



УДК 625.02

DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-1-64-70

УСТРОЙСТВА И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ СОТОВЫХ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ

DEVICES AND INSTRUMENTS FOR CELL LAYING OF ROADS IN DIFFICULT SOIL CONDITIONS

В.Н. Аладьин
V.N. Aladin

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

Belgorod State University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: vitalik_nasonowo@mail.ru

Аннотация

В статье описаны общая технология, основные устройства и механизмы для прокладки сотовых дорог по болотам I категории, а также рассмотрен механизм для укладки геоматериала. В конце статьи приведен автоматизированный способ, который позволяет существенно снизить время прокладки сотовой дороги в сложных грунтовых условиях.

Abstract

The article describes the General technology, basic devices and mechanisms for the cell strip roads, as well as the mechanism for laying the geomaterial. At the end of the article the automated method, which allows to significantly reduce the time of laying cell of the road.

Ключевые слова: георешетка, геотекстиль, сотовая дорога, пневмомашинa, траверс, геосинтетический материал, модуль, баровая цепь, виброплита.

Keywords: geogrid, geotextiles, honeycomb way, pneumolysin, traverse, geocentricity material, module, barova chain, plate.

Введение

Разработка устройств и механизмов для прокладки сотовых дорог, по болотам I категории становится сегодня насущной потребностью в связи с быстрым развитием производства геосинтетических материалов. Технологии применения георешеток, особенно объемных в строительстве дорог в сложных грунтовых условиях отличаются от традиционных. Многие исследователи, например, Н.А. Пелипенко и В.Е. Добрынин обращают свое внимание на разработку новых технологий прокладки сотовых дорог с использованием геотекстиля и объемных георешеток [Патент РФ №2597349].

Но не только сама технология прокладки дорог нуждается в совершенствовании, необходимы устройства и механизмы для ее автоматизации. Отсутствие автоматизации делает укладку георешетки весьма трудоемкой. Раскатка рулонов георешетки и текстильного материала, а также крепление ее анкерами проводится вручную, что существенно замедляет процесс строительства дороги. При ручной укладке георешетки нет возможности проверить ее натяжение, вследствие чего может снижаться плотность песчано-гравийной смеси внутри ячейки.

Общая технология прокладки сотовых дорог по болотам 1 категории

Общая технология производства работ при устройстве прослоек из георешётки представлена на рисунке 1.

