

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

I издание

Разработано совещанием экспертов V Комиссии  
с 23 по 25 сентября 2003 г., в г. Варна

Утверждена совещанием V Комиссии

Дата вступления в силу: 30 октября 2003 г.

Примечание:

**Р  
762/1**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОВЫШЕНИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВНОЙ  
ПЛОЩАДКИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1. Сеть железных дорог стран-членов ОСЖД сформировалась преимущественно при недостаточных нормативных требованиях к несущей способности основной площадки и грунтов подрельсового основания. Как правило, при строительстве балластную призму размещали непосредственно на глинистые грунты. Вследствие пластических деформаций этих грунтов под рельсошпальной решеткой, как под штампом, образовались балластные углубления (корыта, ложа), при этом влажность грунтов здесь, по данным исследований, повышена в 1,2-1,3 раза. Это вызывает осадки (понижение уровня) пути, в том числе с выдавливанием «механической суффозией» глинистого грунта под нагрузкой, пучины, сплывы и оползания откосов насыпей.

В результате производившихся исправлений пути по уровню и в продольном профиле при текущем содержании и подъёмов при планово-предупредительных ремонтах толщина слоя балластных и дренирующих материалов возрастала. В настоящее время она достигает на сети дорог 1,0-1,4 м и более. Из-за подъёмов пути в ряде мест ширина насыпей недостаточна для размещения балластной призмы и обочин.

Таким образом, указанный выше комплекс деформаций, дефектов и неисправностей земляного полотна эксплуатируемых линий является следствием недостаточной первоначальной толщины слоя балластных и дренирующих материалов на глинистых грунтах.

1.2. В настоящее время строительно-техническими нормами на земляное полотно, сложенное глинистыми грунтами регламентируется устройство под балластной призмой защитных слоев из дренирующего грунта в комбинации с геотекстилем (нетканым материалом) или без геотекстиля. Укладка защитных слоев должна предусматриваться на глинистых грунтах всех видов, за исключением песчаных супесей независимо от их консистенции. Толщину защитных слоев следует назначать расчетом, но не менее (в зависимости от климатических условий) 0,8-1,0 м для суглинков и глин и 0,5-0,7 м для супесей.

1.3. Расчетная схема предусматривает недопущение пластических деформаций **оттаивающего** глинистого грунта под слоем дренирующего грунта. Вторым условием является ограничение величины деформаций пути под воздействием морозного пучения (от 20 до 35 мм в зависимости от категории линий).

Первое расчетное условие будет соблюдаться при равенстве суммарных напряжений на глубине (давление массы грунта, верхнего строения пути и динамическое напряжение от расчетной нагрузки

четырехосного грузового вагона) расчетным значениям критических напряжений на грунт (несущей способности).

Расчетом устанавливают необходимую толщину слоя балластных и дренирующих материалов от глинистых грунтов земляного полотна по двум указанным выше условиям.

1.4. На нулевых местах и в выемках предусматривают цементацию глинистых грунтов под защитным слоем. При наличии грунтов особых разновидностей (засоленные, лессы, просадочные при оттаивании и другие) назначают их замену на дренирующие грунты на всю расчетную глубину промерзания – оттаивания, в том числе в пределах кюветов и откосных частей.

1.5. Глубину сезонного промерзания-оттаивания земляного полотна из глинистых грунтов для конкретных климатических условий, характеризуемых суммой градусо-суток отрицательных ( $\Omega$ ) и положительных ( $A$ ) температур, устанавливают по расчетным номограммам в зависимости от общей толщины слоя дренирующих грунтов по оси пути. Номограммы составлены по результатам расчетов температурных полей, выполненных с помощью методов гидравлических аналогий и математического моделирования.

