера, 4 автосамосвала, 1 каток	20 рабочих	3 бульдозера, 4 автосамосвала, 1 каток	2 буровой тракторный станок, 20 рабочих
План потока							
	200 м	200 м	200 м	200 м	200 м	200 м	200 м

II этап

Технологические процессы	Возведение железнодорожного земляного полотна до проектных отметок		Установка СОУ
	1) Отсыпка слоя сухомерзлого грунта толщиной 0,35 м	2) Отсыпка слоя скального грунта толщиной 0,35 м	1) Расстановка СОУ у подошвы насыпи
Средства механизации и состав рабочей бригады	3 бульдозера, 4 автосамосвала, 1 каток	3 бульдозера, 4 автосамосвала, 1 каток	2 буровой тракторный станок, 20 рабочих
План потока			
	200 м	200 м	200 м

Обследование построенных участков новой железнодорожной линии Обская – Бованенково – Карская на Ямале вскрыло крайне негативные процессы деградации мерзлоты на границе техногенного вмешательства в природу (насыпь-основание). Нарушение гидрологического режима поверхностных вод приводит к формированию подтопленных зон, образованию термокарста и разрушению водоотводных и водопропускных сооружений. Снегонакопления в полосе отвода стали участками отепляющего воздействия и изменили температурный баланс в мерзлой толще. Нарушилась устойчивость мерзлотных процессов, и началось образование новых сквозных и несквозных таликовых зон.

Сложность состоит не только в экстремальных природно-климатических условиях. Опыт экспертизы строительства и временной эксплуатации железных дорог Ягельная – Ямбург, Обская – Бованенково – Карская и Беркамит – Томмот – Якутск показал необходимость обеспечения безопасности сооружений, начиная со строительного периода. В ходе работ на многолетнемерзлых грунтах в зависимости от времени года и осадок меняются их физические свойства, что может потребовать изменения не только технологии, но и конструкции сооружений. Этим требованиям должна соответствовать и машиностроительная продукция фирм, приобретаемая северными строителями для парков машин, оборудования и транспортных средств.

Строительство объектов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов связано в первую очередь с уникальными природными условиями и явлениями. В тундре применяют технологию и организацию работ, ориентированные на практически полное отсутствие грунтов, пригодных для возведения насыпей, и распространение многолетнемерзлых болот. Из-за большой льдо-насыщенности наблюдаются значительные деформации естественных склонов и откосов насыпей, термоэрозийные и солифлюкционные процессы. Необходимо учитывать всю со-

вокупность природно-климатических, гидрогеологических и мерзлотных процессов на основе фундаментальных закономерностей мерзлотоведения. Недостаточный учет их последствий может катастрофически повлиять как и на ход строительства, так и на дальнейшую эксплуатацию объекта.

В экстремальных условиях строительства объектов транспорта на Севере особенно актуален выбор взаимосвязанных конструктивных, технологических и экологических решений, обеспечивающих надежность объектов. Среди прогрессивных решений назовем разработанную в МИИТе комплексную технологию, объединяющую возможности современных геосинтетических материалов, мобильной техники в северном исполнении, устройств для терморегулирования – сезонных охлаждающих

установок (СОУ) и приборного мониторинга процессов.*

Природа деформаций насыпей в сложных инженерных условиях зависит от хода строительных работ при формировании новой природно-технической системы и природных процессов, происходящих в грунтах при их промерзании-оттаивании. Деформации земляных сооружений происходят под влиянием комплекса теплофизических, физико-механических, массообменных и физико-химических факторов.

Основные факторы, которые влияют на образование таликов: теплофизические характеристики и влажность грунтов основания, климатические параметры, снегнозаносимость, уровень подтопленности участка и сроки строительства.

