

УДК 625.142

## СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕВЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ И ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Филатов Д.А., студент гр. 2231-СЖД, IV курс,

Калин С.А., студент гр. 2031-СЖД, V курс

Научный руководитель: Трубин С.В., ст.пр.,

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО  
«Приволжский государственный университет путей сообщения»

«Железнодорожный путь является инженерным сооружением. Под действием вертикальных и горизонтальных сил в пути непрерывно накапливаются остаточные неравномерные деформации, которые приводят к расстройствам пути: просадки, перекосы, нарушения положения пути в шпale, продольном профиле и др. Необходимость в ремонте пути появляется вследствие износа его элементов и накопления остаточных деформаций» [3].

Сущность и значение технологических процессов является в том, что технологический процесс производства путевых работ определяет строгий порядок выполнения операций по времени и месту расстановки рабочих, машин и доставки материалов к месту работ, чтобы выполнять работы с наименьшими затратами труда и наиболее эффективно использовать средства механизации, регламентировано Распоряжением ОАО "РЖД" от 25.02.2019 N 348/р "Об утверждении Инструкции о порядке планирования, разработки, предоставления и использования технологических "окон" для ремонтных и строительно-монтажных работ в ОАО "РЖД".

При реконструкции основной площадки земляного полотна и балластной призмы железнодорожных линий с целью обеспечения устойчивой и безопасной работы пути должны быть ликвидированы деформации морозного пучения, как в виде пучин, так и равномерного пучения; ограничен темп накопления остаточных деформаций в балласте и грунтах основной площадки земляного полотна; обеспечена длительная поперечная устойчивость рельсошпальной решетки.

Для ликвидации деформаций морозного пучения по условиям технологичности проведения работ единственным приемлемым вариантом является укладка пенопластового покрытия без снятия рельсошпальной решетки при глубокой очистке щебня машинами Укладка теплозащитного слоя из пенопласта назначается на всех участках, где пучинистые грунты входят в зону возможного промерзания с вероятностью его повторения один раз в 10 лет.

Для отдельных регионов и некоторых дистанциях пути, как например, в Оренбургской области, где наблюдаются высокие степени морозного пучения, активно применяются пенопластовые покрытия.

Пенопласт располагается на глубине не менее 0,4 м ниже подошвы шпал с поперечным уклоном 0,04 в полевую сторону. Сверху на пенопласт допускается укладка непосредственно щебня. Толщина и ширина покрытия определяются теплотехническим расчетом из условия полного выведения границы промерзания из пучинистых грунтов.

Толщина покрытия, полученная расчетом, увеличивается на 1 см в запас на возможное уменьшение защитных свойств покрытия при вдавливании в него отдельных щебенок. Минимальная толщина покрытия принимается 4 см, а ширина 4 м под один путь. Срезка обочин земляного полотна до уровня пенопласта для возможности отвода воды и балласта обязательна.

Устройство покрытий из полимеров при реконструкции балластной призмы в комплексе с работой современных щебнеочистительных машин без снятия рельсошпальной решетки предъявляет к этим материалам жесткие требования по прочностным характеристикам и ряд ограничений по геометрическим размерам. По прочности материалы должны выдерживать напряжения, возникающие при укладке на них щебеночного балласта, а геометрические размеры — обеспечивать совместимость их укладки в комплексе с щебнеочистительными машинами.

Надежность и долговечность работы пенопласта определяется пределом прочности его на сжатие и водопоглощением, высокое водопоглощение приводит к быстрому старению. Длину плит пенопласта по технологии укладки лучше принимать равной ширине покрытия. Допускается длина плит не менее половины ширины покрытия. По боковым поверхностям плиты должны иметь пазы для перекрытия швов.

Для обеспечения плавного перехода по жесткости и теплофизическим свойствам вдоль пути по концам покрытия из пенополистирольных плит обязательно устраиваются сопряжения.

Сопряжения устраиваются за счет постепенного уменьшения толщины  $h$  плит до минимальной 4 см, и далее при неизменной толщине плит либо с укладкой их с зазорами  $\Delta$ , либо за счет постепенного уменьшения ширины покрытия  $B$ , укорачивая длину плит на 1 см.

