

Оптимизация технологии устройства защитных слоев с применением объемной георешетки при модернизации железнодорожного пути

В статье приведены результаты анализа опыта использования объемной георешетки для усиления основной площадки земляного полотна, представлена статистическая информация об изменении производительности выполнения работ по модернизации железнодорожного пути на закрытых перегонах при создании защитных слоев на Западно-Сибирской железной дороге за 2014 г. Кроме того, статья содержит обзор существующих на настоящий момент технологических вариантов создания армированных объемной георешеткой защитных слоев, а также предложения по оптимизации используемых технологических процессов для обеспечения производства ремонтных работ на закрытых перегонах без существенного снижения их производительности при укладке объемной георешетки.

Ключевые слова: *железнодорожный путь, земляное полотно, защитный слой, объемная георешетка, модернизация железнодорожного пути.*

Стабильность геометрии рельсовой колеи железнодорожного пути существенно зависит от состояния подбалластной зоны земляного полотна. Недостаточная несущая способность грунтов подбалластной зоны, их склонность к морозному пучению ведут к возникновению и накоплению дефектов и деформаций основной площадки. Ситуация усугубляется в современных условиях увеличения скоростей движения, осевых нагрузок, массы и составности поездов.

Одним из наиболее эффективных способов обеспечения стабильности рабочей зоны земляного полотна при модернизации железнодорожного пути является устройство подбалластных защитных слоев, имеющих повышенные прочностные и деформационные свойства [1, 2].

С 2009 г. на сети железных дорог Российской Федерации при модернизации железнодорожного пути на участках со слабыми грунтами в рабочей зоне земляного полотна ведутся работы по формированию таких защитных слоев с применением объемной георешетки [3, 4].

Подбалластный защитный слой, состоящий из уплотненной песчано-гравийной смеси (ПГС), армированной объемной георешеткой, должен выполнять следующие основные функции [5]:

- разделительную (не допускать взаимного проникновения и перемешивания частиц балластной призмы и грунтов земляного полотна);
- защитную (отводить от основной площадки атмосферную воду и предотвращать

промерзание пучинистых грунтов земляного полотна);

- распределительную (снижать поездную нагрузку на грунты земляного полотна и улучшать условия их работы);

- виброзащитную (гасить колебания от динамических нагрузок, создаваемых подвижным составом).

К устройству защитных слоев предъявляется широкий спектр требований, к которым относятся:

- устройство поперечных уклонов в полевую сторону не менее 0,04 под защитным слоем и по его верху;

- укладка в основании защитного слоя покрытия из геотекстиля;

- обеспечение толщины балластной призмы над защитным слоем не менее 40 см;

- обеспечение уплотнения ПГС с коэффициентом не менее 0,98 (4–6 кг/см²).

Специальные требования к ПГС, используемой для создания защитных слоев, регламентированы ТУ 5711-284-01124323–2012 «Технические условия на щебеночно-гравийно-песчаную смесь» [6].

За период с 2009 г. были разработаны и опробованы на практике несколько вариантов технологии устройства защитных подбалластных слоев. Последовательности выполнения основных рабочих операций, связанных с устройством защитного слоя, для этих вариантов описаны ниже.

Первый вариант: вырезка загрязненного балласта щебнеочистителем, выгрузка ПГС из хоппер-дозаторов на два слоя с подъемкой

пути электробалластером, демонтаж старой рельсошпальной решетки, сдвигка ПГС в сторону с помощью экскаватора или бульдозеров, укладка объемной георешетки вручную, засыпка объемной георешетки ПГС с помощью экскаватора или бульдозеров, планировка ПГС автогрейдерами, уплотнение ПГС виброкатками [7, 8].

Второй вариант: вырезка загрязненного балласта щебнеочистителем, демонтаж старой рельсошпальной решетки, укладка объемной георешетки вручную, засыпка объемной георешетки ПГС во время «глухого окна» из думпкаров или спецсоставов для засорителей с соседнего пути, планировка ПГС землеройной техникой (бульдозерами, автогрейдерами), уплотнение ПГС виброкатками [9].

Основные недостатки этих технологических вариантов – это необходимость выделения в напряженном графике движения поездов «глухих окон» для выгрузки ПГС с соседнего пути и существенное снижение производительности работ на закрытом перегоне из-за ручной укладки объемной георешетки.

На Западно-Сибирской железной дороге в сезон летних путевых работ 2014 г. согласно утвержденному плану защитные слои с применением объемной георешетки были устроены на протяжении 40,7 км. Работы выполнялись в основном по второму варианту технологии, который на настоящий момент реализуется чаще всего. Всего в режиме закрытых перегонов отремонтировано 308,4 км.