Для аналитической стадии обследования на выбранных пикетах трассы Обская

Mitas
шины для дорожно-строительной, погрузочной и специальной техники

Компания "Скит Премиум" является официальным дилером завода «MITAS» (Чехия). Вся предлагаемая нами продукция неизменно высокого европейского качества. На нашем складе всегда в наличии широкий ассортимент товара, также работаем под заказ. Более подробную информацию можно получить на нашем сайте или позвонив по указанным телефонам.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР КОМПАНИИ MITAS В РФ:
ООО «Скит Премиум»
117648, г. Москва, мкр-н Северное Чертаново 5, оф. 212
тел. +7 (495) 646-72-29,
8-926-603-60-17,
8-963-750-05-49
e-mail: golovanov@skitt.ru
http://www.skitt.info

ГЕОСВИП ООО «ГЕОСВИП - ТЕГЕЛЕР» - ГЛАВНОЕ ТЕХНИКА

Запасные части для техники CATERPILLAR, KOMATSU, LIEBHERR, JCB, VOLVO, HITACHI и др.
- гусеничные полотна
- цепи
- катки опорные и поддерживающие
- сегменты
- колеса направляющие
- колёсные диски

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ
- зубья
- коронки
- адаптеры
- режущие кромки

РУКАВА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
СТАЛЬНЫЕ ТРОСЫ

141540, Россия, Московская область, Солнечногорский р-н, с/п Плавово, д/п Плавово, мкр. Плавово, д. 12
Тел.: +7 495 963 8779
Факс: +7 495 963 9154
E-mail: info@geosvip-tegeler.ru
www.geosvip-tegeler.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР В РОССИИ
Titan Interactor IACI F.I.T. - Азия OLAER WDI

* Луцкий С.Я., Шепитько Т.В. и др. Строительство путей сообщения на Севере. – М.: ЛАТМЭС. – 2009.



– Бованенково грунтовые разрезы и характеристики грунтов принимались по материалам проектов и мониторинга, организованного на опытных участках режимных сетей, климатические параметры – по данным наблюдений метеостанции Юрибей, ближайшей к рассматриваемому участку трассы. Результаты обследования подтвердили необходимость специальных конструктивно-технологических решений земляного полотна в таликовых зонах. Талики – массивы талого грунта, залегающие внутри толщи многолетнемерзлых грунтов, – являются источником нестабильности основания, деформаций земляных сооружений. Причина их появления – аномальные явления, вызывающие нарушение естественного температурного режима многолетнемерзлого основания, сложенного льдистыми грунтами, в частности, при изменении условий поверхностного теплообмена на границе основания с воздухом и при минерализации грунтов. Талики могут возникнуть как в ходе строительства, так и в период временной эксплуатации линии.

Динамика изменения состояния природно-технической системы, которой является новая железная дорога, приводит к необходимости разработки методов регулирования технологических процессов, соответствующих изменению состояния объекта строительства. Выбор конструктивно-технологических решений в процессе строительства зависит от вида таликовых зон: 1) фактически сложившихся таликов; 2) потенциальных таликовых зон.

Традиционный подход к оценке условий формирования таликов основан на сравнении глубины сезонного оттаивания и промерзания основания земляного полотна сверху и снизу при заданной среднегодовой температуре и отсутствии значительных теплотоков на нижней границе потенциальных глубин оттаивания и промерзания.

Параметры зоны образования таликов,

в первую очередь глубины промерзания и оттаивания грунта, зависят от коэффициентов теплопроводности грунта в талом и мерзлом состоянии, среднелетней и среднезимней температуры поверхности грунта в пределах основной площадки или откоса насыпи, продолжительности летнего и зимнего периодов, среднелетнего и среднезимнего термического сопротивления теплообмену; коэффициентов теплообмена в летнее и зимнее время; термического сопротивления изоляции; среднезимнего термического сопротивления снежного покрова; удельной теплоты замерзания воды (таяния льда); плотности и влажности талого и мерзлого грунта.

Расчеты теплового баланса для участка на ПК 14584 + 00 – 14586 + 80 показали: из-за недостаточного зимнего промерзания грунта образование фактической таликовой зоны было неизбежным, ее необходимо устранить до завершения работ по земляному полотну. Проблема в том, чтобы не только зафиксировать таликовые зоны, но и принять все возможные меры по их ликвидации и профилактике уже в строительный период.