Изменение толщины плит производится ступенчато с шагом 1 см, длина каждого участка с неизменной толщиной плит принимается 5-6 м.

Работы по устройству пенопластового покрытия наиболее целесообразно выполнять силами ПМС одновременно с капитальным ремонтом пути или вблизи участка капитального ремонта. Выполняют лечение земляного полотна этим способом и дистанции пути.

«В состав работ входят: снятие путеразборочный краном рельсошпальной решетки (в ряде случаев после предварительной очистки щебня), срезка на 30-50 см и планировка путевым стругом (на двухпутных участках) или бульдозером балласта, укладка вручную на подготовленную

поверхность покрытия, укладка новой рельсошпальной решетки, выгрузка балласта из хоппер-дозаторов, подъемка пути, выправка пути и подбивка шпал.

В подготовительный период производят разбивочные работы: на местности закрепляют начало и конец отводов и покрытия, а при длине его 200 – 300 м положение покрытия через каждые 25 м. Для этой цели на шейке рельсов соседнего пути, опоре контактной сети или специально забиваемых кольях записывают пикет, расстояние от оси колеи, отметки низа вырезки. Подготавливают пенопласт для укладки в путь, для чего раскраивают плиты на куски нужных размеров, соединяют их в блоки, размещают блоки по местам укладки. Готовят место для размещения, вырезаемого балласта. Когда балласт разместить негде, его вывозят. Для этого подготавливают подвижной состав и погрузочную технику» [4].

Основные работы можно разделить на работы, обычно выполняемые при капитальном ремонте пути, и работы, работы связанные с укладкой покрытия. В отдельных случаях пенопласт рекомендуется укладывать на подушку из песка или отходов асбеста толщиной не менее 10 см. При укладке пенопласта швы между блоками или отдельными кусками должны перекрываться. В заключительный период засыпают концы пенопластового покрытия балластом, выполняют комплекс выправочных работ.

Ширина пенопластового покрытия в зависит от климатического района, характеризуемого максимальной суммой  $\Omega$  градусосуток отрицательной температуры за зиму с вероятностью превышения один раз в 10 лет. Для участков, находящихся на территории Оренбургской области [1], следовательно, применяют  $\Omega = 2910$  градусосуток.

При  $2500 < \Omega_p \leq 3000$  С° сут.  $B = 5,5$  м;  $b = 1,4$  м.

где  $b$  – выступ краёв пенопласта за концы шпал.

Теплоизоляционное покрытие укладывают в пределах участка пучения и прилегающих и прилегающих с обеих сторон участков с равномерным пучением.

Так же применяется при проведении ремонтных работ, на участках с допустимыми показателями морозного пучения и другие геосинтетические материалы. Так геотекстиль и герешетки, геосетки.

Основное назначение геотекстиля в строительстве железной дороги или ее реконструкции – это разделение подушки из песка, щебня и грунта. Это позволяет не проникать в грунт под давлением нагрузок сыпучим материалам. Плюс ко всему геотекстиль для балластной призмы применяется для усиления грунтового покрытия. Использование геосинтетического полотна повышает технические характеристики железной дороги, в результате чего возможно увеличение трафика на участке. Реконструкция производится достаточно быстро, что позволяет говорить об удобстве использования геотекстиля для ЖД [2].

Особенно актуально применение геосинтетика в местах с ослабленным грунтом. В районе близкого расположения рек, заболоченной местности или

месте с высокой вероятностью поводков. Усиление основание так же требуется на ЖД развязках, где множество стрелок, а также там, где помимо динамических нагрузок, присутствуют еще и статические. Это перегоны, ЖД станции и отстойники, где поезда длительное время стоят без движения.

Применение геотекстиля при строительстве земляного полотна и дорожных одежд в значительной мере определили круг проблем, решение которых может быть связано с применением геотекстиля.