Средняя выработка на закрытых перегонах при проведении модернизации железнодорожного пути составила 984 м/сут, а без учета перегонов с укладкой объемной георе-

шетки – 1 520 м/сут.

Средняя выработка на закрытых перегонах с укладкой объемной георешетки составила 384 м/сут (максимальная выработка – 533 м/сут, минимальная – 229 м/сут).

Таким образом, при реализации основного на настоящий момент варианта технологии устройства защитных слоев средняя выработка на закрытых перегонах уменьшается почти в четыре раза.

В 2014 г. на Западно-Сибирской дороге процент километров модернизации железнодорожного пути с устройством защитного слоя от общего количества километров модернизации составил около 13 %, а снижение средней выработки из-за устройства защитных слоев – 35 %.

С учетом ежегодного увеличения объемов укладки георешетки (на Западно-Сибирской железной дороге на 2015 г. запланировано уложить объемной георешетки 54,482 км, на 2016 г. – 53,9 км) очевидна необходимость разработки и реализации более производительных технологических вариантов устройства защитных слоев. Целью данной работы является выбор и обоснование наилучшего технологического варианта из существующих на настоящий момент и оптимизация работ по этому варианту.

Таким вариантом технологии мог бы стать механизированный способ устройства защитного слоя с помощью укладочного и уплотнительного комплексов [10] на базе щебнеочистительной машины СЧ-601 (рис. 1, 2) и электробалластера ЭЛБ-4С (рис. 3).

По этой технологии последовательность рабочих операций по устройству защитного

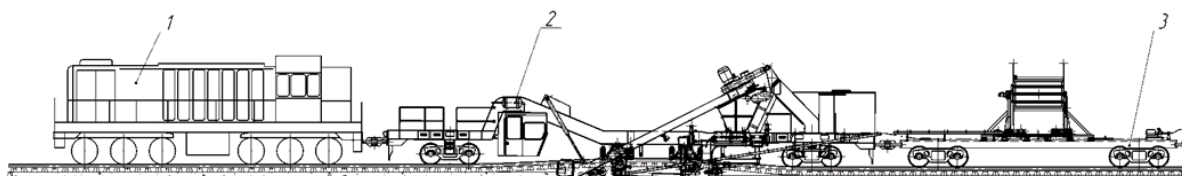


Рис. 1. Схема укладочного комплекса на базе машины СЧ-601:

1 – тяговый модуль; 2 – машина СЧ-601 для укладки геоматериалов; 3 – модуль для транспортирования геоматериалов (рассчитан на 600 пог. м укладки георешетки)



Рис. 2. Общий вид укладочного комплекса на базе машины СЧ-601

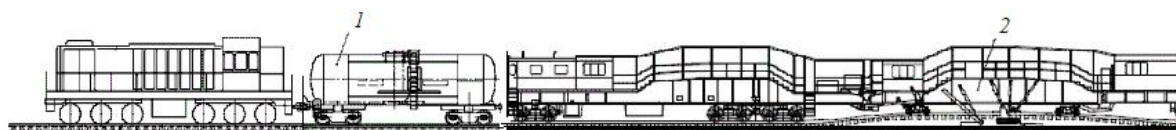


Рис. 3. Схема уплотнительного комплекса на базе электробалластера ЭЛБ-4С:

1 – модуль для доставки воды на место производства работ; 2 – уплотнительная машина

подбалластного слоя следующая: любым современным щебнеочистителем вырезается загрязненный балласт; на существующую рельсошпальную решетку производится выгрузка ПГС из хоппер-дозаторного состава в объеме 900–1000 м³/км на два слоя с подъемкой пути электробалластером; укладочный комплекс на базе машины СЧ-601 формирует защитный подбалластный слой, сначала подбирая ПГС под рельсошпальную решетку, затем укладывая объемную георешетку и засыпая ее ПГС; уплотнительный комплекс на базе ЭЛБ-4С проводит работы по уплотнению сформированного защитного слоя виброплитами с одновременным увлажнением ПГС до оптимальной влажности при помощи орошающей системы, установленной на раме машины.

График производства работ по устройству защитного подбалластного слоя на участке

протяженностью 300 м в соответствии с этим вариантом технологии представлен на рис. 4, график производства работ по дням на закрытом перегоне, в границы которого входит этот участок, – на рис. 5.

Из графиков видно, что работы по устройству защитного слоя, армированного объемной георешеткой, практически не снижают выработку на закрытом перегоне даже на первом задельном участке (859–861 км). В случае необходимости укладки защитного слоя на большем протяжении фронта работ – на втором и третьем участках (862–867 км) – имеются значительные временные резервы для вписывания этих работ в общий график.

