

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**
Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

16-iyun, 2025



engineer.tstu.uz

“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA TASHKILIY QO‘MITASI

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departamenti rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiysi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitedagi istiqbolli va strategik vazifalarni amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishslash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrasi mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrasi mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrasi mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrasi mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrasi mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mehanika kafedrasi mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrasi professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi assistenti

Increasing the stability of the track in areas of rail joints through the use of geosynthetic reinforcing materials

O.M. Mirzakhidova¹, K.S. Lesov¹, A.Sh. Uralov¹, M.K. Kenzhaliev¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The study presents a method for improving the stability of railway tracks in the areas of rail joints through the use of reinforcing and separating layers made of geosynthetic materials. The engineering aspects of applying geotextiles and planar geogrids are considered, along with their impact on stress redistribution, deformation reduction, and increased subgrade modulus of elasticity. Comparative data are provided for unreinforced and reinforced subgrades. The results confirm the effectiveness of geosynthetics in both capital and routine track maintenance. Conclusions are drawn on the potential of this technology for high-speed rail applications.

Keywords: track stability, rail joint, geosynthetics, reinforcing layer, geotextile, geogrid, deformation modulus, vertical displacements, track reconstruction, subgrade reinforcement.

Повышение устойчивости пути в зонах рельсовых стыков за счёт применения геосинтетических армирующих материалов

Мирзахидова О.М.¹, Лесов К.С.¹, Уралов А.Ш.¹, Кенжалиев М.К.¹

¹Ташкентский государственный университет транспорта, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В работе представлена методика повышения устойчивости железнодорожного пути в зонах рельсовых стыков путём устройства армирующих и разделительных прослоек из геосинтетических материалов. Рассмотрены инженерные аспекты применения геотекстиля и плоских георешёток, а также их влияние на перераспределение напряжений, снижение деформаций и повышение модуля упругости основания. Приведены сравнительные данные по неармированному и армированному основанию. Представлены результаты, подтверждающие эффективность применения геосинтетиков при капитальном и текущем ремонте пути. Сделаны выводы о перспективности технологии для скоростного движения.

Ключевые слова: устойчивость пути, рельсовый стык, геосинтетики, армирующая прослойка, геотекстиль, георешётка, модуль деформации, вертикальные перемещения, реконструкция пути, усиление основания

1. Введение

Железнодорожные пути в зоне рельсовых стыков подвержены усиленному износу и деформациям из-за концентрации динамических нагрузок, возникающих при прохождении подвижного состава. Особенно это проявляется на участках с неоднородными или переувлажнёнными грунтами основания. Потеря устойчивости и геометрии пути в этих зонах требует применения современных технологий усиления, способных обеспечить долговечную и равномерную работу конструкций. В мировой научной литературе армирование основания с помощью геосинтетических материалов признано эффективным методом стабилизации конструкций. Исследования E.S. Palmeira, G. Sharma (Канада), Z. Zhang (Китай) показывают, что геотекстиль и георешётки улучшают перераспределение напряжений, повышают модуль упругости основания и снижают вертикальные перемещения [3,4,6]. В России и СНГ практические исследования велись под руководством С.П. Першина, В.И. Грицыка, Е.С. Ашпиза [1,2]. По данным последних, армирование

основания снижает вертикальные перемещения до 30–40% и повышает модуль деформации в 2–3 раза [1,2].

Тем не менее, в условиях скоростного и высокоскоростного движения возникает необходимость конкретного инженерного обоснования применения геосинтетиков в зонах рельсовых стыков. При этом важны как расчётные модели перераспределения напряжений, так и данные натурных наблюдений.

Предмет исследования – воздействие армирующих геосинтетических материалов на устойчивость и прочностные характеристики железнодорожного пути в зонах рельсовых стыков. Цель исследования – обоснование эффективности применения геотекстиля и георешёток для повышения устойчивости пути в стыковых зонах с учётом расчётных и экспериментальных данных.

Задачи исследования:

оценить влияние геосинтетических прослоек на модуль деформации и вертикальные перемещения;

выполнить сравнительный анализ армированных и неармированных конструкций;

разработать рекомендации по выбору типа геосинтетика и схемы его укладки.