Учеными МИИТа был составлен для ОАО «Ямалтрансстрой» технологический регламент строительства экспериментального участка разъезд Хралов – станция Сохонто, в котором предложено построить технологическую автодорогу (ТАД) в теле насыпи, обеспечивающую постоянный внутрипостроечный транспорт с целью доставки грунта из прикрасовых карьеров, строительных материалов и конструкций.

Концепция технологического регламента состояла в разработке и реализации новой комплексной технологии индивидуально для каждого вида опасных участков. Были выделены параметры закономерностей, которые допускают технологическое регулирование. К ним относятся: теплопроводность талого и

мерзлого грунта основания, сумма градусо-часов за летний и зимний период на дневной поверхности в строительном цикле; теплота фазового перехода на границе насыпь – основание ТАД.

Для ликвидации условий образования таликов в потенциально опасной зоне предложены и эффективно реализованы следующие стадии комплексной технологии:

- 1) устройство технологической автодороги;
- 2) устройство дренажных прорезей и регулирование влажности;
- 3) интенсивная технологическая стадия упрочнения основания;
- 4) установка сезонно действующих охлаждающих термосифонов;
- 5) регулирование толщины снежного покрова до возведения насыпей.

Важно отметить, что каждая стадия включает комплекс процессов, увязанных во времени исполнения и по месту размещения на трассе линии, которые являются взаимодополняющими в смысле повышения воздействия на негативные явления в основании насыпей.

По каждой стадии были установлены физические и формальные взаимосвязи между природными и регулируемые технологическими процессами. Для этого в расчетные конструктивно-технологические схемы введены параметры и процессы, допускающие изменения в ходе проектирования и строительного производства: виды покровов (промерзающие и непромерзающие, естественные и техногенные), характеристики конвективного теплообмена в грунтах (инфильтрация, конденсация), изменение тепло-влажностных режимов и др. Проследим взаимосвязь технологических и физических параметров на каждой стадии.

Первая стадия комплексной технологии и, соответственно, первый специализированный процесс – устройство технологической автодороги – является главным условием строительного производства в криолитозоне из-за деградации деятельного слоя мерзлоты летом и снеготаносимости полосы отвода зимой.

Для предотвращения деформаций при оттаивании грунта в насыпи устраивают геотекстильные обоймы, в основание укладывается пенополистирол, основная площадка укрепляется георешеткой и скальным грунтом (расчетная высота конструкции не должна допускать сезонного оттаивания основания). В таком исполнении технологическая автодорога, во-первых, приобретает конструктивную функцию – становится ядром жесткости будущей постоянной насыпи железной дороги, во-вторых – организационную, так как обеспечивает внутрипостроечный транспорт для всех подрядных организаций на трассе и расстановку тех-



Performance in Action!

Уже около 150 лет имя Sandvik является синонимом качества. Компания много инвестирует в изучение и разработку продукции, чтобы помочь своим клиентам найти лучшие по возможности решения. В линейке продукции Sandvik вы найдете все необходимые инструменты и оборудование для любой работы в горном и строительном деле.




**QUARRY
SERVICE**
горное оборудование
аренда, продажа, сервис

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЮТОР ООО «КАРЬЕР-СЕРВИС»
197375, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛ. МАРШАЛА НОВИКОВА, 28-Е.
ТЕЛ. (812) 449-4406. ФАКС (812) 449-4403.
E-MAIL: INFO@QSSPB.RU; WWW.QSSPB.RU
8 (800) 700-4406 звонок по России бесплатный



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:
МОСКВА
ПЕТРОЗАВОДСК
ОЛЕНЕГОРСК
ЕКАТЕРИНБУРГ
ХАБАРОВСК
КЕМЕРОВО
МЕЖДУРЕЧЕНСК

ники на рабочих участках к началу теплого периода. В период положительных температур осуществляется завершение отсыпки железнодорожной насыпи до проектного очертания с использованием уже существующего к этому времени сплошного технологического автопроезда, укрепление откосов и основной площадки земляного полотна.

Такая конструкция и динамика возведения ТАД активно противодействуют условиям образования таликов и вместе с термосифонами устраняют фактические таликовые зоны. Сооружение ТАД производится в начале первого зимнего периода возведения насыпи, после подготовительных работ. Срок рассчитывается, исходя из продолжительности устройства технологической автодороги на типовой захватке 200 м, которая равна 5 дням.

