

Применение гранулированного пеностекла в качестве теплоизоляционного слоя в дорожной одежде

Л. С. Щепетева,
кандидат технических наук, доцент;

А. С. Россомагина,
консультант-технолог ЗАО «Пеноситал»

Защита дорожного полотна от воздействия сил морозного пучения — актуальный вопрос для профессионалов, работающих в области дорожного строительства. Применение теплоизолирующего слоя позволяет увеличить срок службы автомобильных дорог и, соответственно, сократить затраты на их содержание. Сегодня компания ПЕНОСИТАЛ предлагает материал, который поможет в решении этой проблемы.

Расчетный срок службы дорожных одежд капитального и усовершенствованного типов составляет от 8 до 20 лет. На практике, и мы все этому свидетели, срок жизни дорожных покрытий значительно меньше. Преждевременное разрушение дорожных покрытий в большинстве случаев происходит из-за деформаций неравномерного морозного пучения грунтов основания.

В общих чертах механизм пучения дорожного полотна сводится к тому, что неблагоприятные грунты за теплое время года набирают влагу, которая образует водяные линзы и в зимнее время замерзает, превращаясь в лед, увеличиваясь в объеме в среднем на 9%. При этом происходит расширение грунта по пути наименьшего сопротивления — в сторону дорожного покрытия.

В зависимости от глубины промерзания для конкретных регионов пучение грунта может составлять от 3 до 15 см. При пучении грунта на покрытии образуются трещины, которые, постепенно увеличиваясь, приводят к разрушению дороги. Эти деформации являются следствием недостаточной морозоустойчивости дорожных конструкций.

Морозоустойчивость — один из критериев (упругий прогиб, сдвиг в подстилающем грунте или малосвязных конструктивных слоях и сопротивление монолитных слоев растяжению при изгибе) расчета дорожных одежд при проектировании автомобильных дорог. В районах сезонного промерзания грунтов земляного полотна при неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях Отраслевые дорожные нормы «Проектирование нежестких дорожных одежд» (ОДН 218.046-01) предусматривают проверку дорожной конструкции на морозоустойчивость. Если это условие не выполняется, то рекомендуется выполнение ряда мероприятий, в числе которых — устройство теплоизолирующих слоев, снижающих глубину или полностью исключающих промерзание грунта под дорожной одеждой.



Рисунок 1. Использование гранулированного пеностекла для строительства дорог в Норвегии.

По материалам журнала *Nordic Road and Transport Research*. Volume 17. No. 1. June 2005.

В качестве теплоизолирующего слоя мы рекомендуем использовать **ПЕНОСТЕКЛО** — качественный теплоизоляционный материал нового поколения.

Термоизолирующие прослойки из пеностеклянного гравия в конструкциях дорожной одежды могут применяться как альтернатива устройству традиционных морозозащитных слоев для снижения деформации пучения при промерзании конструкции, как альтернатива устройству повышенных насыпей или устройству термоизоляции из торфа в зоне вечной мерзлоты, исключающая просадки полотна при оттаивании его основания. Данный материал широко применяется при строительстве дорог в таких странах, как Норвегия, Германия и США.

Бесспорный эффект использования в качестве теплоизолирующего слоя гранулированного пеностекла заключается в следующем:

- Уменьшение объема материалов, используемой дорожной одежды.
- Повышение долговечности конструкции, достигаемое исключением периодически возникающих деформаций морозного пучения;
- Понижение рабочих отметок насыпей на участках, где при традиционных конструкциях действуют ограничения СНиП по минимальному возвышению насыпи над уровнем подземных или поверхностных вод, а также над уровнем земли.
- Снижение требуемой толщины дренирующего слоя за счет исключения поступления воды снизу или оттаивания земляного полотна.
- Понижение расчетной влажности грунта земляного полотна и повышение расчетных значений прочностных характеристик грунта за счет снижения влагонакопления при процессе морозного пучения.
- Исключение необходимости замены грунта в основании дорожной одежды в выемках и уменьшение

Стоимость утеплителя, необходимого для обеспечения требуемой величины термического сопротивления

Тип утеплителя	Коэффициент теплопроводности	Необходимая толщина слоя утеплителя, м	Стоимость м ³ утеплителя, руб.	Стоимость м ² теплоизолирующего слоя
пеностекло	0,059	0,07	2200	130,5
пенопласт	0,04	0,045	3000	135
пеноплэкс	0,03	0,035	4050	141,7
гравийно-песчаная смесь	2,1	2,12	80	169,6
керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом	0,7	0,65	730	471,8
шлакобетон	0,58	0,59	1200	702,9
керамзитобетон	0,75	0,76	1900	1439,2

объемов привозимого грунта при сооружении земляного полотна.