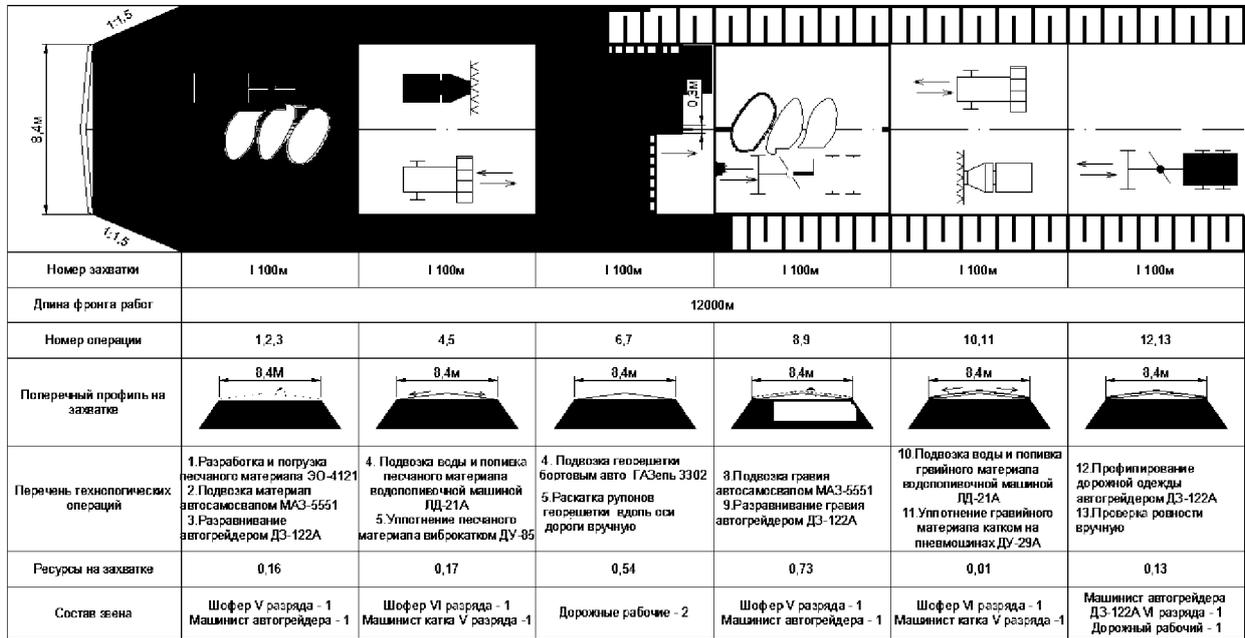


Рис. 1. Общая технология производства работ [по: Бурмистрова, 2012]
Fig. 1. The General technology of production of works [by: Burmistrova, 2012]

Как видно из рисунка 1, технология прокладки сотовых дорог по болотам 1 категории. предусматривает использование обычных видов техники: автосамосвала МАЗ 5551 – для подвозки песчаного и гравийного материала, автогрейдера ДЗ-122-А – для разравнивания и профилирования дорожной одежды, водополивочной машины ЛД-21А – для подвозки воды и поливки песчаного материала, виброкатка ДУ-85 – для уплотнения песчаного материала, бортовой ГАЗель 3302 – для подвозки георешетки, катка на пневмошинах ДУ-29А – для уплотнения гравийного материала [Инструкция ..., 2016].

Для того, чтобы механизировать укладку георешетки применяются различные устройства и механизмы [Патент РФ №2505640]. Так, раскатка рулонов армирующей плоской решетки может проводиться при помощи траверсы, продетой через сердечник, и тросов, закреплённых по его концам (рис. 2).

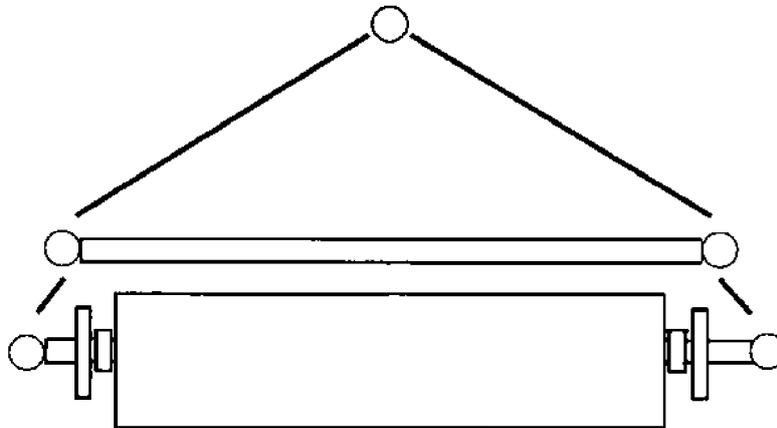


Рис. 2. Траверса для раскатки рулонов
Fig. 2 Travers for rolling rolls

При таком способе обеспечивается максимальная ровность и необходимое натяжение георешётки.

Одним из основных направлений деятельности компании ООО «Инфраструктурные технологии» (ООО «ИнфраТех») является производство новых видов геосинтетических материалов, а также разработка автоматизированных технологий по их применению [Гололобов и др., 2010]. Специалистами ООО «ИнфраТех» был разработан механизированный комплекс по укладке георешётки для автоматизации укладки георешетки при прокладке железнодорожного полотна.

Путевой ремонтный комплекс укладки разных геосинтетиков, в том числе и объемной георешетки, созданный компанией, имеет производительность 150 м/час, в то время как производительность прокладки георешетки вручную составляет 300–500 метров в сутки (рис. 3) [Типовая технологическая карта, 2009].

