

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ:
«ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ
ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ
ПРИРАВНЕННЫХ К КРАЙНЕМУ СЕВЕРУ»

Магистрант гр. Стрм-23: Обухов Олег Сергеевич

Руководитель: к.т.н., доцент Нехорошков П.А.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

- **Целью работы** – Исследование технологии применения пенополистирола при строительстве дорожной одежды в условиях, приравненных к Крайнему Северу
- **Задачи исследования** - Произвести расчет толщины полистирольной плиты и рассмотреть технологию строительства защитных слоев, которые позволят значительно повысить эффективность и экономическую целесообразность применения этого материалов в конструктивных слоях земляного полотна и дорожной одежды.

Мероприятия по борьбе с пучинами



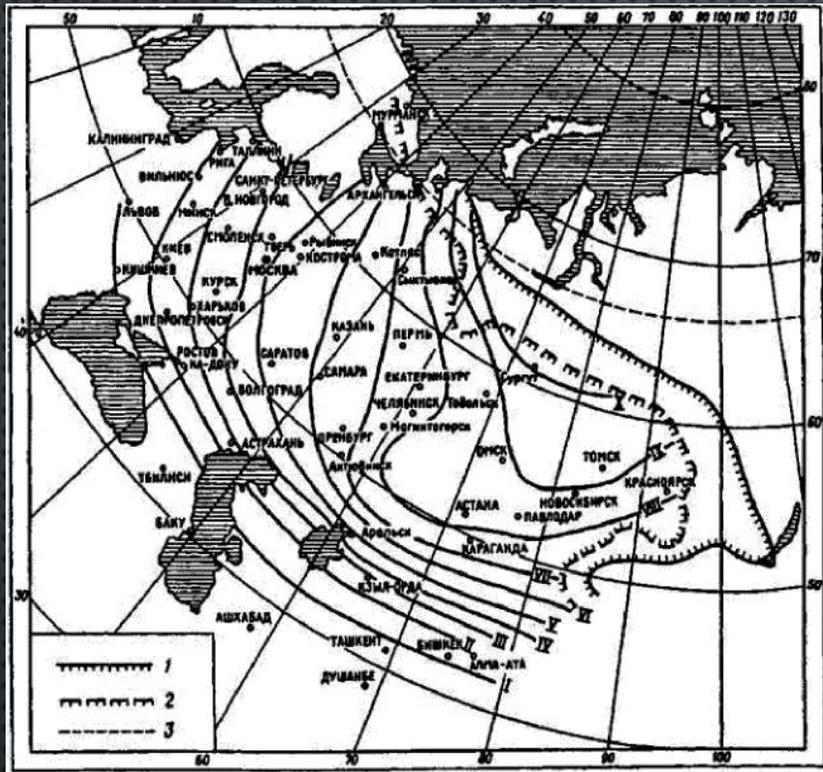
Грунт	Значения показателя $C_{пуч}$ (величина над чертой) и коэффициента C_p (под чертой) при глубине промерзания $h_{пр(доп)}$ по рисунку 8.1		
	0-50 см	51-100 см	101-160 см
Песок пылеватый	1,5/0,60	1,5/0,52	1,5/0,46
Супесь легкая песчанистая	1,0/0,70	1,0/0,59	1,0/0,51
Супесь пылеватая	1,5/0,72	1,5/0,63	1,5/0,54
Супесь пылеватая с содержанием песчаных частиц менее 20%	2,0/0,73	2,0/0,64	2,0/0,55
Суглинок легкий песчанистый	1,0/0,81	1,0/0,74	1,0/0,69
Суглинок легкий пылеватый	2,0/0,81	2,0/0,69	2,0/0,62
Суглинок тяжелый песчанистый	1,0/0,83	1,0/0,76	1,0/0,71
Суглинок тяжелый пылеватый	1,5/0,83	1,5/0,71	1,5/0,64
Глина	1,0/0,87	1,0/0,83	1,0/0,80

Для повышения долговечности дорожной одежды необходимо обеспечить морозостойкость и предотвращение появления трещин в покрытии. На участках дорог с высотой насыпи более 1 м эти условия выполняются на непучинистых грунтах за счет устройства песчаных слоев не менее 0,5 м.

При строительстве автомобильной дороги Израель - Рыбница на участках в насыпях менее 1 м, а так же с выемками, грунты представлены супесями и суглинками легкими пылеватыми которые подвержены пучинообразованию. Протяженность участков в выемке составляет 1 км, в насыпях более 4 км.