Речь идет о применении геотекстильных прослоек в конструкциях земляного полотна и дорожных одежд как средства снижения неравномерности деформаций конструкции. Прежде всего, вариантом такого использования геотекстиля является устройство прослоек в основании насыпей, сооружаемых на деформирующихся основаниях. При этом деформации могут возникать как под действием собственного веса насыпи, так и транспортных нагрузок. Такое решение может быть эффективным во всех случаях, когда в силу объективных причин возможно возникновение таких деформаций насыпи на слабых грунтах, на оттаивающих основаниях, тонкослойные насыпи и тонкослойные конструкции дорожных одежд, сооружение земляного полотна в зимнее время с использованием мерзлых комьев и т.д.[3]

Соответствующие научные проработки в области применения геотекстильных прослоек как армирующих элементов обеспечили бы наиболее массовое внедрение геотекстиля, причем для целей повышения качества земляного полотна и дорожных одежд, особенно сооружаемых в сложных природных, в том числе – погодно-климатических условиях. Вплотную к этому направлению примыкает применение геотекстиля как технологических прослоек. К сожалению, до настоящего времени на практике чрезмерно смело идут на применение грунтов с повышенной влажностью, пытаются уплотнять грунтовые слои, лежащие на массиве с низкой несущей способностью и т.п. При этом почему то предполагается, что все эти неблагоприятные факторы не отразятся существенно на качестве земляного полотна [2].

Одно из важнейших направлений применения геотекстиля при строительстве железных дорог – это приданье устойчивости бедному или краевому грунту, находящемуся в зоне под ведущим рельсовым путем, которая может подвергаться обвалу или интенсивному нагнетанию.

Для того чтобы геотекстильный слой работал эффективно, его необходимо уложить в правильном порядке.

Геотекстильное полотно размещают на разграниченной и подготовленной поверхности, освобожденной от неровностей слоя грунта, различных обломков и строительного мусора.

Геотекстиль располагают с поперечным уклоном для вывода воды за пределы колеи железной дороги. Вода должна направляться к находящимся поблизости канавам и дренажным трубам. Переход при соединении геотекстильных полотен не должен быть менее полуметра. Относительно

шпал геотекстиль располагают на 30 сантиметров ниже, чем место, на которое их устанавливают. Это необходимо для того, чтобы предотвратить повреждения геоматериала при перпендикулярном (нормальном) трамбовании [4].

Как было отмечено выше, геотекстильный материал позволяет воде беспрепятственно проходить сквозь систему дренажа. Главным преимуществом использования геотекстиля является то, что применение данного материала ощутимо снижает затраты на материалы других типов и обеспечивает надежное и прочное армирование даже слабонесущего грунта.

Пространственные георешетки представляют собой группу ячеистых модулей прямоугольной формы, изготавливаемых из полос нетканого полотна повышенной жесткости из полиэфира. Они соединены между собой высокопрочными сварными швами в шахматном порядке, образуя складывающиеся объемные ячейки. Общий вид георешетки представлен на рисунке 1.

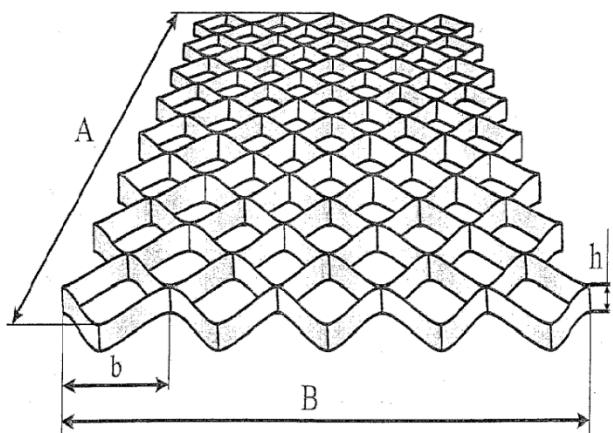


Рисунок 1 – Общий вид объёмной георешётки

Примечания: А – длина решетки, В – ширина решетки,  $h$  – высота решетки,  $b$  – ширина ячейки

При использовании георешётки и нетканых геотекстильных материалов, уложенных непосредственно под геосоты, необходимо руководствоваться требованиями, предъявляемыми к свойствам, вводимым документами технического регулирования: ГОСТ 33068-2014 «Материалы геосинтетические для дренажных систем». Общие технические требования – «ГОСТ 32804-2014 (EN 13251:2000). Межгосударственный стандарт: материалы геосинтетические для фундаментов, опор и земляных работ».