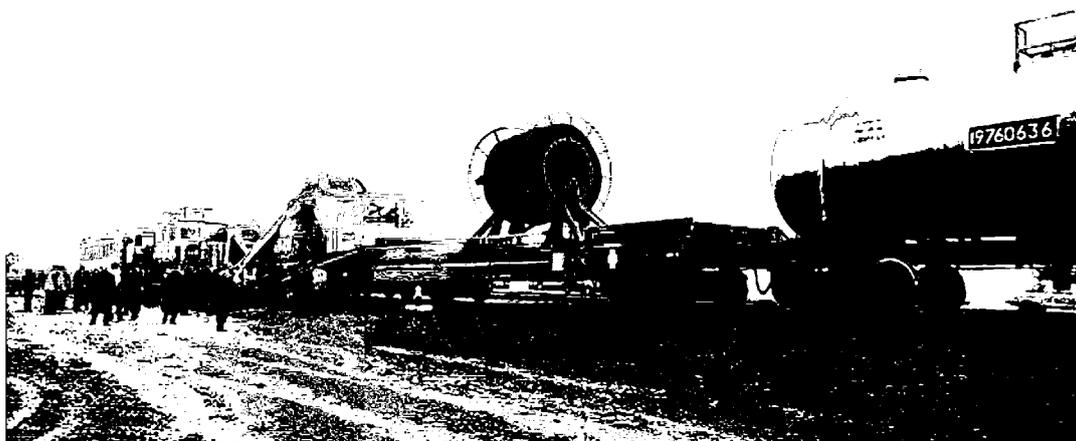


Рис. 3. Путевой ремонтный комплекс по укладке различных геосинтетиков
Fig. 3 Track repair complex stacking of the different geosynthetics

Комплекс предназначен для проведения ремонта насыпи для железнодорожного полотна, в том числе, не снимая рельсошпальной решетки. При проведении ремонта объемная георешетка устанавливается в защитный подбалластный слой (вместе с геотекстилем при необходимости), которая заполнена песчано-гравийной смесью. Параллельно засыпной материал увлажняется и уплотняется до заданных параметров.

В состав комплекса входят четыре модуля:

- универсальный тяговый модуль;
- укладочная машина;
- машина для транспортировки георешетки к тому месту, где проводятся ремонтные работы;
- цистерна для подвоза воды к месту проведения ремонтных работ.

Тяговое усилие для приведения в движение комплекса производит универсальный тяговый модуль (УТМ-2М), который снабжает его также сжатым воздухом и электроэнергией, что нужно для работы и маневрирования устройств. Данная укладочная машина была изготовлена из щебнеочистительной машины СЧ-601, из которой были удалены функционально ненужные узлы и установлены агрегаты, необходимые для:

- вырезки засыпного подшпального материала (баровая цепь);
- укладки в создающуюся выемку геотекстиля и объемной георешетки с одновременным растяжением их на нужную ширину;
- увлажнения песчано-гравийной смеси;
- засыпки развернутых геосинтетических материалов увлажненной песчано-гравийной смесью;
- уплотнения песчано-гравийной смеси.

Машина для перевозки объемной георешетки расположена на платформе с установленными на ней барабанами, имеющими резерв объемной георешетки. Устройство комплекса дает возможность обеспечить расходными материалами дифференцированную загрузку в зависимости от протяженности ремонтируемого участка. На бобину помещается 600 м, поставить на платформу можно до трех барабанов. На укладочную машину георешетка подается по особому конвейеру. Цистерна от рельсоочистительной машины (РОМ) для перевозки воды к месту производства предназначена для увлажнения песчано-гравийной смеси перед его уплотнением. Степень уплотнения определяется в соответствии с техническим заданием.

Комплекс существенно удешевляет и ускоряет процесс проведения ремонта железнодорожного пути с использованием объемной георешетки. Вместе с применением качественных геосинтетических материалов использование комплекса дает возможность полностью контролировать весь процесс их укладки, что обеспечивает высокое качество исполнения строительных работ, повышаются эксплуатационные параметры пути и увеличиваются межремонтные интервалы.