Пучинами называют деформации дорожных одежд и земляного полотна, проявляющиеся зимой во взбулгивании, растрескивании и потере ровности покрытия, а в период оттаивания при проезде автомобилей в проломах дорожной одежды, вызванных снижением прочности переувлажненных грунтов.

Причинами возникновения пучин являются сочетание трех факторов: наличия пучинистых грунтов; интенсивного влагонакопления до относительной влажности более 0,75 от влажности на границе текучести грунта в период морозного влагонакопления; медленного и глубокого промерзания грунтов под дорожной одеждой на глубину более 0,5 м. При отсутствии любого из этих факторов пучины не возникают [30].



Карта-схема с изолиниями для определения требуемых значений термического сопротивления дорожной одежды

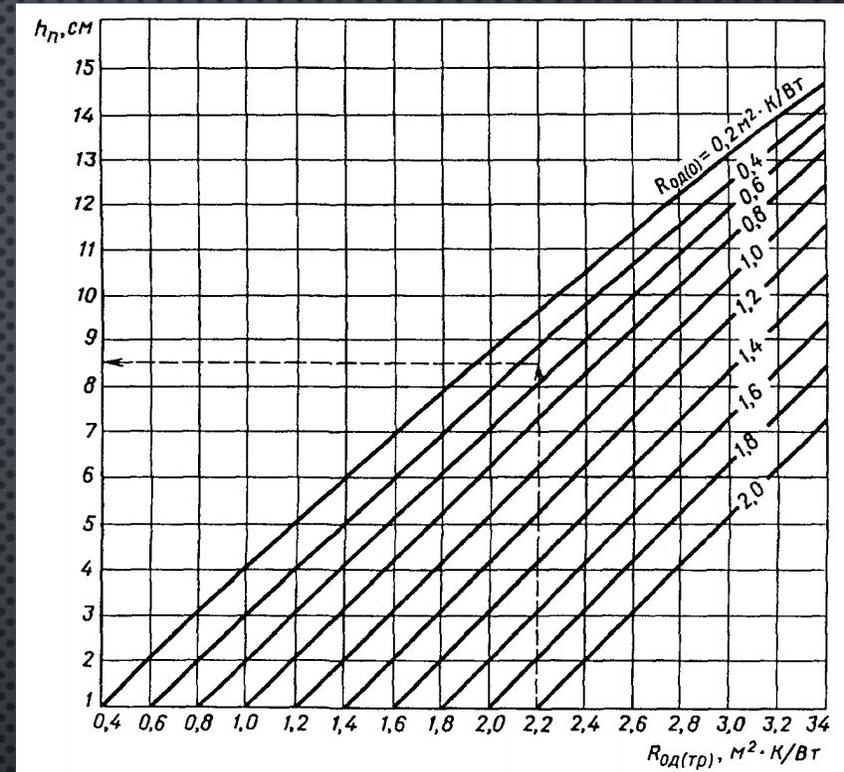
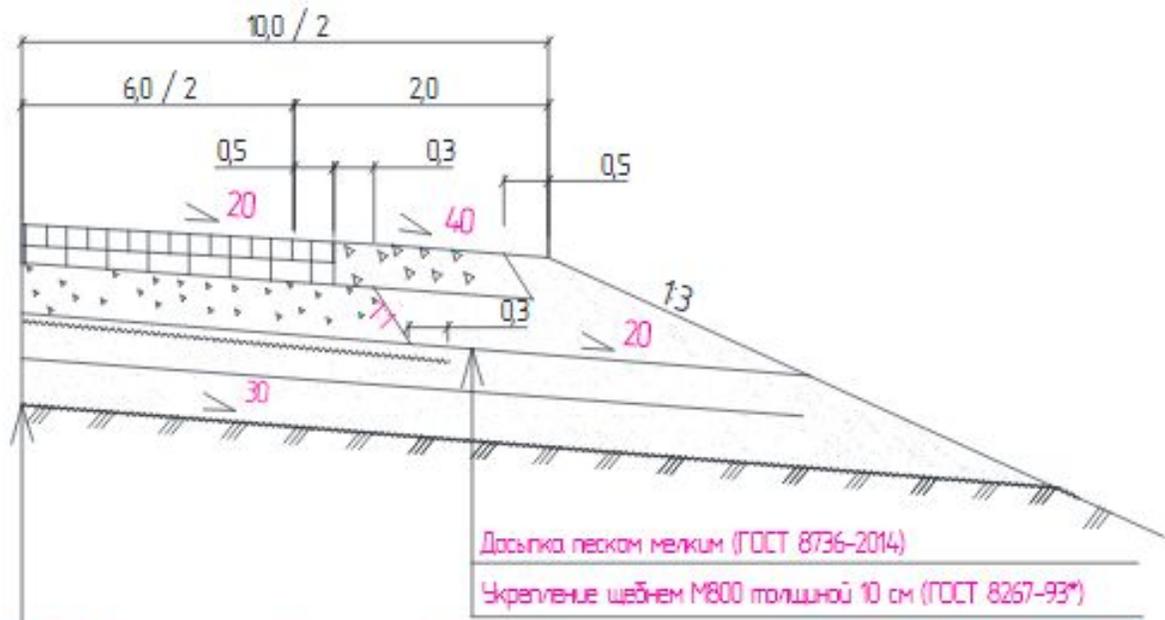


