

УДК 630*383:625.7/.8

П. А. Лыщик, С. В. Красковский, Ю. Н. Лис

Белорусский государственный технологический университет

**ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ГЕОРЕШЕТОК В КОНСТРУКЦИЯХ
ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

В настоящее время лесным автомобильным дорогам уделяется большое внимание. Строительство таких дорог требует значительного расхода земляных масс и дорожно-строительных материалов, особенно с учетом их специфики работы.

В лесной отрасли всё чаще используются современные лесовозные автопоезда с большой грузоподъемностью и нагрузкой на ось. Это обстоятельство требует создания прочных и устойчивых дорожных конструкций. Известен целый ряд способов и методов по упрочнению земляного полотна и дорожных одежд, которые требуют применения нетрадиционных материалов. В последние годы за рубежом и в Республике Беларусь при строительстве лесных автомобильных дорог широко применяют полимерные материалы, среди которых наибольшее распространение получили геосинтетические материалы. Для упрочнения верхней части земляного полотна и слоев дорожных одежд нами рекомендуются дорожные конструкции, разработанные на основе объемных георешеток.

Ключевые слова: лесная автомобильная дорога, дорожные конструкции, геосинтетические материалы, объемная георешетка.

P. A. Lyschik, S. V. Kraskovsky, Yu. N. Lis

Belarusian State Technological University

APPLICATION IN THE CONSTRUCTION OF GEOGRID FOREST HIGHWAY

Currently, forest roads paid much attention. The construction of such roads requires considerable expense of the masses of earth and road construction materials, especially in view of the specifics of their work. The forest industry is increasingly using modern timber-train with a large carrying capacity and axle load. This circumstance requires the creation of strong and sustainable road constructions. Known are a number of methods and techniques for strengthening the subgrade and road pavement, which does not require the use of traditional materials. In recent years, both abroad and in the Republic of Belarus in the construction of forest roads are widely used polymer materials, among which the most widely used geosynthetics. To strengthen the upper part of the roadbed and pavement layers we recommend road construction developed on the basis of volume of geolattice.

Key words: forest road, road construction, geosynthetics, volumetric geolattice.

Введение. Большие осевые нагрузки и грузоподъемность современных лесовозных автопоездов требуют прочных и устойчивых дорожных конструкций. Данные качества конструкций достигаются при использовании различных методов укрепления дорожных грунтов. Сегодня известны многие как минеральные, так и органические вяжущие, используемые в данных целях. Однако, помимо разнообразных вяжущих, для укрепления грунтов используются геосинтетические материалы, в частности объемные георешетки.

Применение объемных георешеток (далее – георешеток) позволяет создать дорожные конструкции с повышенными эксплуатационными свойствами, способные выдерживать эксплуатационные нагрузки и значительно уменьшать воздействие природных факторов на длительное время. Использование георешеток обусловлено их высокой прочностью, устойчивостью к воздействию гидрогеологических факторов и экологической безопасностью [1, 2].

Основная часть. Объемная георешетка – это упрочняющая (армирующая) конструкция, которая используется для стабилизации слабых неустойчивых грунтов, а также для защиты склонов и сооружений от эрозионных процессов в качестве каркаса, удерживающего в своем теле инертный наполнитель (гравий, грунт, песок и пр.). Секции георешетки представляют собой ячеистую конструкцию из прочных и гибких полимерных листов (чаще всего из полиэтилена), соединенных между собой прочными сварными швами. Поверхность листов имеет видимые диагональные насечки, увеличивающие силу трения заполнителя и лент, это позволяет дополнительно связать грунт засыпки с ячейками и значительно увеличить прочность всей конструкции.

В зависимости от расчетных критериев нагрузки и структуры материалов-заполнителей, глубина и размеры ячеек георешетки могут быть различными. Но, в любом случае, суть применения георешеток – создание единого

монолитного армогрунтового блока, способного выдерживать повышенные вертикальные и горизонтальные нагрузки, не увеличивая при этом толщину грунтовой конструкции и, как следствие, ее стоимость.

При укреплении оснований принцип работы георешетки в теле грунтовой конструкции заключается в перераспределении нагрузки, направленной в точку контакта с конструкцией, на смежные ячейки, уменьшая тем самым напряжение под нагрузкой [2].