Этим же институтом разработан укладчик георешетки [Патент РФ №2476634], который содержит:

- оборудование для распрямления и хранения объемной георешетки, которое включает барабан, вращающийся на раме и сопряженный с актуатором, который обеспечивает регулировку ритмичной навивки и/или съема плети объемной георешетки вдоль оси барабана;
- средства для продвижения плети объемной георешетки по направляющей с барабана, содержащие вытяжные и/или направляющие ролики и силовой привод, имеющего скорость вращения, согласованную со скоростью хода укладчика для того, чтобы обеспечить равномерное продвижение плети георешетки;
- две траверсы 1 и 2, которые закреплены с возможностью поворота на заданный угол относительно осей 3 и 4, которые обеспечивают распрямление объемной георешетки, которые сопряжены с зацепными средствами для того, чтобы удерживать края георешетки при ее распрямлении между ними (рис. 4).

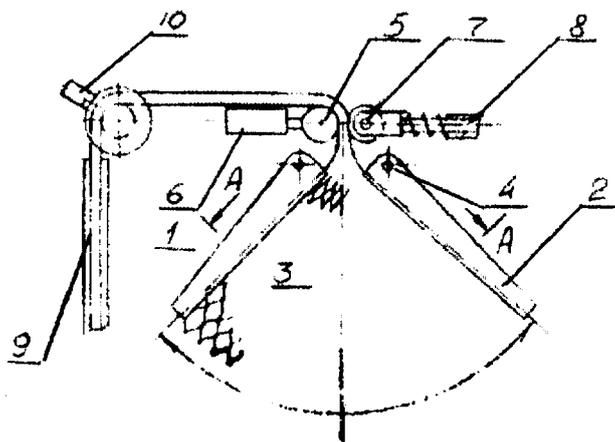


Рис. 4. Оборудование для распрямления георешетки (обозначения в тексте)
 Fig. 4. Equipment for straightening of geogrid (designations in the text)

Траверсы оборудованы ребрами, которые предназначены для вмонтирования плети георешетки в карманы. Механизмы траверсы разводят на рабочий угол и закрепляют в данном положении. Плеть объемной георешетки растягивается по конвейеру 9 между направляющими роликов 5 и 7 и своими карманами надевается на ребра траверс. Некоторые первые ряды ячеек растянутой объемной георешетки закрепляют на грунте временными анкерами, которые позже, после заполнения объемной георешетки песно-

гравийной смеси удаляются. Конвейер 9 оснащен ограничителями 10 для предупреждения выброса в сторону плети объемной георешетки.

Данный механизм дает возможность обеспечить устройство участка поверхности сотовой дороги при помощи механизированной укладки и растягивания модулей объемной георешетки. Качество засыпанной песчано-гравийной смесью и уложенной объемной георешетки контролироваться может геолокационным методом.

Работы по укладке георешетки

Для проведения работ по укладке объемной георешетки и ее хранения можно использовать набор оборудования, который состоит из барабана для хранения георешетки, и устройства (актуатора) для равномерной пошаговой навивки и съема витков плети объемной георешетки.

Комплект может устанавливаться на любом носителе – укладчике (железнодорожной платформе, железнодорожной машине, автоприцепе, автомобиле и т. п.).

Плеть, которая состоит из модулей георешетки, скованных между собой, первоначально расположенная в положении «на ребро», наматывается на вращающийся барабан. При этом проходящая через актуатор плеть, переводится в положение «плашмя» и продвигается вдоль оси барабана в процессе навивки вперед и назад, под воздействием роликов подвижной каретки актуатора, выполняя равномерное складывание витков. В ходе съема плети (витков) движение актуатора и барабана выполняется в обратном направлении. Скорость размотки барабана при этом выполняется со скоростью укладки георешетки синхронизировано с учетом числа оставшихся на барабане витков.

На рисунке 6 изображена схема укладчика [Патент РФ №2505640], который может использоваться для реализации механического способа укладки георешетки в конструкцию сотовой дороги.