Схема определения термическое сопротивление дорожной одежды

РАСЧЕТ ТЕРМОИЗОЛИРУЮЩЕГО СЛОЯ ИЗ ПЕНОПОЛИСТЕРОЛА «СТАЙРОФОМ» ПРИ СЕЗОННОМ ПРОМЕРЗАНИИ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ



Досыпка песком мелким (ГОСТ 8736-2014)

Укрепление щебнем М800 толщиной 10 см (ГОСТ 8267-93*)

Тканый геотекстильный материал с поверхностной плотностью не ниже 150 г/м² (СТО 29803257-04-2008)

Подстилающий слой из песка мелкого (ГОСТ 8736-2014) толщиной - 58 см

Теплоизоляционный слой из экструдированного пенополистирола (ТУ 2244-001-42809999-02) толщ. - 3 см

Защитный слой из песка мелкого (ГОСТ 8736-2014) толщиной - 20 см

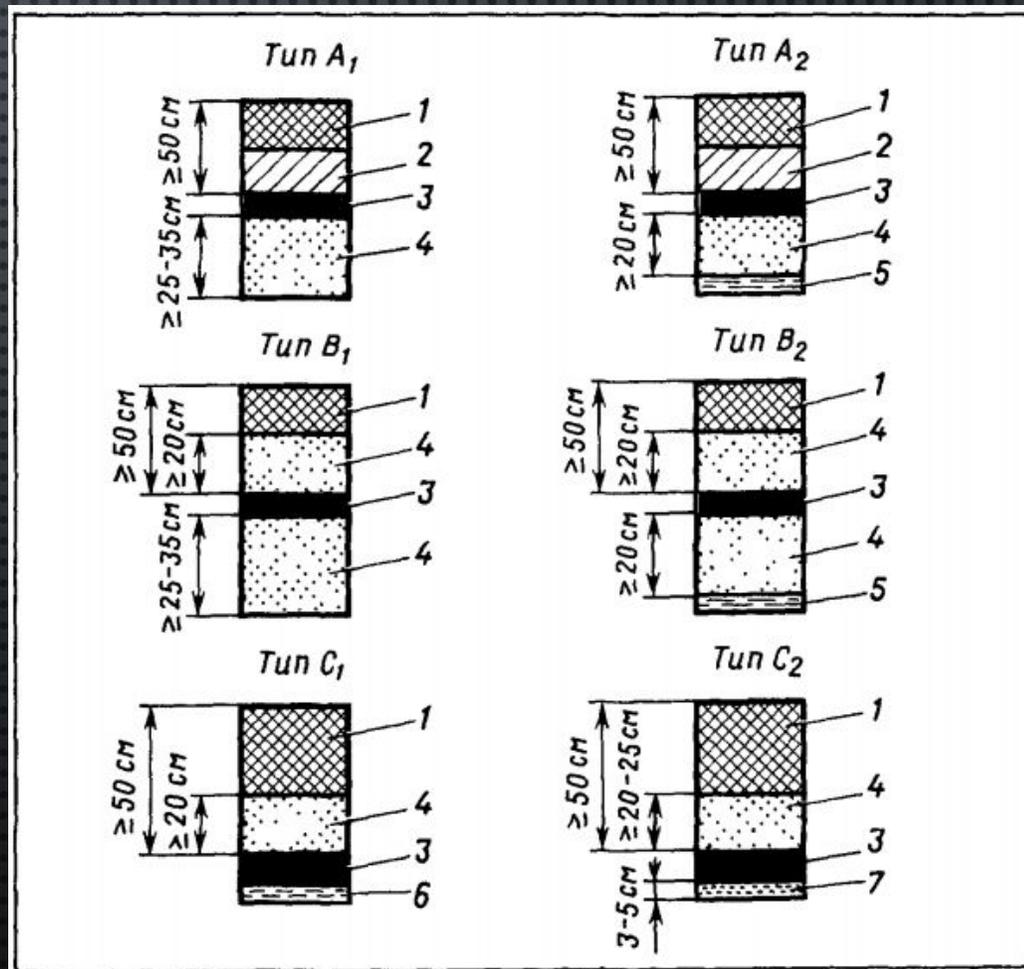
Плоская двуснаправленная решетка (СТО 64794150.016-2015)