Конструкции земляного полотна с объемными георешетками. Качество земляного полотна, его состояние и устойчивость к воздействию природных и эксплуатационных факторов являются важнейшими показателями, обеспечивающими долговечность работы дорожной одежды и лесной дороги в целом. При земляном полотне недостаточной прочности даже дорожные одежды большой прочности работают неудовлетворительно и быстро разрушаются. Поэтому насыпь должна возводиться из грунтов, обеспечивающих необходимую прочность и устойчивость земляного полотна.

В сложных почвенно-грунтовых условиях, в которых строятся и эксплуатируются лесные дороги, даже при использовании грунтов требуемого состава, правильной технологии возведения насыпи прочность и устойчивость земляного полотна обеспечивается далеко не всегда. Поэтому для упрочнения верхней или нижней части земляного полотна применяют георешетку как отдельно, так и совместно с геотекстильной прослойкой. Наиболее распространенные конструкции упрочненного земляного полотна представлены на рис. 1 [3, 4].

Георешетка может укладываться в основание насыпи непосредственно на слабый грунт или с возможностью предварительной укладки перед этим геотекстильной прослойки (рис. 1, а, б).

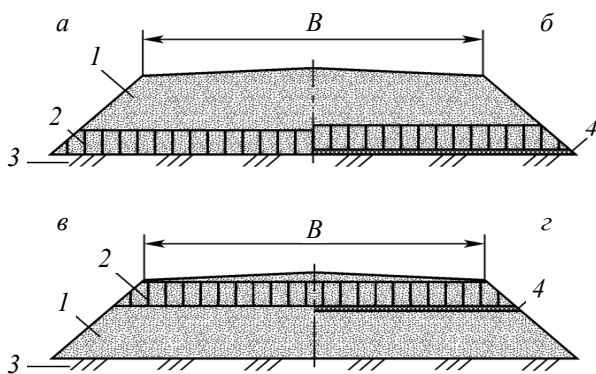


Рис. 1. Конструкции земляного полотна:
1 – грунт земляного полотна; 2 – георешетка;
3 – основание земляного полотна;
4 – геотекстильная прослойка;
B – ширина земляного полотна

При возведении земляного полотна без выторфовывания нижнюю часть насыпи можно устраивать из торфа, укладывая на него георешетку или георешетку с геотекстильным материалом (рис. 1, в, з).

Эффективно применение георешеток при строительстве лесных дорог на заболоченной местности, которое позволяет использовать для устройства насыпи местные грунты. Конструкция земляного полотна на болоте предопределяется категорией дороги, местными природными условиями, типом и глубиной болота, свойствами слагающих его грунтов, сроками строительства.

Конструкции дорожных одежд с объемными георешетками. Дорожная одежда воспринимает нагрузку от автомобильного транспорта и передает ее на земляное полотно. На лесных дорогах дорожная одежда в основном устраивается однослойной или двухслойной из слабосвязанных зернистых материалов с подстилающим слоем или без него.

Под воздействием нагрузок от лесовозного транспорта дорожные одежды лесных дорог преждевременно разрушаются вследствие ухудшения ровности поверхности покрытия, образования волн, колеиности, выбоин. Скорости движения уменьшаются, растут сопротивление движению, расход горюче-смазочных материалов, в результате снижается производительность труда на вывозке древесины.

Для сохранения дорожной одежды в состоянии, обеспечивающем эффективную работу лесовозного транспорта, увеличения межремонтных сроков, снижения транспортно-эксплуатационных затрат прочность дорожных одежд целесообразно повысить за счет применения георешеток.

Различные варианты упрочнения георешетками конструктивных слоев дорожной одежды с покрытием переходного или низшего типов представлены на рис. 2 [4–6]. В зависимости от требуемой прочности конструктивный слой может укрепляться по всей толщине одежды или частично не только одной георешеткой, но и георешеткой вместе с геотекстильным материалом. Георешетки, применяемые для упрочнения земляного полотна и дорожной одежды, должны иметь следующие основные характеристики [4, 7].

1. Высота георешетки выбирается из условия обеспечения качественного уплотнения материала заполнителя. При использовании наиболее распространенного метода укатывания она составляет не более 0,25–0,30 м; при больших значениях высоты прилегающая к основанию часть материала заполнителя в ячейках оказывается недоуплотненной, что снижает эффект упрочнения.