1.6. На насыпях, сложенных глинистыми грунтами, в случае использования в присыпаемой части дренирующих грунтов предусматривают меры по предупреждению промерзания глинистых грунтов. На многих линиях для отвода воды при глинистых грунтах между вторым и третьим путями устраивают продольный закрытый водоотвод с поперечными выпусками через путь в полевую сторону в пониженных местах продольного профиля, но не реже, чем через 500 м.

## **II. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВНОЙ ПЛОЩАДКИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.**

2.1. Для обеспечения оптимальности жесткости пути и минимальной интенсивности накопления остаточных деформаций земляное полотно должно иметь модуль деформаций не менее 80 МПа (800 кгс/кв. см) в насыпях и 50 МПа (500 кгс/кв. см) – в выемках и на нулевых местах в пределах верхнего слоя толщиной не менее 3 м. При меньших

значениях модуля деформаций необходимо назначать дополнительные меры по укреплению или замене грунта. Рекомендуется проведение плановых работ по приведению земляного полотна в соответствии с нормативными требованиями за один год до проведения работ по реконструкции или капитальному ремонту верхнего строения пути.

2.2. Для увеличения несущей способности основной площадки земляного полотна следует предусмотреть:

- уширение насыпей и уположивание откосов;
- покрытие из нетканого материала;
- тепловую изоляцию из пенопласта;
- георешетки;
- планировку построенной основной площадки;
- подъемку пути на балласт;
- срезку и замену слабых грунтов.

2.3. Стабилизация грунтов основной площадки земляного полотна на электрифицированных линиях должна осуществляться совместно с закреплением опор и анкеров контактной сети.

2.4. Для надежного обеспечения отвода поверхностных и грунтовых вод назначают ремонт, восстановление или переустройство водоотводов, в том числе противодеформационных устройств с использованием дренажей и лотков, включая композитные конструкции. В выемках и на нулевых местах с погребенными кюветами предусматривают устройство подкюветных дренажей.

2.5. Покрытие из нетканого материала при устранении просадок пути выполняют на всю ширину земляного полотна поверху. При устранении устройств по уровню и в продольном профиле его укладывают на ширину балластной призмы понизу.

В качестве тепловой изоляции принимают полистирольные пенопласты экструдированного производства. Их укладывают на участках с неравномерным морозным пучением при неравномерном залегании разнородных грунтов, нарушениях температурного режима грунта, например трубопроводами, и локальном увлажнении грунтовыми водами.

2.6. Ширина тепловой изоляции должна быть равной ширине балластного слоя или всей ширине основной площадки земляного полотна. Толщина слоя пенопласта, располагаемого на слое дренирующего грунта 0,1-0,6 м, принимается в соответствии с

расчетными номограммами, разработанными по результатам расчетов температурных полей и многолетних наблюдений, от 4 до 25 см.

2.7. Планировку основной площадки для устранения пучин и просадок пути производят не менее, чем на 0,1 м ниже дна максимального углубления (корыта, ложа), по результатам расчетов. Минимальная толщина слоя балластных и дренирующих материалов до глинистых грунтов для эксплуатируемых линий нормируется в зависимости от вида грунтов, уровня грунтовых вод, климатических показателей ( $\Omega$ ) и класса путей от 0,9 до 1,4 м.

### **III. УСИЛЕНИЕ ОСНОВНОЙ ПЛОЩАДКИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

3.1. Усиление основной площадки земляного полотна проводится, исходя из требований:

- ограничения темпа накопления остаточных деформаций в балласте и грунтах основной площадки земляного полотна;
- снижения до допустимых величин или полного устранения деформаций морозного пучения.

Ограничение темпа накопления остаточных деформаций достигается разделением грунтов земляного полотна и балластного слоя и обеспечением прочности грунтов рабочей зоны земляного полотна, на которую распространяется воздействие от подвижного состава.

3.2. Разделение грунтов земляного полотна и балласта выполняется путем устройства подбалластного защитного слоя, в качестве которого используются мелкие фракции щебня, песчано-гравийная смесь, крупные и средние пески либо разделительный слой из геосинтетиков.

