

## ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 19 по 22 сентября 2006 г., г.Сенец, Словацкая Республика

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 6 по 9 ноября 2006 г., г.Варшава

Утверждено на заседании Конференции Генеральных директоров (ответственных представителей) железных дорог ОСЖД 23-27 апреля 2007 г., г.Тбилиси, Грузия

Дата вступления в силу: 27 апреля 2007 г.

Примечание:

Памятка имеет обязательный характер для железных дорог:  
НК «ЖИ», ЖСР, УЗ, ЧД

**O+P  
764/1**

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРЕШЕТОК В КОНСТРУКЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Георешетки и геосетки производятся из синтетических материалов: полипропилена, полиэтилена, полистерина, поливинил хлорида, полиамида, полиэстера и др. Они применяются преимущественно при сооружении насыпей на грунтах со слабой несущей способностью, для повышения стабильности основания земляного полотна, повышения несущей способности основной площадки, укрепления откосов насыпей и выемок и расширения земляного полотна.

1.2. В зависимости от способа производства они подразделяются на:

а) *георешетки* – плоский геосинтетический продукт в форме монолитной решетки с жесткой неизменяемой геометрией структуры. Различаются двухосные и одноосные;

б) *геосетки* (для укрепления грунта) – плоский геосинтетический продукт в форме мягкой сети с изменяемой геометрией структуры. В соответствии с технологией производства различаются тканые и нетканые.

г) *композитные геосинтетики* (для укрепления грунта) – включают два или больше элементов, один из которых обязательно выполняет функцию укрепления : геотекстиль с георешетками, георешетка с геомембраной, георешетка с геотекстилем и геомембраной.

1.3. Основные технические параметры георешеток и геосеток следующие:

– геометрические размеры в mm согласно производственным спецификациям;

– ширина и толщина в m;

– масса в  $\text{kg/m}^2$ ;

– относительное удлинение при разрушении согласно EN ISO 10319 или иного стандарта;

– прочность на растяжение ( $\text{kN/m}$ ) при разрушении и при относительном удлинении 2%, 3% и 5% в продольном и поперечном направлении согласно EN-ISO 10319 и ISO 2602 или иного стандарта;

– устойчивость против ультрафиолетового воздействия согласно требованиям DIN 53 387 или иного стандарта.

1.4. В зависимости от несущей способности георешеток в двух главных направлениях различают:

– двухосные при отношении не больше чем 1:1,25;

– одноосные при отношении свыше 1:1,25.

## 2. ГЕОРЕШЕТКИ И ГЕОСЕТКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НАСЫПИ НА ГРУНТАХ С НИЗКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

2.1. Высокопрочные георешетки или геосетки, расположенные в основании земляного полотна, не повышают несущую способность основания под насыпью. Их применение обеспечивает равномерное распределение вертикальной нагрузки от насыпи и таким образом обеспечивается одинаковое оседание, причем оно не уменьшается. При земляном основании с низкой

несущей способностью применение георешеток и геосеток в нижней части насыпи и повышает ее общую устойчивость. Чаще всего применяется двухосные георешетки.

2.2. При строительстве насыпи на грунтах с низкой несущей способностью необходимо обеспечить ее консолидацию обычными методами, как напр., отводнение поперечными горизонтальными сондажами, песочными или известковыми сваями, геодренажами и т.д.

2.3. Георешетки и геосетки, применяемые при строительстве насыпи на грунтах с низкой несущей способностью, позволяют ее укладку без устранения слабых слоев.

2.4. При разработке решения для укрепления основания насыпей с георешетками или геосетками необходимо знать конкретные гидрогеологические параметры, геотехнические характеристики местных грунтов, а также и тех, которые будут использованы при строительстве насыпи. Необходимо также знать характеристики георешеток или геосеток.

2.5. Необходимые характеристики георешеток и геосеток следующие:

- прочность на растяжение при разрушении не меньше чем  $40 \text{ kN/m}$ ;
- прочность при относительном удлинении 3% не меньше чем  $10 \text{ kN/m}$ ;
- относительное удлинение при разрушении не больше чем 20%.

2.6. При укладке насыпи на земляном основании с низкой несущей способностью целесообразно в основании уложить геотекстиль с хорошей фильтрующей способностью, которые будут препятствовать проникновению мелких частиц из основания в тело земляного полотна. Могут быть использованы и геокомпозитные материалы (геосетка с нетканым геотекстилем).