Возможность выбора сроков выполнения каждого технологического процесса позволяет регулировать в ходе работ температурный режим грунтов основания, тем самым предотвратить образование таликовых зон в строительный период.

В наиболее опасных местах возникновения и развития термокарста – у откосов ТАД – предложено организовать терморегулирование мерзлотных процессов за счет установки сезонно действующих охлаждающих устройств (термосифонов). Идея состоит в том, чтобы уже при подготовке производства и негативном прогнозе растепления в связи с накоплением снега или подтоплением насыпи понизить температуру грунтов основания.

Воздействие термосифонов сочетается с теплоизоляцией мерзлых грунтов, действующей от всей конструкции технологической автодороги, особенно от плит пенополистирола, укладываемых в ее основании. Известен положительный опыт применения термосифонов в конструктивных решениях насыпей. Охлаждение пластичномерзлых грунтов производится с целью превращения их в

твердомерзлые и, соответственно, повышения их прочности и снижения деформационных свойств, а талых грунтов – с целью создания однородных мерзлотных условий на строительной площадке путем промораживания несвязных таликов.

В составе комплексной технологии термосифоны должны выполнять регулирующую функцию. Их установка выполняется как в комплексе с сооружением ТАД, так и отдельно от него, но строго в тех местах, где присутствуют критические значения параметров образования таликов. В местах, где нет необходимости их установки для стабилизации основания будущей насыпи, земляное полотно возводится в первый зимний период до проектных отметок, с возможностью съезда на ТАД. Термосифоны устанавливают в пробуренные скважины вдоль ТАД вертикально, отклонение допускается на величину не более диаметра. Радиус замораживания сезонно действующих охлаждающих установок у основания насыпи определяет шаг их расстановки вдоль трассы.

Регулируемым параметром при профилактике талика является термическое сопротивление снежного покрова на откосах ТАД и в полосе отвода. Снежный покров – фактор, участвующий в формировании температурного режима грунтов в холодных регионах, его влияние на температурное поле грунтов многообразно и может иметь разнонаправленный характер. Величина и направленность влияния снежного покрова зависят от его высоты и теплопроводности, от характера снегонакопления во времени, от климатических условий, а также от годового теплообмена в подстилающих грунтах. Так, при малых мощностях снежного покрова снег может оказывать охлаждающее воздействие на температурный режим подстилающих грунтов. То же самое может происходить и при больших значе-

ниях высоты снежного покрова за счет длительной задержки схода снега и сокращения летнего нагревания основания насыпей. Однако основное влияние на формирование температуры грунтов основания оказывает снег как теплоизолятор, препятствующий охлаждению грунтов в пределах слоя годовых теплооборотов в зимний период. Опепляющее воздействие снежного покрова определяется его низкой теплопроводностью и сезонностью существования (только в холодный период) и может приводить к повышению среднегодовой температуры грунтов относительно таковой на дневной поверхности на величину до 10 °С и более. Эти процессы подтверждают необходимость очистки основания от снега до начала устройства ТАД.

Наибольшее регулирующее влияние оказывает теплоизоляция (в частности, плиты пенополистирола), которая позволяет направленно управлять мерзлотными процессами в основании насыпи. Так, теплоизолятор, уложенный на откосах, уменьшает сезонное промерзание грунтов насыпи зимой и оттаивание летом. Увеличение термического сопротивления теплообмену поверхности насыпи в зимнее время меньше, чем в летнее, из-за наличия снега. В результате промерзание будет больше, чем оттаивание, и в основании насыпи произойдет охлаждение грунтов.