Основание из фракции щебня М800 (ГОСТ 8267-93*), уложенного по способу заклинка толщиной - 25 см

Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон марки I Тип Б (ГОСТ 9128-2013) толщиной - 5,0 см

ШМА-15 Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ГОСТ 31015-2002) - 5 см

Основные конструкции дорожной одежды с применением пенополистирола



КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ НА СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛИТ

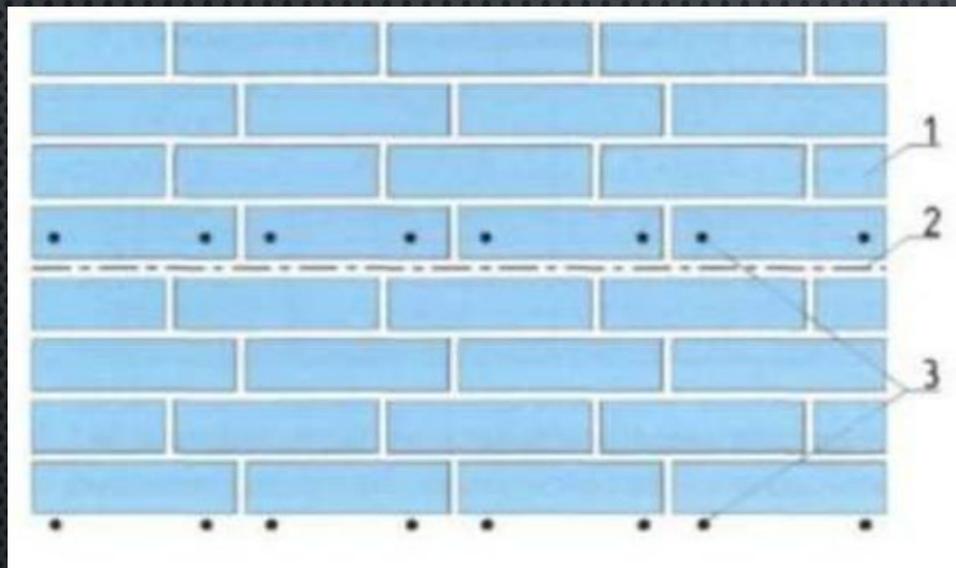


Схема укладки пенополистирольных плит

Плиты пенополистирола «Стайрофом» укладывают вручную (звено из 2 человек), располагая их длинной стороной вдоль дороги. Плиты следует укладывать таким образом, чтобы поперечные швы в соседних рядах плит располагались в разбежку, т.е. в одной точке не должны соединяться 4 плиты (рис. 7.3). Уложенные плиты закрепляют деревянными или металлическими стержнями диаметром 6- 8 мм и длиной от 20 до 40 см.

Стержни забивают в пенополистирол «Стайрофом» заподлицо. При ширине теплоизолирующей прослойки до 8 м достаточно закрепить крайние ряды плит и 1 -2 ряда по середине слоя. Каждая плита крайнего ряда должна быть закреплена более чем двумя стержнями. Плиты крайних рядов допускается закреплять, забивая стержни рядом с плитой, но заподлицо с верхом плиты.