- Сокращение затрат на уплотнение грунта.

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя в конструкции определяют теплотехническим расчетом. Оптимальную конструкцию и тип теплоизоляционных материалов нужно выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов, равноценных по морозоустойчивости.

Предлагаемая структура дорожного покрытия

	h, м	λ, В/мК
пористый асфальтобетон	0,05	1,4
высокопористый асфальтобетон	0,15	1,05
известковый щебень	0,3	1,39
пеностекло	0,07	0,06
среднезернистый песок	0,2	2
тяжелые пылеватые суглинки	0,5	

Расчеты показывают, что термическое сопротивление дорожной одежды с теплоизолирующим слоем из гранулированного пеностекла $R_{(од)} = 1,66 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ выше, чем требуемое термическое сопротивление дорожной одежды при допустимой величине пучения (4 см) $R_{(од/тр)} = 1,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Следовательно, предлагаемая структура дорожного полотна обеспечивает достаточное термическое сопротивление дорожной одежды, при котором не происходит промерзания грунтов.

Как показано в приведенной выше таблице, использование гранулированного пеностекла в качестве теплоизоляционного слоя является целесообразным и с экономической точки зрения.

Эффективность применения теплоизоляционных материалов в конструкциях дорожных одежд также может быть оценена экспериментально на опытных участках, построенных с применением теплоизоляционного слоя и без него. Проводят наблюдения за покрытием при промерзании грунтов и измеряют деформации морозного пучения в нескольких точках на покрытии. Подобный эксперимент выполнен студентами специальности «Строительство автомобильных дорог» Пермского государственного технического университета. В качестве материала теплоизоляционного слоя применили гранулированное пеностекло **ПЕНОСИТАЛ**. Грунт основания дорожной одежды — мелкий одномерный песок. Хотя грунт основания можно счи-

тать слабопучинистым, наблюдения показали, что на площадке, где под дорожной одеждой не был использован теплоизоляционный материал, наблюдалось морозное пучение дорожной одежды. На той площадке, где использовали гранулированное пеностекло в основании дорожной одежды в качестве теплоизоляционного слоя, величина морозного пучения покрытия равна нулю.

В ходе экспериментов было выявлено, что конструктивный слой дорожной одежды из гранулированного пеностекла может эффективно выполнять функции не только теплоизолирующего слоя, повышающего термическое сопротивление дорожной одежды. Он также работает как капилляропрерывающая прослойка в земляном полотне и как дренирующий слой, не допускающий капиллярного поднятия влаги в грунт рабочего слоя земляного полотна или конструктивные слои дорожной одежды. За счет этого снижается накопление влаги в грунте земляного полотна и, следовательно, также уменьшается величина морозного пучения при промерзании грунта.

Величины пучения грунта также были установлены в результате лабораторных испытаний по методике, в соответствии с которой образцы грунта насыщают водой, затем промораживают при неограниченном подсосе влаги. В процессе промораживания измеряли деформации морозного пучения. Эксперимент, выполненный в лаборатории, показал, что величина морозного пучения образца, состоящего на треть из гранулированного пеностекла и на две трети из пучинистого грунта, равна 0,4 мм. Величина морозного пучения образца, состоящего на всю высоту из пучинистого грунта, равна 2,7 мм.

Очевидно, что конструкция дорожного полотна с использованием гранулированного пеностекла более долговечна, поскольку силы морозного пучения не оказывают на него разрушающего действия. Соответственно, необходимость капитального ремонта дорог возникает значительно реже. Таким образом, экономия за счет применения пеностекла может быть достигнута как на стадии строительства, так и при эксплуатации дороги.

Устройство теплоизолирующего и гидроизолирующего слоя из гранулированного пеностекла марки **ПЕНОСИТАЛ** позволяет исключить появление водяных линз, ограничить до минимума или исключить полностью пучинистость грунта под покрытием, стабилизировать процесс или полностью исключить поднятие и опускание покрытия и повысить долговечность дорог.