2. Материалы и методы

Для оценки эффективности армирования основной площадки под рельсовыми стыками были использованы данные экспериментальных и натурных наблюдений, а также нормативных методик расчёта устойчивости основания. Армирующие прослойки состояли из геотекстиля (плотность ≥ 280 г/м², прочность $\geq 0,8$ кН) и плоских георешёток (разрывная нагрузка ≥ 15 кН, прочность в узлах $\geq 90\%$). Сравнительный анализ выполнялся для трёх вариантов конструкций:

- 1.неармированное основание;
 - 2.основание с геотекстилем;
 - 3.основание с геотекстилем + георешёткой.

Для оценки деформационных характеристик использовались параметры:

- модуль деформации E (МПа);
относительная деформация ε ;
величина вертикальных переме-

Полевые испытания опирались на методы, применённые в исследованиях Е.С. Ашпиза, С.П. Першина и зарубежных авторов (Zhou M., Sharma H.) [1,4,5]. Расчётные данные включали значения деформации и напряжений в основании при проходе поездов со скоростью до 160 км/ч.

3. Результаты

Результаты анализа представлены в таблице

| Тип основания | Модуль Е (МПа) | Относительная деформация ε | Снижение перемещений (%) |
|---|----------------|--|--------------------------|
| Неармированное основание | 25 | 0,008 | — |
| Армированное (геотекстиль) | 50 | 0,004 | до 30 |
| Армированное (геотекстиль + георешётка) | 80 | 0,0025 | до 40 |

Применение армирующих слоёв позволило в 2–3 раза увеличить модуль упругости основания и снизить вертикальные перемещения на 30–40%. Эти показатели особенно значимы в зонах рельсовых стыков, где деформации способствуют ускоренному износу пути.

4. Обсуждение

Результаты исследования демонстрируют высокую эффективность геосинтетического армирования в зонах рельсовых стыков. Сочетание геотекстиля и геопрессёлки обеспечивает перераспределение напряжений и стабилизацию основания, снижая влияние динамических нагрузок от подвижного состава. Особую значимость технология приобретает на участках с низкой несущей способностью основания, а также в условиях переувлажнённых грунтов [2,10,11]. Применение данной технологии способствует продлению срока службы пути, уменьшению затрат на текущий ремонт и повышению безопасности движения [1,13]. Перспективным направлением является внедрение данной методики в проекты реконструкции скоростных железнодорожных линий с оценкой долгосрочной эффективности и экономической целесообразности. *Иллюстрации и формулы.*

Зависимость относительной деформации основания (ε) от типа применяемого армирования (без армирования, армирование геотекстилем, комбинированное армирование геотекстилем и георешёткой) приведена на рисунке 1. График отражает закономерности уменьшения деформаций в зависимости от прочностных и структурных характеристик армирующих прослоек. На графике – по оси ординат откладывается относительная деформация основания ε , безразмерная величина;

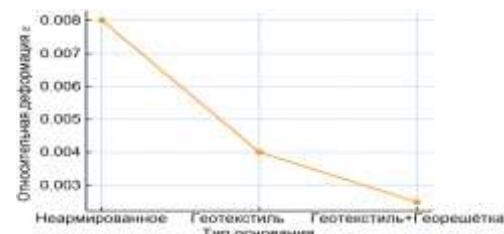


Рис. 1. Зависимость относительной деформации от типа армирования

График демонстрирует снижение относительной деформации ε в зависимости от используемого типа армирования. Применение геотекстиля и особенно комбинированного армирования с георешёткой существенно уменьшает деформации в основании балластного слоя, что повышает устойчивость конструкции в зонах рельсовых стыков. Формула перераспределения напряжений при армировании:

$$\sigma = E * \varepsilon$$

где σ — вертикальное напряжение, возникающее в основании (Па или кПа);

Е — модуль деформации основания (МПа);

ε — относительная деформация (безразмерная величина).

Эта формула выражает связь между напряжением и деформацией по закону Гука для упругих оснований. Она применяется при расчётах перераспределения напряжений в армированных слоях.

$$\varepsilon = \Delta l / l_0$$

Δl — абсолютное удлинение или осадка в направлении действия нагрузки (мм); l_0 — первоначальная длина или высота исследуемого слоя (мм).