Разделение грунтов земляного полотна может не выполняться, если в уровне основной площадки располагаются дренирующие грунты или старый загрязненный слой щебня, в которых содержание частиц размером менее 0.1 мм составляет не более 4% по массе.

Для разделительного слоя из геосинтетиков могут быть использованы геотекстиль (нетканый либо тканый) и покрытие из плит пенополистирола.

3.3. В качестве разделительного слоя предпочтительными являются покрытия из геотекстиля. Покрытие из пенополистирола, как более

дорогое, устраивается при необходимости одновременного ограничения деформаций морозного пучения.

3.4. Ширина покрытия из пенополистирола под один путь должна быть не менее 4,0 м. В пределах стрелочных переводов покрытие уширяется так, чтобы его концы выступали не менее, чем на 0,65 м, за пределы торцов брусьев.

3.5. Разделительный слой из геосинтетиков укладывается на глубину не менее 40 см от подошвы шпал с обеспечением поперечного уклона 0,04 в полевую сторону на обычном пути и 0,02 в сторону водоотвода в пределах стрелочных переводов.

Срезка обочин земляного полотна ниже покрытия для отвода с него воды обязательна. Непосредственно на покрытия допускается располагать очищенный щебень.

3.6. Укладка разделительного слоя из геосинтетиков производится при усиленном капитальном, усиленном среднем и капитальном ремонтах пути. При этом возможны две технологические схемы, одна с укладкой на спланированное основание при снятой рельсошпальной решетке, и вторая при работе щебнеочистительных машин без снятия решетки.

В обоих случаях основание, на которое укладывается разделительный слой из геосинтетика, должно быть спланировано и не иметь отдельных выступающих щебенков.

3.7. Срок службы разделительного слоя из геосинтетиков должен быть не менее 30 лет.

3.8. Места укладки разделительного слоя из геосинтетиков на основной площадке земляного полотна при недостаточной прочности грунтов рабочей зоны определяются фактическим состоянием пути при наличии «выплесков», превышении нормы упругой осадки (недостаточный модуль подшпального основания) либо расчетным путем, если нарушено условие предельного равновесия, определяемое по нормам.

3.9. Усиление основной площадки в случае необеспечения прочности грунтов рабочей зоны может быть выполнено с помощью замены слабого грунта на защитный слой из дренирующих материалов либо укладкой армирующих прослоек из геосинтетиков.

В качестве материала для армирующих прослоек используются георешетки и геосетки, имеющие в обоих направлениях одинаковую прочность (двухслойные).

3.10. Армирующая прослойка из геосинтетиков укладывается на глубину не менее 0,3 м от подошвы шпал. Ширина армирующей прослойки из геосинтетика под один путь должна быть не менее 4,0 м. В пределах стрелочных переводов прослойка уширяется так, чтобы ее концы выступали не менее чем на 0,65 м за торцы брусьев.

3.11. Количество прослоек в конструкции усиления основной площадки земляного полотна и их прочность определяются расчетом в зависимости от характеристик грунтов земляного полотна и требуемой упругой осадке (модулю подшпального основания). Как правило, количество прослоек принимается не более двух. Расстояние между прослойками назначается в пределах 0,3-0,4 м.

3.12. Армирующая прослойка укладывается на дренирующие грунты земляного полотна или старый загрязненный щебеночный балласт. При расположении в уровне укладки прослойки слабых глинистых грунтов или загрязненных асбестоотходов под нее укладывается выравнивающий слой песка толщиной не менее 0,1 м либо слой нетканого материала.

Размер ячейки георешетки (геосетки) при укладке сверху щебеночного балласта принимается равным 50-65 мм, мелкого щебня 30-35 мм, песчано-гравийной смеси и песчаной подушки 20 мм.

3.13. Срок службы армирующей прослойки из геосинтетика для усиления основной площадки земляного полотна должен быть не менее 50 лет.