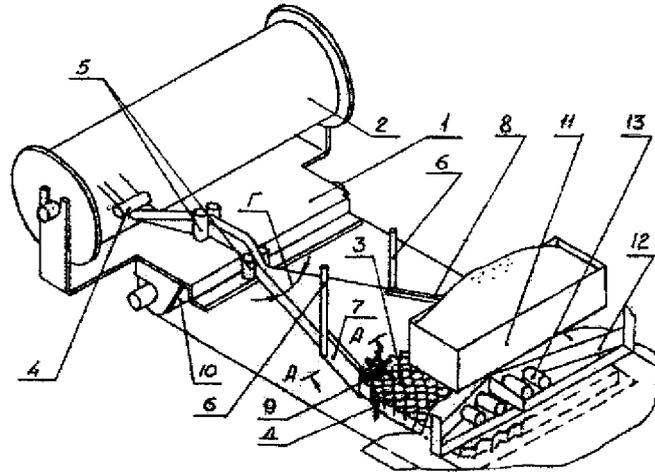


Рис. 5. Схема укладчика (обозначения в тексте)
Fig. 5 Diagram of the stacker (designations in the text)

Рассмотрим механизированный способ производства работ по укладке геоматериалов (геотекстиль и объемная георешетка) [Матвеев, Сиротюк, 2010]. На ремонтируемом участке дороги после проведения подготовительных работ, устанавливается платформа 1 укладчика. С барабана 2 и из рулона 10 извлекаются геотекстиль и георешетка на сопоставимую длину вручную или при помощи электрических или ручных лебедок. С помощью роликов 4 и 5 реализовывается разворот объемной георешетки в поперечной плоскости на нужный угол для проведения установки георешетки при растягивании на ребро. Геотекстиль под георешеткой расправляется на всю ширину [Ким, 2001].

Над георешеткой размещается растягивающее устройство 6, его коробки 7 и 8 своими ребрами вставляются в верхний Б и нижний В карманы секции георешетки 9 с каждой стороны и разводятся на угол Г, который соответствует растягиванию объемной георешетки на всю ширину. Пальцы звездочек 9 сопрягаются с ячейками объемной георешетки. Концы геоматериалов, растянутых таким способом закрепляются анкерными стойками Д на земляном полотне. Конструкция растягивающего устройства не мешает движению укладчика.

Во время передвижения укладчика при помощи его тягового усилия геоматериалы, прикрепленные к земляному полотну своими концами, вытягиваются из барабана 2 и рулона 10, георешетка ребрами коробок 7 и 8 расправляется на всю ширину растягивающего устройства 6, которые образуют в плане клин, устремленный в сторону хода укладчика, и разводящие в стороны крайние ленты объемной георешетки, а следовательно, и растягивая всю георешетку.

Звездочки 9, которые вращаются под воздействием ячеек георешетки перемещающихся относительно их, мешают соскальзыванию георешетки с коробок 7 и 8 растягивающего устройства 6, на всю ширину рулона под георешеткой разматывается геотекстиль, совершается засыпка из бункера 11 растянутых геоматериалов, разравнивание с балкой 12 и уплотнение засыпки виброплитами 13.

После того, как будут засыпаны несколько рядов ячеек растянутой объемной георешетки, она закрепляется на земляном полотне весом песчано-гравийной смесью, поэтому извлекаются временные анкерные стойки В. Процесс длится до тех пор, пока все геоматериалы не будут израсходованы, после чего рулон и барабан меняют либо пополняются в зависимости от конструкции укладчика. Засыпная смесь в емкости 11 пополняется также, по мере необходимости [Красковский, 2008].

Эффективность автоматизации технологии укладки объемной решетки подтверждается тем, что предполагает привлечение минимального числа дорожных рабочих и дает возможность при значительной емкости устройств содержания геоматериалов (барабана, рулона и т.п.) производить непрерывную, длительную работу по их укладке, существенно укорачивая технологическое время, отведенное на данную операцию при наименьшем применении анкерных стоек.

Список литературы

References

1. Бурмистрова О.Н., Воронина М.А. 2012. Применение геосинтетических и геопластиковых материалов в дорожном строительстве. Ухта, 118.