Формула позволяет количественно оценить степень деформирования слоя под нагрузкой. В сочетании с первым выражением она используется для оценки эффективности армирования при проектировании конструкций усиленного основания. Схема конструкции пути с укладкой геосинтетических материалов на основную площадку приведена на рисунке 2.

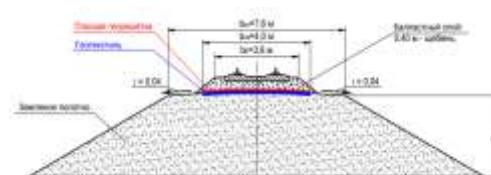


Рис. 2. Поперечный профиль земляного полотна железной дороги с укладкой геосинтетических материалов на основную площадку

5. Заключение

Результаты исследований подтвердили высокую эффективность применения геосинтетических армирующих материалов для повышения устойчивости железнодорожного пути в зонах рельсовых стыков. Применение прослоек из геотекстиля и плоской георешётки обеспечивает значительное снижение деформаций, увеличение модуля упругости основания и перераспределение напряжений от нагрузки подвижного состава.

Установлены количественные зависимости: модуль деформации основания увеличивается с 25 до 80 МПа при переходе от неармированного к комплексно армированному основанию;

относительная деформация ϵ уменьшается с 0,008 до 0,0025;

вертикальные перемещения сокращаются на 30–40 %, в зависимости от типа армирования.

Эти зависимости подтверждают целесообразность применения геосинтетиков в капитальном и текущем ремонте пути, особенно на слабых и водонасыщенных грунтах [1,2,12]. Рекомендуется включение армирующих слоёв в проекты реконструкции и модернизации участков железнодорожного пути с высокой нагрузкой и скоростью движения [10,11,13,14]. Дальнейшие исследования целесообразно направить на численное моделирование долговременного поведения армированных конструкций под нагрузками до 25 т/ось, а также на разработку нормативных методик расчёта и диагностики армированных зон пути [7,8,9].

Использованная литература / References

[1] Ашпиз Е.С. Повышение устойчивости основания пути с использованием геосинтетиков // Вестник транспортного строительства. – 2019. – № 4. – С. 32–39.

[2] Грицык В.И., Колчин В.Г. Влияние геосинтетических прослоек на работу балластного слоя // Путь и путевое хозяйство. – 2021. – № 3. – С. 14–19.

[3] Palmeira E.M. Performance of geosynthetic-reinforced structures in transport infrastructure // Geotextiles and Geomembranes. – 2009. – Vol. 27. – P. 233–244.

[4] Sharma H., Zornberg J.G. Influence of geosynthetic reinforcement layout on the performance of ballasted tracks // Geosynthetics International. – 2010. – Vol. 17(3). – P. 157–168.

[5] Zhou M., Ling H.I. Finite element analysis of geosynthetic-reinforced ballast under cyclic loading // Transportation Geotechnics. – 2015. – Vol. 2(3). – P. 87–101.

[6] Zhang Z., Qian X., Yang Y. Effect of geogrid reinforcement on the dynamic behavior of railway ballast // Construction and Building Materials. – 2018. – Vol. 163. – P. 216–224.

[7] Руководство по применению геотекстиля, георешёток и дренажных труб в транспортном строительстве Республики Узбекистан. – Ташкент: Госкомдорстрой РУз, 2023. – 56 с.

[8] Технологическая инструкция по укладке геотекстиля на основную площадку железнодорожного пути. – М.: ОАО «РЖД», 2021. – 48 с.

[9] Правила технической эксплуатации железных дорог Республики Узбекистан. – Ташкент: АО «Ўзбекистон темир йўллари», 2021. – 112 с.

[10] Lesov K. S., Kenjaliyev M. K., Mavlanov A. Kh., Tadjibaev Sh. M. Stability of the embankment of fine sand reinforced with geosynthetic materials. E3S Web of Conferences. 2021, no. 264, pp. 02011. DOI: 10.1051/e3sconf/202126402011

[11] Лесов К. С., Абдулжабаров А. Х., Кенжалиев М. К. Технология усиления основной площадки земляного полотна в зонах рельсовых стыков с применением геотекстиля // Известия Транссиба. – 2022. – №4 (52). – С. 106 – 114.

