

*Д.В. Иванов**

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРУЗИОННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА
В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩЕГО СЛОЯ
В КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Согласно Федеральной программе развития транспортной сети России до 2030 года планируется построить свыше 300 000 км новых дорог и привести в соответствие нормативным требованиям не менее 80% дорог от общего количества [1]. При этом, согласно энерго-сырьевому сценарию развития экономики страны, большая часть новых дорог будет проложена в районах добычи полезных ископаемых: нефти, газа, редкоземельных и драгоценных металлов и т.д. Стоит отметить, что данные месторождения тяготеют к районам Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока, обширные территории которых характеризуются продолжительным зимним периодом, глубоким сезонным промерзанием и наличием вечномерзлых грунтов, что значительно осложняет как проектирование, так и строительство дорог в таких условиях.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ГОУ ВПО ТГТУ В.П. Ярцева.

В связи с возрастанием темпов освоения природных богатств и энергетических ресурсов вопросы повышения устойчивости, надежности и долговечности дорожной одежды и земляного полотна автомобильных дорог на вечномерзлых и сезоннопромерзающих пучинистых грунтах приобретают большое практическое значение. Для повышения прочности, надежности и долговечности дорожных одежд в таких условиях необходимы специальные мероприятия, направленные на создание оптимального водно-теплого режима земляного полотна. В [3] предусмотрены следующие меры:

- использование непучинистых или слабопучинистых грунтов в верхней части земляного полотна, находящегося в зоне промерзания;
- осушение рабочего слоя земляного полотна (устройство дренажа, гидроизолирующих или капиллярпрерывающих прослоек);
- устройство морозозащитного слоя из непучинистых минеральных материалов;
- устройство теплоизолирующих слоев, снижающих глубину промерзания грунта под дорожной одеждой;
- устройство основания дорожной одежды из монолитных материалов (типа тощего бетона).

Если обратиться к зарубежному опыту строительства автомобильных дорог в схожих грунтово-геологических условиях, то наиболее рациональным решением является устройство морозозащитных (теплоизолирующих) слоев из эффективных теплоизоляционных материалов. Одним из самых перспективных в этом отношении является применение экструзионного пенополистирола в конструкции земляного полотна, рис. 1 [3].

Уже более 40 лет в мире с успехом применяют экструзионный пенополистирол в районах Аляски, Канады, Швеции, Германии для предотвращения вспучивания или оттаивания оснований автомобильных дорог на сезоннопромерзающих и вечномерзлых грунтах. Одним

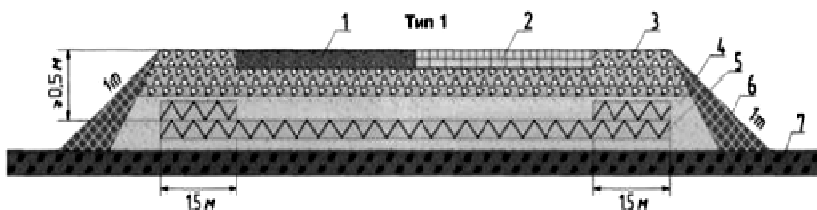


Рис. 1. Пример конструкции земляного полотна с применением экструзионного пенополистирола:

- 1 – цементобетон; 2 – асфальтобетон двухслойный; 3 – щебень (гравий);
- 4 – песок; 5 – геопенопласт «Стайрофом»; 6 – грунт насыпной;
- 7 – грунт естественный

из старейших объектов, построенных с применением экструзионного пенополистирола, является автодорога Эдсвалла в Швеции [3].

Однако в России к данному материалу относятся довольно скептически, хотя уже более 20 лет, с 1983 года находится в эксплуатации участок дороги II технической категории в Новосибирской области, где в качестве теплоизолирующего слоя использован экструзионный пенополистирол Styrofoam [3]. Применение пенополистирола в качестве теплоизоляции в данном случае позволяет вывести из зоны промерзания пучинистые грунты, снизить величину пучения, понизить влажность активной зоны земляного полотна за счет снижения температурного градиента.