Эти выводы относительно снежного покрова и теплоизоляции существенно используются при устройстве ТАД. В первой половине зимы (с момента установления устойчивого снежного покрова и до момента инверсии знака теплопотока) производят систематическое удаление снега с основания насыпи и части прилегающей территории. Снегоочистка может осуществляться механическим или газодинамическим способом с помощью авиационного двигателя, установленного на дрезине. Укладка тепло-



Опорно-поворотные устройства (ОПУ)

ТРАДИЦИЯ
КАЧЕСТВО
НАДЕЖНОСТЬ



Quality For Heavy Duty

ПСЛ ООО

Made in EU (Словакия)



www.pslas.ru

ПСЛ ООО / ул. Красного Маяка 26 / 117 570 Москва / Российская Федерация
Тел. +7 495 925 6187 / Факс +7 495 925 6188 / E-mail: info@pslas.ru

изоляции в основании ТАД производится в конце зимы, в первую очередь в потенциально опасных таликовых зонах, она предохраняет основание от оттаивания и обеспечивает возможность сквозного проезда вдоль трассы.

Рассмотрим вторую стадию комплексной технологии – устройство дренажа и регулирование влажности основания. Ее выполняют на участках высокотемпературной мерзлоты при повышенной влажности слабых грунтов, подстилаемых прочным слоем. На этих участках ТАД устраивают на обходе основной трассы. Возможность и результативность регулирования влажности грунтов в основании зависят от организации контроля температур, влажности и осадок грунтов при регулировании уплотняющих нагрузок. Изменение влажности ведет к изменению теплофизических свойств грунтов – теплопроводности и теплоемкости. Лабораторные определения теплофизических свойств оснований свидетельствуют об уменьшении коэффициента теплопроводности грунтов с увеличением их дисперсности. Поэтому при прочих равных условиях наибольшие глубины сезонного промерзания (протаивания) формируются в грубодисперсных грунтах, а наименьшие – в тонкодисперсных грунтах. Поскольку теплопроводность грунтов повышается с увеличением их плотности, то и этот фактор оказывает определенное влияние на изменение мощности сезонных талого и мерзлого слоев, особенно в процессе уплотнения каждого слоя.

Изменение влажности грунтов влияет на глубину оттаивания двояко: во-первых, через изменение теплофизических свойств грунтов, во-вторых, через величину фазовых переходов воды. Коэффициент теплопроводности дисперсных грунтов возрастает с увеличением их влажности, поскольку теплопроводность воды и льда выше, чем воздуха. Наиболее резкое увеличение теплопроводности

талых грунтов наблюдается в диапазоне малых влажностей (до максимальной молекулярной влагоемкости) и продолжает увеличиваться с повышением влажности (до полной влагоемкости).

Вместе с тем увеличение влажности (льдистости) мерзлых дисперсных грунтов ведет к увеличению их теплопроводности. Рост глубины сезонного промерзания и протаивания наблюдается с увеличением влажности до критической величины, при которой потенциально возможно появление таликовых зон. Соответственно, появляется необходимость и возможность регулирования влажности в строительный период для направленного улучшения теплового баланса в основании земляного полотна из водонасыщенных грунтов.

Для таких крайне сложных условий на постройке новой линии Томмот – Якутск МИИТом был предложен и принят генподрядчиком, корпорацией Инжтрансстрой, технологический регламент интенсивной технологии упрочнения слабых оснований.

Рассмотрим содержание третьей стадии комплексной технологии – интенсивного упрочнения основания. Ее регламент включал четыре этапа:

1) устройство продольных дренажных канав вдоль откосов насыпи с засыпкой песчано-гравийной смесью (ПГС);

2) устройство дренажных прорезей экскаватором с погрузкой грунта на автосамосвалы и вывозом в отвал, заполнение прорезей ПГС фронтальным погрузчиком, работающим в комплекте с экскаватором. Прорези устраиваются в слабых водонасыщенных грунтах с уклоном с целью ускорения консолидации основания за счет сокращения пути фильтрации воды, отжимаемой из слабой толщи. Особенностью расчета дренажных прорезей является необходимость учета условий фильтрационной консолидации грунтов в пошаговом режиме под строительной нагрузкой;

3) устройство защитного слоя и уплотнение основания виброкатками по защитному слою. Этот основной технологический этап предназначен для контролируемого уменьшения влажности и повышения модуля деформации грунтов;

4) отсыпка слоев насыпи расчетной мощностью 0,4-0,8 м до проектной отметки с уплотнением виброкатками.