2.7. Примеры применения георешеток и геосеток в строительстве насыпи на земляном основании с низкой несущей способностью, показаны на фигуре 1. На рисунках 1а) и 1б) представлена укладка насыпи в случае, когда частично удаляется слабый грунт основания.

На рисунке 1в) отражено закрепление георешеток и геосеток в основании насыпи. На рисунке 1г) уплотнение консолидационного слоя выполнено с помощью закрытой “подушки” (т.наз. почвенная плита).

2.8. При закреплении георешеток в основании насыпи выбирается длина заделки в зависимости от типа грунта, величины переносимого напряжения и коэффициента трения между грунтом и георешетками, но не меньше чем  $5 \cdot N_v$ , где  $N_v$  - толщина уплотняющего слоя. Не рекомендуется укладывание георешеток и геосеток при сильных осадках и при низких температурах менее  $-5^{\circ} \text{C}$  мороза.

2.9. С целью активного функционирования геотекстилей в основании насыпи необходимо максимально уплотнить консолидационный слой.

2.10. При применении геосеток и георешеток они комбинируются геотекстилем. Особое внимание уделяется насыпанному материалу, в качестве которого рекомендуется использовать щебень, гравий мелкой фракции. В зависимости от типа геосеток и георешеток определяется и оптимальный гранулометрический состав инертного материала.

2.11. При необходимости могут быть построены пространственные клетки из геосеток, которые заполняются дренирующим материалом.

### **3. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРЕШЕТОК И ГЕОСЕТОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В НАСЫПИ**

3.1. При повышении стабильности насыпи с помощью георешеток или геосеток последние располагаются в области максимального горизонтального напряжения, т.е. в нижней половине земляной конструкции. Чаще всего применяются одноосные георешетки.

3.2. Необходимые характеристики георешеток и геосеток следующие:

- прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 40 kN/m;
- прочность при относительном удлинении 3% не меньше чем 10kN/m;
- относительное удлинение при разрушении не больше чем 20%.

3.3. Закрепление георешеток в земляном полотне обеспечивается обратным запахиванием их концов в насыпи (вар.: заделкой их концов в теле насыпи).

3.4. Примеры армирования земляного полотна в насыпи через георешетки и геосетки показаны на рисунке 2.

На рисунке 2а) показано расположение георешеток или геосеток без запахивания концов в связном грунте.

На рисунке 2б) показано применение геосеток, концы которых запахнуты в конструкции насыпи ( $L \geq 5 \cdot H_v$ , где  $H_v$  - толщина уплотняемого слоя).

3.5. Георешетки или геосетки обычно укладываются по высоте на расстоянии  $n$ , кратной толщине слоя уплотненного грунта, которая в свою очередь выбирается в зависимости от вида грунта и возможностей уплотняющей механизации. Обычно толщина слоя после уплотнения принимается от 0,15 м до 0,50 м. Для повышения эффективности георешеток и геосеток рекомендуется, чтобы в основании насыпи расстояние между ними было меньше с постепенным увеличением кверху.

3.6. Геосетки необходимо укладывать натянутыми в насыпи, перпендикулярно ее поперечной оси. В поперечном направлении они укладываются в нахлестку перекрываются минимум в 0,50 м, а при насыпях на слабом земляном основании - минимум в 0,80 м.

3.7. При строительстве армированной насыпи необходимо, чтобы отдельные слои между георешетками или геосетками были очень хорошо уплотнены.

#### **4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРЕШЕТОК И ГЕОСЕТОК ПРИ РАСШИРЕНИИ КОНСТРУКЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

4.1. Пример использования георешеток и геосеток при расширении конструкции земляного полотна указан на фигуре 3а) для низкой насыпи с высотой до 6 м, а на рисунке 3б) - для высокой насыпи с высотой насыпи свыше 6 м. Часче всего применяется одноосные георешетки.

4.2. Необходимые характеристики георешеток и геосеток следующие:

- прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 40 kN/m;
- прочность при относительном удлинении 3% не меньше чем 10kN/m;
- относительное удлинение при разрушении не больше чем 20%.

4.3. При расширении насыпей с высотой свыше 12 м необходимо разработать индивидуальный проект и провести статические вычисления для определения стабильности и несущей способности земляного полотна.

#### **5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРЕШЕТОК И ГЕОСЕТОК В ЗАЩИТНЫХ СЛОЯХ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

5.1. При укладке георешеток или геосеток в защитном слое земляного полотна его толщина, определенная в соответствии с необходимой несущей способностью, может уменьшиться до 30% при использовании щебня и до 25% - при гравии. Толщина защищенного слоя не должна быть меньше чем 0,20 м.