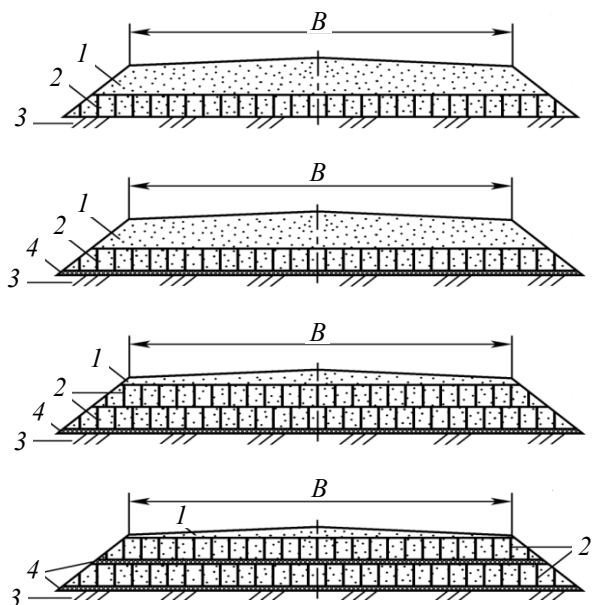


Рис. 2. Конструкции дорожных одежд:
 1 – материал конструктивного слоя;
 2 – георешетка; 3 – земляное полотно;
 4 – геотекстильная прослойка;
 B – ширина дорожной одежды

2. Оптимальное соотношение длины диагонали ячейки в растянутом положении к высоте георешетки равно 0,9–1,8. Такой диапазон значений обеспечивает отличное соотношение прочности и материалоемкости упрочненного слоя. При соотношении более 1,8 незначительное снижение материалоемкости приводит к значительному уменьшению прочности упрочненного слоя; при соотношении менее 0,9 высокая прочность упрочненного слоя достигается одновременно со значительным увеличением материалоемкости.

3. Толщина стенки георешетки должна составлять не менее 1,0–1,5 мм. Такая толщина

стенки позволяет при качественном уплотнении заполнителя обеспечить прочность и устойчивость ребер георешетки под нагрузкой.

Характеристика объемных георешеток и анализ требований, предъявляемых к ним.

Применяемые в дорожном строительстве георешетки должны удовлетворять следующим специальным требованиям:

1) материал должен быть экологически безопасным, стойким к воздействию биологического фактора почвогрунтов;

2) химическая стойкость должна обеспечиваться в интервале pH = 1–10;

3) стойкость георешеток к воздействию пресной и соленой воды;

4) долговечность (способность материалов длительно сохранять прочностные и деформативные характеристики при действии природных и эксплуатационных факторов) должна быть не менее 50 лет;

5) наименьший интервал рабочих температур должен составлять $\pm 50^{\circ}\text{C}$;

6) коэффициент морозостойкости материала должен быть не менее 0,75 после 15 циклов попеременного замораживания на воздухе при температуре -22°C и оттаивания в воде при температуре 20°C ;

7) водопоглощение должно составлять не более 4% за 30 сут;

8) бензостойкость должна быть в пределах 0,2–0,5%.

Заключение. Таким образом, георешетка является одним из высокотехнологичных изделий, использование которого позволяет улучшить качество дорожно-строительных работ, повысить прочность и долговечность конструкций лесных автомобильных дорог.

Литература

1. Лышик П. А. Усиление лесных дорог объемными георешетками // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. 2006. Вып. XIV. С. 116–118.
2. Красковский, С. В. Применение объемных георешеток для армирования лесных дорог // Инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог, мостов и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 17–18 декабря 2008 г. / БНТУ; ред. кол. И. И. Леонович [и др.]. Минск, 2008. С. 154–158.
3. Ким А. И. О применении объемных пластиковых георешеток «Прудон-494» в дорожном строительстве: сб. науч. тр. М., 2001. Вып. 201: Применение геосинтетических и геопластиковых материалов при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог. С. 85–92.
4. Применение синтетических материалов при устройстве нежестких одежд автомобильных дорог: ВСН: утв. 26 ЦНИИ МО РФ 17.02.95. М.: 26 ЦНИИ МО РФ, 1995. 44 с.
5. Методические рекомендации по применению объемной георешетки типа «Геовиб» при сооружении автомобильных дорог в районах вечной мерзлоты Западной Сибири (для опытного строительства) / В. Д. Казарновский [и др.]. М.: Союздорнии, 2003. 48 с.
6. Рекомендации по применению решетки геотехнической полиэтиленовой «Геосот-Пинема» (Белгеосот-Пинема) / РосдорНИИ. М.: РосдорНИИ, 2004. 36 с.