Уплотнение грунтов на строительстве земляных сооружений отличается сложным взаимодействием характеристик грунтовых массивов насыпей, оснований и параметров работы катков при контроле и регулировании технологических процессов. В совокупности они образуют технико-технологическую систему, функционирующую на принципах прямой и обратной связи между параметрами отдельных подсистем с целью наиболее эффективного и качественного производства работ.

Особенно важен систематический контроль изменений всех грунтовых характеристик на участках высокотемпературной мерзлоты в связи с крайне неустойчивым состоянием при изменении даже погодных условий в ходе работ.

Мониторинг и управление технологическими процессами после устройства дренажных прорезей и защитного слоя в основании включают:

- лабораторные испытания грунтов (модуля деформации, порового давления, осадки, температуры грунтов);
- прогноз грунтовых характеристик основания и насыпи;
- расчет коэффициентов стабильности;
- регулирование параметров вибрационной нагрузки.

Интенсивная технологическая стадия упрочнения слабого основания была запроектирована для экспериментального участка с высокотемпературной мерзлотой в слое текучепластичного суглинка толщиной 2,5 м, подстилаемого песчаником и доломитом, на 673-м км ж.д. линии Томмот – Кердем. Проведенная совместно с кафедрой «Путь и путевое хозяйство» МИИТа по компьютерной программе комплексная оценка устойчивости слабого основания и напряженно-деформируемого состояния грунтов показала, что при традиционной отсыпке насыпи с бермами в основании возникают зоны нестабильности. Был предусмотрен следующий календарный план производства работ: 1) устройство дренажных канав, прорезей и защитного слоя – осенью, после промерзания верхней части деятельного слоя для работы экскаватора и погрузчика; 2) весенний дренаж и отвод воды по прорезям в канавы и далее в водопропускную трубу; 3) летнее оттаивание и дренаж деятельного слоя; 4) интенсивное уплотнение



основания виброкатком с отжатием поровой воды в дренажные прорези.

В таком исполнении интенсивная технологическая стадия улучшает характеристики грунтов и приводит к повышению устойчивости оснований при отсыпке насыпи. Одновременно ликвидируются зоны нестабильности. Комплексная технология объединяет (во времени и по совместному влиянию на температурный режим основания) положительные качества отдельных стадий: устройство технологической автодороги; регулирование теплозащитных свойств грунтов основания и конструкции ТАД; устройство термосифонов у основания технологической автодороги для промерзания грунтов талика; регулирование влажности грунтов; интенсивное уплотнение основания; отсыпка нижней части насыпи и бERM с доставкой грунта по технологической автодороге.

Действие мероприятий для регулирования теплового режима грунтовых массивов проявляется исключительно комплексно. Отметим также эффективность разработанного и запатентованного метода технологического регулирования, обеспечивающего активное управляемое воздействие на параметры строительного производства с целью профилактики и лечения опасных для земляных сооружений состояний грунтов в основаниях земляных сооружений (Луцкий С.Я., Шмелев В.А., Бурукин А.Ю. Способ упрочнения слабого природного основания для возведения дорожного земляного полотна. Патент на изобретение № 2449075, 2011).

Изложенные стадии профилактических и лечебных мероприятий взаимосвязаны и составляют комплекс организационно-технологических решений, эффективность которого состоит в повышении надежности земляных сооружений в строительный период в наиболее уязвимых местах потенциальной деградации вечной мерзлоты на строительных объектах. **СТТ**

ТОРСОП
Системы нивелирования
для строительной
техники

Поставка • Установка • Сопровождение • Сервис
ЗАО "Геостройизыскания"
www.gsi.ru • (495) 921-22-08

HTK
ОБОРУДОВАНИЕ

XGMA
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

реклама

ПРОДАЖА-СЕРВИС-РЕМОНТ Эксклюзивный представитель
www.ntk-teh.ru
+7 (495) 363-63-82
Центральный федеральный округ
Северо-западный федеральный округ
Сибирский федеральный округ
Северо-кавказский федеральный округ
Дальневосточный федеральный округ
Южный федеральный округ

ИР *трансресурс*
Эксклюзивный представитель
Уральский федеральный округ
Приволжский федеральный округ
www.liftnet.ru