#### **IV. НАЗНАЧЕНИЕ МЕСТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПЛОЩАДКИ.**

4.1. На участке проектирования ремонтов и усиления пути по данным рельсо-шпало-балластной карты выделяются объекты с одинаковыми показателями верхнего строения пути: тип рельса, тип и эпюра шпал, вид балласта, срок службы от последнего планового ремонта.

4.2. На выделенных объектах при наличии данных путеизмерительных испытаний, нагрузочных испытаний, результатов прохода георадарного комплекса предварительно назначаются места для проведения их инженерно-геологического обследования с использованием показателей:

- скользящего среднекваториатического отклонения (ССКО) просадок пути плановых или режимных (в неблагоприятный, например, весенний период) проходов путеизмерителя.
- скорости, соответствующей состоянию пути по данным плановых или режимных проходов путеизмерителя.
- категории качества основания пути по данным нагрузочных испытаний, по данным разового или режимных проходов нагрузочного комплекса.
- глубины расположения поверхностей раздела материала и грунтов с различными характеристиками состава, свойств и состояния в пределах рабочей зоны земляного полотна по данным георадарного обследования.

Расположение мест инженерно-геологического обследования уточняется с использованием данных ранее проверенных обследований для проектирования предшествующих ремонтов, эксплуатационной документации по показателям надежности работы пути на выделенном объекте, визуальных осмотров, анализа конструктивных особенностей земляного полотна и природных условий.

4.3. Обследование объектов с повышенной деформативностью пути по одному или комплексу показателей путеизмерительных и наружных испытаний, данных эксплуатационной документации и осмотров имеет цель разделить рабочую зону на слои грунтов, сравнительно однородных по составу, состоянию и свойствам.

4.4. Физико-механические показатели грунтов (плотность скелета  $P_d$ , влажность естественная  $W_t$ , модуль деформации  $E$ , сцепление  $C$  и угол внутреннего строения  $\varphi$ ) и водно-физические свойства (водопроницаемость песков и песчано-гравийных смесей  $K_f$ , влажность пределов текучести  $W_l$  и раскатывания  $W_p$  глинистых грунтов) в выделенных при обследовании слоях определяются бурением или выработками.

4.5. Основные выработки при инженерно-геологическом обследовании (как правило, закопуши в пределах балласта и первого подбалластного слоя и скважины до подошвы рабочей зоны  $Z=3,0$  м) следует

располагать по оси пути или в подрельсовой зоне. Дополнительные выработки для оконтуривания балластных лож при их наличии располагаются у подошвы балластной призмы. Глубина скважин увеличивается до 3,5 м, если толщина слоя глинистых грунтов по подошве рабочей зоны менее 0,5 м для установления показателей свойств и состояния грунтов не менее, чем по двум образцам.

4.7. По результатам проведения упомянутых мероприятий участок ранжируется на объекты с различными категориями качества пути, определяющими:

- необходимость планового среднего или капитального ремонта в основном по состоянию элементов верхнего строения (одиночный выход рельсов, количество дефектных элементов, число шпал с выплесками и др.);
- необходимость усиления пути и достаточность стандартных способов усиления (стандартных проектных решений);
- необходимость усиления основания пути по индивидуальным решениям с установлением причин повышения деформативности пути и основания инженерно-геологического обследования.

4.8. Инженерно-геологическое обследование осуществляется в основном на объектах с повышенной деформативностью пути и его основания по данным эксплуатационных наблюдений, путеизмерительных и нагрузочных испытаний, геофизического обследования и натурных осмотров.

На объектах других категорий качества пути и основания осуществляются контрольные определения литологического сложения рабочей зоны в местах, где данные эксплуатационных наблюдений, путеизмерительных нагрузочных испытаний противоречивы.

4.9. Все работы имеют цель оптимизировать ресурсозатраты по проведению инженерно-геологического обследования и повысить надежность контруктивно-технологических решений по усилению основной площадки.