Рекомендации по механическим свойствам георешётки:

-При растяжении, прочностная характеристика георешетки не должна быть менее 17 кН/м.

-При работе с номинальной нагрузкой геополоса может быть удлинена не более чем на 35%.

-Перфорированная георешетка обладает характеристикой жесткости и прочности, которая соответствует прочности шва.

- заполнительным материалом георешётки могут служить местные

непучинистые или слабопучинистые грунты, щебень, гравий, щебеночно-песчаные, гравийно-песчаные, щебеночно-песчано-гравийные смеси, грунты и материалы, укрепленные вяжущим, характеристики которых определены для каждой местности;

При установке геосеток вместе с неткаными геотекстильными материалами, расположенными под ними, следует руководствоваться требованиями, указанными в соответствующих документах технического регулирования, относящихся к их свойствам описанным в таблице 1.

Таблица 1 – Регламентируемые значения максимальной крупности зерен заполнителя геосот в зависимости от высоты и минимальных размеров ячейки

Высота геосот $h$ , мм	Размер ячейки геосот, мм				
	a(b)	a(b)>25	a(b)	a(b)>250	
	250	0	250		
Максимальная крупность зерен заполнителя, мм, при					
укреплении откосов, сооружений поверхностного водоотвода					усилении конструктивных слоев дорожных одежд
50	30	30	-	-	
75	50	50	-	-	
100	75	80	40	50	
150	80	100	50	60	
200	80	120	60	70	

Примечание:

Основные физико-механические свойства, размеры и технические требования к георешёткам изложены в ТУ 8397-001-92576179-2014 "Полотно нетканое иглопробивное. Технические условия".

Крепость и условная крепость соединения геосетки определяются в соответствии с условиями и областью применения указанных в нормативной документации.

Для наполнения георешетки могут использоваться местные грунты с низкой или умеренной пучинистостью, щебень, гравий, смеси из щебня и песка, гравия и песка, а также материалы, укрепленные вяжущим и специально подобранные для конкретной местности.

Возможно повышение модуля упругости слоя, состоящего из "материала + геосоты". Прочностные показатели этого слоя обеспечивают ему устойчивость к сдвигу, таким образом, уменьшая затруднения в транспортировке и деформацию.

Таким образом, подводя итог, можно констатировать тот факт, что если использовать геосинтетические материалы, такие как геосоты, георешетки и т.п. для железных дорог, то можно в несколько раз увеличить сроки плановых

ремонтов участков железных дорог. А применение полистирольных материалов снижает негативные агрессивные воздействия на верхнее строение пути при морозных пучениях, рекомендуется применять для сложных климатических, геологических условиях эксплуатации линейного объекта.

### **Список использованных источников**

1. Адер, А. В. Геотекстиль на железной дороге / А. В. Адер, М. А. Пушкин // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Оренбург, 21–22 апреля 2022 года / Самарский государственный университет путей сообщения, Оренбургский институт путей сообщения. – Оренбург: Оренбургский институт путей сообщения – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный университет путей сообщения", 2022. – С. 181-183. – EDN ZAFRRL.
2. Адер, А. В. Применение современных материалов при строительстве и реконструкции железных дорог / А. В. Адер, М. С. Кислицын // Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия : Материалы II Международной научно-методической конференции: в 3 частях, Оренбург, 08–09 ноября 2023 года. – Оренбург: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 10-13. – EDN CNARNM.
3. Бушуев, М. В. Пути сообщения : учебное пособие / М. В. Бушуев, А. С. Гапоненко. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 47 с. — ISBN 978-5-7641-1716-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264644> (дата обращения: 02.03.2025).
4. Пшенисов, Н. В. Железнодорожный путь : учебник / Н. В. Пшенисов. — Самара : СамГУПС, 2019. — 292 с. — ISBN 978-5-6042645-1-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161297> (дата обращения: 11.03.2025).