5.2. При использовании георешеток и геосеток для армирования защитного слоя земляного полотна рекомендуется слой разделительного геотекстиля укласть в самом низу на земляной равнине. Геотекстили должны отвечать следующим требованиям:  $d_t < \max d_{90}$ , где  $d_t$  - максимальная величина пор геотекстиля;  $d_{90}$  - диаметр (в mm) зерна грунта в земляной основной площадке при 90% от массы.

5.3. Необходимые характеристики георешеток и геосеток следующие:

- прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 20 kN/m;
- прочность при относительном удлинении 3% не меньше чем 10kN/m;
- относительное удлинение при разрушении не больше чем 20%.

5.4. Необходимая минимальная несущая способность георешеток и геосеток следующая:

- при модуле деформации грунта земляного полотна больше чем 20 МПа
- прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 20 kN/m;
- при модуле деформации земляного полотна 6 – 20 МПа – прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 30 kN/m;

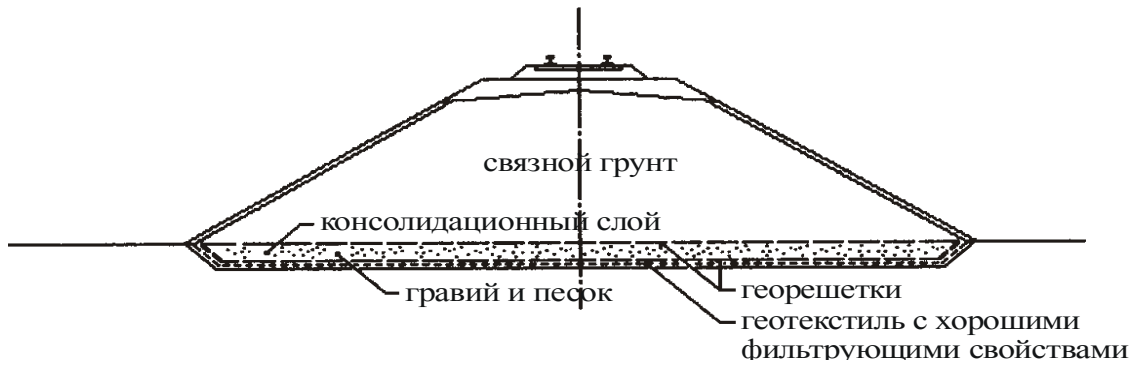
– при модуле деформации земляного полотна меньше 6 МПа – прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 40 kN/m.

5.5. При укладке слоя на геосетках они должны быть хорошо натянуты, чтобы активировалось необходимое сопротивление на растяжение. Рекомендуется фиксирование концов геосеток с помощью скоб из арматурной стали. Накопление грунтового материала должно быть торцевым, так как после укладки геосетки по ней не допускается движение подвижного состава. На двухпутных участках, когда соседний путь, расположенный возле отремонтированного пути, используется для транспортировки и разгрузки насыпного материала, геосетка должна быть очень прочно приколота к телу земляного полотна, чтобы исключить ее возможные деформации.

5.6. Пример использования георешеток в защитном слое земляного полотна представлен на рисунке 4 и на рисунке 5.

5.7. Георешетки и геосетки могут быть использованы при строительстве подпорных стен из армированных грунтов, стабильность и несущая способность которых определяется проектом. Чаще всего применяются одноосные георешетки следующими характеристиками:

- прочность на растяжение при разрушении не меньше чем 50 kN/m;
- прочность при относительном удлинении 3% не меньше чем 20 kN/m;
- относительное удлинение при разрушении не больше чем 15%.