[12] Лесов К.С., Бондаренко А.А., Абдулжабаров А.Х., Кенжалиев М.К.-угли. Результаты усиления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. – 2024. – № 9. – С. 18–21.

[13] Lesov, K., Abdujabarov, A., Kenjaliyev, M., & Mirzakhidova, O. (2024). Techno-economic evaluation of geotextile application as a separation layer and its contribution. In E3S Web of Conferences (Vol. 583, p. 01008).

[14] Лесов, К., Абдулжабаров, А., Кенжалиев, М., & Мирзахидова, О. (2023). Экспериментальные исследования по усилению основной площадки земляного полотна с применением геотекстиля. Сейсмическая безопасность зданий и сооружений, 1(1), 321–325.

Информация об авторах/ Information about authors

| | |
|---|---|
| Мирзахидов а Озода | Базовый докторант кафедры «Инженерия железных дорог». Ташкентский государственный транспортный университет (ТГТрУ). Тел.: +99 (897) 443-14-11. E-mail: ozoda_27@mail.ru https://orcid.org/0000-0001-6247-1869 |
| Мирабдулла евна | Кандидат технических наук, профессор кафедры «Инженерия железных дорог». Ташкентский государственный транспортный университет (ТГТрУ). Тел.: +99 (871) 299-03-80. E-mail: kuvandikl@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-9434-0713 |
| Лесов Кувандик Сагинович | Базовый докторант кафедры «Инженерия железных дорог». Ташкентский государственный транспортный университет (ТГТрУ). Тел.: +99 (871) 299-03-80. E-mail: kuvandikl@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-9434-0713 |
| Уралов Акмал Шакар угли | Базовый докторант кафедры «Инженерия железных дорог». Ташкентский государственный транспортный университет (ТГТрУ). Тел.: +99 (899) 817-43-12. E-mail: akmaljonoralov1928@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-6124-5250 |
| Кенжалиев Мухамедали Казбек угли | Кандидат технических наук (Ph.D) доцент кафедры «Инженерия железных дорог». Ташкентский государственный транспортный университет (ТГТрУ). Тел.: +99 (871) 299-03-52. E-mail: mkenjaliyev@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-6124-5250 |

| | |
|---|-----|
| M. Miralimov, K. Urazov, K. Juraev | |
| Calculation of the walls of the Road Bridge Approach lift trailer to strength, located on the 165-km section of the M-39 Highway on the Syrdarya-Jizzakh line | 99 |
| F. Abdukodirov, T. Khasanov | |
| Application of modern computational methods in bridge support modeling: capabilities of the Lira-CAD software tool..... | 102 |
| D. Zokirov | |
| Technology of underwater laying of concrete mortar in the construction of bridge structure foundations | 106 |
| A. Adylkhodjaev, A. Babajanov | |
| Effectiveness assessment of monofunctional hardening accelerators in low-temperature curing concrete..... | 109 |
| A. Adilkhodzhaev, A. Baymurzaev | |
| Fiber concrete. Prospects for development and application..... | 113 |
| J. Jiemuratov | |
| High-strength fine-grained concrete based on natural zeolite..... | 115 |
| O. Mirzakhidova, K. Lesov, A. Uralov | |
| Organization and technology of manual laying of geosynthetic materials in technological "WINDOWS" without removing the rail grating | 119 |
| O. Mirzakhidova, K. Lesov, A. Uralov, M. Kenzhaliyev | |
| Increasing the stability of the track in areas of rail joints through the use of geosynthetic reinforcing materials | 124 |
| Z. Kakharov, I. Purtseladze | |
| Leak detection methods on main pipelines | 127 |
| A. Abdujabarov, M. Mekhmonov | |
| Development of mobile structures to protect railway tracks from rockfall | 130 |
| A. Ilyasov, A. Nazibekov, B. Azirbaev | |
| Properties of geopolymers concrete using fly ash..... | 133 |
| R. Auezbaev, P. Lepesbaeva | |
| Production and application of ceramovermiculite materials based on layered vermiculite in Uzbekistan | 136 |
| D. Mirzajonov, E. Shipacheva | |
| Multifunctional residential complex as a new type of residential building | 139 |