Проведенные в 1995 и 2003 году исследования показали, что за 20 лет эксплуатации материал практически не изменил своих свойств (табл. 1).

Построены подобные участки и в Подмосковье на участках дорог I технической категории МКАД – Кашира и Серпухов – Тула в 2000 г., где неблагоприятная грунтово-гидрологическая ситуация не позволяла применять типовые дорожные конструкции по условиям допустимого морозного пучения [4].

Но, несмотря на положительные примеры эксплуатации экструзионного пенополистирола в таких конструкциях, главным фактором, сдерживающим его активное применение, является отсутствие надежной методики прогнозирования долговечности материала в таких конструкциях. Исследования, проведенные в [5], показали, что долговечность экструзионного пенополистирола можно рассматривать с позиций термофлуктуационной концепции прочности, а предлагаемая в [6] методика позволяет оценить долговечность материала в таких конст

1. Изменение физико-механических свойств геопенопласта Styrofoam

Наименование показателей	Метод	Показатели свойств		
		1983 г.	1995 г.	2003 г.
Плотность, кг/м ³	ГОСТ 15588	38	43,1	44,9
Прочность на сжатие при 10% деформации, МПа	ГОСТ 15588	0,4	0,48	0,52
Модуль упругости, МПа	ГОСТ 23404	15	19,2	21,3
Теплопроводность в водонасыщенном состоянии, Вт/(м·К)	ГОСТ 7076	–	0,0301	0,0309

рукциях с учетом действующих на материал напряжений и температур. Рассчитанная по данной методике долговечность материала в дорожных конструкциях составляет порядка 50 лет, что подтверждается данными табл. 1.

В [7] было также оценено влияние циклов замораживания-оттаивания на теплофизические характеристики экструзионного пенополистирола на примере пенополистирола Техноплекс 45. Результаты исследований приведены в табл. 2.

2. Исследование теплофизических свойств геопенопласта Техноплекс 45

Количество циклов замораживания-оттаивания	Теплофизические характеристики материала		
	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Термическое сопротивление R , (м ² ·К)/Вт	Тепловой поток q , Вт/м ²
0	0,036	0,622	55,4
10	0,036	0,622	55,4
55	0,036	0,622	55,4

Как видно из табл. 1 и 2, теплофизические характеристики Техноплекс 45 несколько хуже пенополистирола Styrofoam, однако полученные в результате исследований данные позволяют говорить о постоянстве теплофизических характеристик материала в процессе эксплуатации.

Подытоживая вышесказанное, можно сказать, что в результате применения экструзионного пенополистирола для создания оптимального водно-теплового режима повышаются долговечность и ровность покрытия, увеличивается модуль упругости дорожной одежды, исключается образование колеи, увеличивается срок службы дорожной одежды между капитальными ремонтами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р.
2. СНиП 2.05.02–85*. Автомобильные дороги.
3. СТО 218.3.001–2006. Проектирование и устройство теплоизолирующих слоев из экструдированного пенополистирола «STYROFOAM» на автомобильных дорогах России / The Dow Chemical Company. – М., 2006.
4. Проведение обследований на опытных участках, построенных с применением пенополистирольных плит «Пеноплекс» и эталонных участках автомобильной дороги МКАД – Кашира. – Балашиха, 2003.

5. Иванов, Д.В. Исследование долговечности и теплофизических характеристик экструзионного пенополистирола в строительстве / Д.В. Иванов, К.А. Андрианов, В.П. Ярцев // Academia. Архитектура и строительство. – М. : НИИСФ РААСН, 2009. – № 5. – С. 559–560.

6. Ярцев, В.П. Прогнозирование долговечности экструзионного пенополистирола в дорожных конструкциях / В.П. Ярцев, Д.В. Иванов, К.А. Андрианов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. – Воронеж, 2010. – № 3(19). – С. 99 – 104.

7. Иванов, Д.В. Оценка теплофизических свойств экструзионного пенополистирола, применяемого в дорожном строительстве / Д.В. Иванов, К.А. Андрианов, В.П. Ярцев // Тезисы Международной научно-технической конференции «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ». – СПб., 2010. – С. 79.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ГОУ ВПО ТГТУ