7. Гибкое многослойное покрытие: пат. № 2044813 РФ, МПК6 Е 01 С 5/00 / Ю. А. Аливер, Ю. Д. Роев; заявители Ю. А. Аливер, Ю. Д. Роев. № а 93011264/33; заявл. 02.03.93; опубл. 27.09.95 // Офиц. бюл. / Гос. реестр изобретений. 1995. № 27.

References

1. Lyschik P. A. Strengthening forest roads volumetric geolattice. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], Serues II, Forest and Woodworking Industry. 2006, issue. XIV, pp. 116–118 (In Russian).

2. Kraskovsky S. V., Lyschik P. A. *Primenenie ob'emnyh georeshetok dlya armirovaniya lesnyh dorog* [Application volume geolattice reinforcement of forest roads]. Innovative technologies in the construction of roads, bridges, and training of engineers in the Republic of Belarus: Proceedings of the international. scientific and engineering. conf, Minsk, December 17–18, 2008 / Minsk, 2008, pp. 154–158 (In Russian).

3. Kim A. I., Kondakov E. [On the application of bulk plastic geogrid «Proudhon-494» in road construction] *O primenenii plastikovyh georeshetok «Prudon-494» v dorozhnom stroitelstve* [Coll. scientific. tr.]. Moscow, 2001. Vol. 201: The use of geosynthetics and geoplastikovyh materials in the construction, reconstruction anrepair of roads, pp. 85–92 (In Russian).

4. *Primenenie sinteticheskikh materialow pri ustroistwe nezhestkikh odezhd awtomobilnykh dorog: WSN: utw. 26 CNII MO RF 17.02.95.* [The use of synthetic materials in the device non-rigid clothes highways: BCH: approved. 26 Central Research Institute of the Russian Defense Ministry 02.17.95]. Moscow: 26 Central Research Institute of the Russian Defense Ministry, 1995. 44 p. (In Russian).

5. Kazarnovskii V. D. [i dr.]. *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniju ob'emnoy georeshetki tipa «Geoveb» pri sooruzhenii avtomobilnyh dorog v rayonah vechnoju merzloty Zapadnoy Sibiri (dlja opytного stroitelstva)* [Guidelines on the application of volumetric geolattice “Geoweb” type in the construction of roads in permafrost regions of Western Siberia (for experienced construction)]. Moscow, Soyuzdornii Publ., 2003. 48 p.

6. *Rekomendatsii po primeneniju reshetki geotekhnicheskoy polietilenovoy «GeosotPinema» (Belgeosot-Pinema)* [Recommendations on the application of geotechnical plastic lattice “Geosot-Pinema”] (Belgeosot-Pinema) Moscow: RosdorNII Publ., 2004. 36 p.

7. Aliveri Y. A., Roew Y. D. *Gibkoe mnogoslojunoje pokrytie* [Flexible multi-layer coating]. Patent US, no. 2044813 RF МПК6 Е 01 С 5/00. Aliveri applicants Y. A., Y. D. Roew. no. а 93011264/33; appl. 02/03/93; publ. 09/27/95. Official. Bull. Government. inventions registry. 1995, no. 27 (In Russian).

Информация об авторах

Лыщик Петр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: tl@belstu.by

Красковский Станислав Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики, заместитель декана факультета ТТЛП по идеологической и воспитательной работе. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ttp@belstu.by

Лис Юлия Николаевна – магистрант кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-Mail: tl@belstu.by

Information about the authors

Lyschik Peter Alekseevich – PhD (Engineering) Assistant Professor, Professor of the Department of Forest Roads and Timber. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republik of Belarus). E-Mail: tl@belstu.by

Kraskovsky Stanislav Vladimirovich – PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Engineering Drawing, Forestry Engineering and Wood Technolugu Faculty Deputy Dean on Ideological and Educational Work. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republik of Belarus). E-Mail: ttp@belstu.by

Lis Yulia Nikolaevna – graduate student of the Department of Forest Roads and Timber Transportation. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republik of Belarus). E-Mail: tl@belstu.by

Поступила 15.02.2016