- ПЕРВЫЙ НАД ПЛИТАМИ СЛОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЛИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ДОЛЖЕН ОТСЫПАТЬСЯ ТОЛЩИНОЙ БОЛЕЕ 30 см, но МЕНЕЕ 50 см в плотном теле по способу «от себя». РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЩЕБНЯ ПРОИЗВОДЯТ БУЛЬДОЗЕРОМ ИЛИ АВТОГРЕЙДЕРОМ. ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЮТ ВИБРАЦИОННЫЕ УПЛОТНЯЮЩИЕ СРЕДСТВА.
- ПОСЛЕ УПЛОТНЕНИЯ ЭТОГО СЛОЯ ВИБРОКАТКОМ ВЕСОМ 14 - 17 т ПО НЕМУ ДОПУСКАЕТСЯ ПРОПУСК ПОСТРОЕЧНОГО ТРАНСПОРТА. ВИБРОКАТКОМ СО СТАТИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКОЙ БОЛЬШЕ 25 кН/м НЕЛЬЗЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРИ УПЛОТНЕНИИ СЛОЯ, ПРИЛЕЖАЩЕГО К ПЕНОПОЛИСТЕРОЛУ «СТАЙРОФОМ».
- ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АРМИРОВАНИЯ, ВКЛЮЧАЯ ПОДГОТОВКУ ОБЪЕКТА, СХЕМУ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ В ПЕРИОД ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, ОРГАНИЗАЦИЮ ТРУДА, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОДЧИНЯЮТСЯ ОБЩИМ ПРАВИЛАМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ. ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ СЛЕДУЕТ РУКОВОДСТВОВАТЬСЯ ТРЕБОВАНИЯМИ СП 34.13330.2012 АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНиП 2.05.02-85*[4], СП78.13330.2012 АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНиП 3.06.03-85[10], СНиП 12-04-2002[21].

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА НА АКТУАЛЬНУЮ ТЕМУ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ПОИСКУ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С МОРОЗНЫМ ПУЧЕНИЕМ. ПРЕДЛОЖЕНО РЕШЕНИЕ ВАЖНОЙ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗАДАЧИ, ПОЗВОЛЯЮЩЕЕ ПОВЫСИТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЗА СЧЕТ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОИЗЯЛЯЦИОННОГО СЛОЯ В ОСНОВАНИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ И ГРУНТОВО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.

ВЫПОЛНЕННОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ В ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПОКАЗАЛО, ЧТО ДЛЯ ПОЛНОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОМЕРЗАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ИЛИ ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ДОПУСТИМЫМИ ПРЕДЕЛАМИ ЦЕЛЕСООБРАЗНО УКЛАДЫВАТЬ ТЕПЛОИЗЯЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА. ПРИ УКЛАДКЕ ТЕПЛОИЗЯЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ НАБЛЮДАЕТСЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ИСКЛЮЧАЮТСЯ ПРОЦЕССЫ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.

ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТАНА ДОРОЖНАЯ КОНСТРУКЦИЯ С УСТРОЙСТВОМ ТЕПЛОИЗЯЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В ОСНОВАНИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ. ПРЕДЛОЖЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПОДХОДИТ ДЛЯ РЕМОНТА, РЕКОНСТРУКЦИИ, А ТАКЖЕ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. РАЗРАБОТАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВНЕДРЕНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С УСТРОЙСТВОМ ТЕПЛОИЗЯЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА «СЫКТЫВКАР – УХТА – ПЕЧОРА – УСИНСК – НАРЬЯН-МАР» НА УЧАСТКЕ ПОС. ИРАЁЛЬ – ПОС. РЫБНИЦА.

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВИДЕТЕЛЬСТВУЮТ О ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РФ. ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ЯВЛЯЕТСЯ ОДНИМ ИЗ ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА ДОЛГОСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РФ.

В ДАННОМ ИССЛЕДОВАНИИ ОСНОВНОЕ ВНИМАНИЕ УДЕЛЕНО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ, НО НЕОБХОДИМО ОТМЕТИТЬ, ЧТО УСТРОЙСТВО ТЕПЛОИЗЯЛЯЦИОННОГО СЛОЕВ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА АКТУАЛЬНО И ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДРУГИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ: ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ, АЭРОДРОМЫ, ПЛОЩАДКИ ПОД ЗДАНИЯ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗОНЫ, КУСТОВЫЕ ПЛОЩАДКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И Т.Д.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!