Кроме того, необходимость выделения «глухих окон» в графике движения поездов при такой технологии выполнения работ отсутствует.

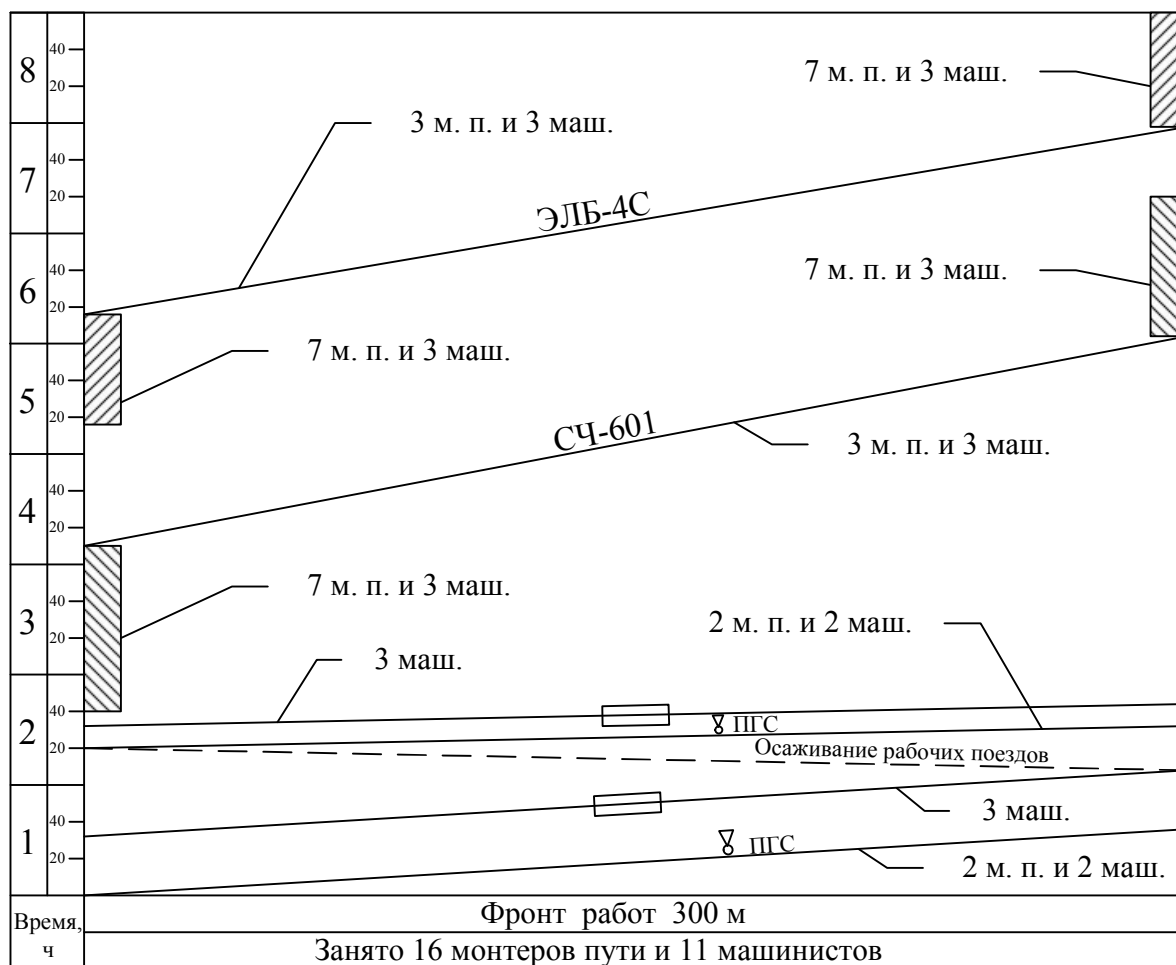
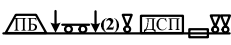


Рис. 4. График производства основных работ по устройству подбалластного слоя, армированного объемной георешеткой:

- выгрузка песчано-гравийной смеси из хоппер-дозаторов на первый и второй слой;
- подъемка пути электробластером ЭЛБ-3МК;
- зарядка и разрядка укладочного комплекса на базе машины СЧ-601;
- формирование армированного подбалластного слоя укладочным комплексом на базе машины СЧ-601;
- зарядка и разрядка уплотнительного комплекса на базе машины ЭЛБ-4С;
- уплотнение подбалластного слоя уплотнительным комплексом на базе машины ЭЛБ-4С

На рис. 5 приняты следующие условные обозначения:

	– комплекс подготовительных работ, выполняемых вручную;
	– срезка обочины земляного полотна путевым стругом;
	– рыхление балластной призмы машиной ВПО-3000;
<u>RM-80</u>	– очистка загрязненного балласта машинами RM80;
<u><u>RM-80</u></u>	– вырезка загрязненного балласта машиной RM80;
<u>Георешетка</u>	– комплекс работ по укладке объемной георешетки;
	– комплекс работ по смене рельсошпальной решетки;
	– комплекс работ по балластировке и первичной выправке пути;
<u>ВП</u>	– выгрузка плетей бесстыкового пути из рельсовозного состава;
	– комплекс работ по смене инвентарных рельсов на плети бесстыкового пути и их сварке;
	– комплекс отделочных работ, выполняемых машинами;
 ПКЗ	– комплекс отделочных работ, выполняемых вручную;
<u>РШП</u>	– профильная шлифовка рельсов рельсошлифовальным поездом.

В результате оптимизации технологии выполнения работ по устройству защитных подбалластных слоев определен наилучший технологический вариант, позволяющий сохранить производительность работ по модернизации железнодорожного пути на

закрытых перегонах, при котором отсутствует необходимость выделения «глухих окон» в графике движения поездов, что позволяет не снижать пропускную способность участков.

Библиографический список

1. Пешков П.Г., Певзнер В.О., Белоцветова О.Ю., Третьяков В.В. Об усилении рабочей зоны земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2007. № 9. С. 13.
2. Инструкция по устройству подбалластных защитных слоев при реконструкции (модернизации) железнодорожного пути. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 12.12.2012 г. № 2544р. М., 2013. 34 с.
3. Макаров В.В. Армирующие геосинтетические материалы при реконструкции пути // Путь и путевое хозяйство. 2010. № 9. С. 30–31.

4. Временные технические условия для опытного применения объемных георешеток Неовиб при устройстве защитного подбалластного слоя / ОАО «РЖД». М., 2009. 11 с.
5. Кудрявцев С.А., Берестяный Ю.Б., Вальцева Т.Ю., Михайлин Р.Г. Усиление пути для пропуска тяжёловесных поездов // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 1. С. 27–29.
6. ТУ 5711-284-01124323–2012. Щебеночно-гравийно-песчаная смесь. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 20.12.2012 г. № 2640р. М., 2013. 15 с.
7. Опытный технологический процесс укладки объемной георешетки Неовиб на локальных участках (с применением экскаватора и бульдозера) от 13.04.2009 г. № к241ц-09 / ПТКБ ЦП ОАО «РЖД». М., 2009. 32 с.
8. Опытный технологический процесс укладки объемной георешетки Неовиб на локальных участках (с применением двух бульдозеров) от 13.04.2009 г. № к242ц-09 / ПТКБ ЦП ОАО «РЖД». М., 2009. 34 с.
9. Технологический процесс укладки объемной георешетки Неовиб с уплотнением материала защитного подбалластного слоя виброкатками и машиной ДСП (для опытного применения) от 20.11.2009 г. № к318и-09 / ПТКБ ЦП ОАО «РЖД». М., 2009. 32 с.
10. Технологический процесс усиленного среднего ремонта бесстыкового пути с созданием защитного подбалластного слоя, армированного объемной георешеткой, механизированным способом с применением модернизированной машины СЧ-601 на участке Ангелинская – Величковка Северо-Кавказской железной дороги от 10.11.2010 г. № к379ц-10 / ПТКБ ЦП ОАО «РЖД». М., 2010. 37 с.

I. Kotova, A. Chizhov, O. Yudin, A. Voblikov

Optimization of the technology of the protective layers construction using the volumetric geogrid in the modernization of the railway track

Abstract. The analytical research on the usage of the three-dimensional geogrid in reinforcement of the subgrade level is suggested; and statistical information about the productivity dynamics of the railway track modernization by creating protective layers on the closed track sections of the West Siberian railway in 2014 is provided. The paper also includes an overview of the existing technological options for the creation of reinforced three-dimensional protective layers by means of a geogrid. The proposals on optimization of the technological processes, which ensure the implementation of track repairs on closed track sections using the three-dimensional geogrid, without a significant reduction of their productivity are suggested.

Key words: *railway track; subgrade; protective layer; three-dimensional geogrid; modernization of railway track.*

Котова Ирина Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: kotovaia@mail.ru

Чижев Андрей Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: luger@yandex.ru

Юдин Олег Геннадьевич – доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: helge@stu.ru

Вобликов Алексей Александрович – студент факультета «Строительство железных дорог» СГУПС. E-mail: voblik90@mail.ru