а) укладка насыпи на подушке из гравия и песка



б) укладка насыпи на двойной подушке из гравия и песка

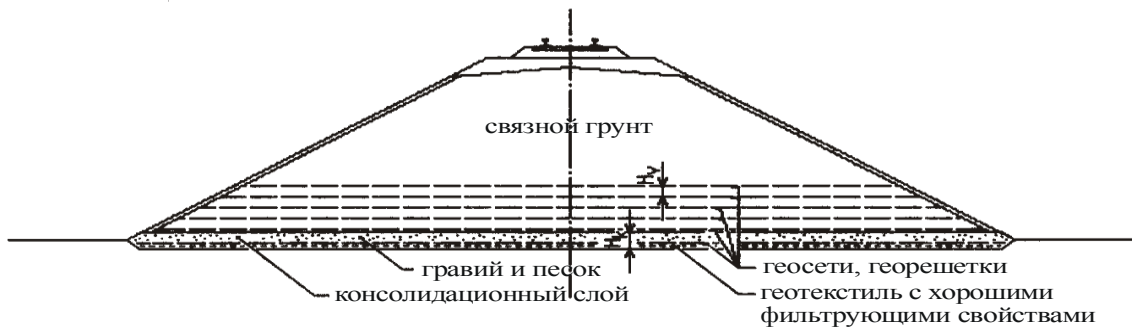


в) консолидационный слой с захваченным армирующим геосинтетическим материалом



г) консолидационный слой – подушка из гравия и песка

Рисунок 1. Укладка насыпи на слабом земляном основании с укладыванием геосеток или георешеток и геотекстилей с хорошими фильтрующими свойствами

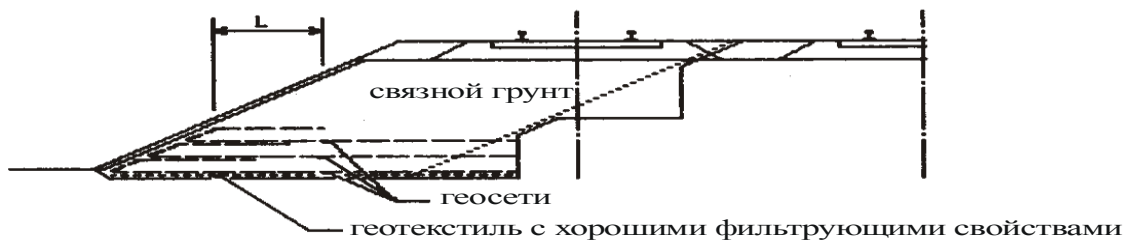


а) армирование насыпи геосинтетиками



б) армирование насыпи запахнутыми геосинтетиками

Рисунок 2. Повышение стабильности земляного полотна в насыпи с помощью геосетки или георешетки



а) расширение низкой насыпи



б) расширение высокой насыпи

Рисунок 3. Расширение земляного полотна с помощью геосетки или георешетки



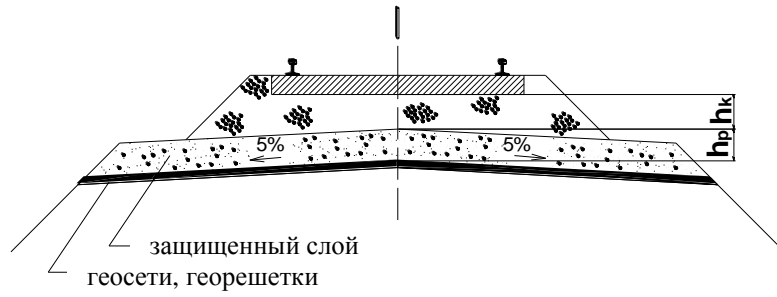


Рисунок 4. Использование геосетей и георешеток для усиления защитного слоя земляного полотна на однопутной линии

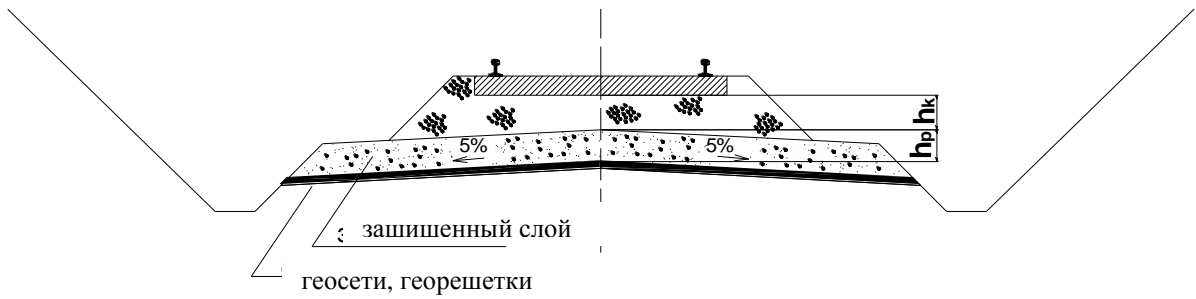


Рисунок 5. Использование геосеток и георешеток на земляной основной площадке в выемке на однопутных линиях