Burmistrova O.N., Voronina M.A. 2012. Primenenie geosinteticheskikh i geoplastikovykh materialov v dorozhnom stroitel'stve [The use of geosynthetic materials and geoplastics in the road construction: the text of lectures]. Ukhta, 118. (in Russian)

2. Гололобов Ю.В., Дудин В.И., Муратов Г.Р., Мелиоранский А.В. 2010. ООО «ИнфраТех» – передовые решения при строительстве и ремонте. *Евразия Вести*, 8. URL: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2010-08a19>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

Gololobov, Yu., Dudin V. I., Muratov G. R., and Melioransky, A. V. Infratekh, ООО – PErhodovye solutions for the construction and repair. *Evracija Vesti*, 8. Available at: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2010-08a19>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)

3. Инструкция по монтажу георешетки объемной. 2015. URL: <http://ygdor.ru/wp-content/uploads/2016/03/Instruktsiya-po-montazhu-georeschetki-ob'emnoy.pdf>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

Installation manual geogrid volumetric. 2015. Available at: <http://ygdor.ru/wp-content/uploads/2016/03/Instruktsiya-po-montazhu-georeschetki-ob'emnoy.pdf>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)

4. Ким А.И. 2001. О применении объемных пластиковых георешеток «Прудон-494» в дорожном строительстве. В кн.: Применение геосинтетических и геопластиковых материалов при



строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог. Сборник научных трудов. Вып. 201. М.: 85–92.

Kim A.I. 2001. On application of three-dimensional plastic geogrids "Proudhon-494" in road construction: collection of scientific works. *In: Primenenie geosinteticheskikh i geoplastikovykh materialov pri stroitel'stve, rekonstrukcii i remonte avtomobil'nyh dorog* [Application of geosynthetic and geo-plastic materials in the construction, reconstruction and repair of highways]. Collection of scientific papers. Vol. 201. Moscow: 85–92. (in Russian)

5. Красковский С.В. 2008. Применение объемных георешеток для армирования лесных дорог. *В кн.: Инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог, мостов и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь. Материалы Международной научно-технической конференции. Минск: 154–158.*

Kraskovsky S.V. 2008. Application of three-dimensional geogrids for reinforcement of forest roads. *In: Innovacionnye tehnologii v stroitel'stve avtomobil'nyh dorog, mostov i podgotovke inzhenernykh kadrov v Respublike Belarus'* [Innovative technologies in construction of roads, bridges and the training of engineers in the Republic of Belarus]. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Minsk: 154–158. (in Russian)

6. Матвеев С.А., Сиротюк В.В. 2010. Использование геосинтетических материалов для армирования дорожной конструкции. URL: <http://bek.sibadi.org/fulltext/epd995.pdf>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

Matveev S.A., Sirotiuk V.V. 2010. The Use of geosynthetics for Amirova-tion of road construction. Available at: <http://bek.sibadi.org/fulltext/epd995.pdf>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)

7. Механизированный способ укладки геосинтетических материалов (геотекстиля и объемной георешетки) в конструкцию дороги. 2013. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/247/2476634.html>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

Mechanized laying of geosynthetics (geotextiles and volume of the geogrid Noi) in the design of the road. 2013. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/247/2476634.html>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)

8. Способ прокладки сотовой дороги. 2009. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/259/2597349.html>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

The method of laying cell of the road. 2009. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/259/2597349.html>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)

9. Технологическая инструкция по укладки георешетки. 2011. URL: <http://www.techno-resurs.ru/doc/13/ukladka-armiset-as.pdf>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

Technological instruction for the laying of the geogrid. 2011. Available at: <http://www.techno-resurs.ru/doc/13/ukladka-armiset-as.pdf> (accessed 18 December 2017). (in Russian)

10. Типовая технологическая карта. 2009. Проведение укрепительных работ георешеткой геомодуль «Фортек» – URL: <http://docs.cntd.ru/document/493666242>. (дата обращения: 18 декабря 2017).

A typical technological map. 2009. Conduct rehabilitation works of the geogrid geomodul' "Fortek". Available at: <http://docs.cntd.ru/document/493666242>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)

11. Укладчик георешетки с оборудованием для хранения георешетки и ее расправления при укладке. 2014. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/250/2505640.html>. (дата обращения: 18 декабря 2017)

Layer of geogrid with the equipment for storage of the geogrid and its straightening when laying. 2014. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/250/2505640.html>. (accessed 18 December 2017). (in Russian)