

Научная статья
УДК 625.122

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Татьяна Сергеевна Елкина¹, Марина Викторовна Савсюк²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ elkina.mosgor@yandex.ru

² savsyukmv@m.usfeu.ru

Аннотация. Для строительства объекта инфраструктуры на слабых грунтах требуется увеличение плотности и преобразование устойчивости основания для исключения деформаций. В настоящей статье описаны инженерно-технологические мероприятия с целью восполнения стабильности земляного полотна.

Ключевые слова: автомобильная дорога, слабый грунт, земляное полотно, насыпь, слабое основание, устойчивость, осадка, оценка устойчивости, прогноз осадки, ленточные геодрены, конструктивно-технологические решения, дорожное строительство, укрепление железобетонными плитами, свайное укрепление грунта

Scientific article

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS TO ENSURE THE STABILITY OF THE ROADBED

Tatiana S. Elkina¹, Marina V. Savsyuk²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ elkina.mosgor@yandex.ru

² savsyukmv@m.usfeu.ru

Abstract. For the construction of an infrastructure facility on weak soils, an increase in the density and transformation of the stability of the base is required to eliminate deformations. This article describes engineering and technological measures to replenish the stability of the roadbed.

Keywords: highway, weak soil, roadbed, embankment, weak foundation, stability, sediment, stability assessment, precipitation forecast, belt geodrenes, structural and technological solutions, road construction, reinforcement with reinforced concrete slabs, pile reinforcement of soil

Потеря плотности и устойчивости насыпи на основании является распространенной причиной деформаций земляного полотна. Как правило, для прогноза устойчивости и осадки основания выполняют инженерные расчеты, по результатам которых определяют необходимость в проведении мероприятий с целью обеспечения повышенной устойчивости насыпи, для ускорения прохождения осадки, а также для применения комплекса технических решений.

В рамках повышения и сохранения свойств устойчивости земляного полотна автомобильных дорог, разработки дополнительных мероприятий направлены на ее обеспечение. При условии повышения транспортного потока возрастают и требования к дорожному полотну для обеспечения безопасности дорожного движения.

В период проектирования разрабатываются комплексы инженерных мероприятий по устойчивости, где основополагающим фактором являются инженерные изыскания, а также неотъемлемой частью конкретных особенностей принимаются местные климатические условия и технические возможности строительных компаний в регионе. В этой связи проектирование и строительство автомобильных дорог не всегда возможно произвести в наиболее благоприятных условиях. За время строительства специалисты сталкиваются с участками, производство строительномонтажных работ на которых требуют особого внимания. Указанные участки, как правило, обусловлены сложным инженерно-геологическим строением, в ряде случаев требуют индивидуальных проектных решений с уделением большего внимания оценке устойчивости земляного полотна.

На слабых грунтах разрабатывается ряд дополнительных инженерных мероприятий по обеспечению устойчивости несущей способности насыпи, ускорению ее осадки. Приемлемый вариант технологических или конструктивных мероприятий выбирается на этапе технико-экономического расчета.

Эффективность проектных решений нетрудно проанализировать с помощью численного моделирования. Используют метод реологической упругопластической модели и конечных элементов работы грунта, созданной в сертифицированном программном продукте FEM models (рис. 1).

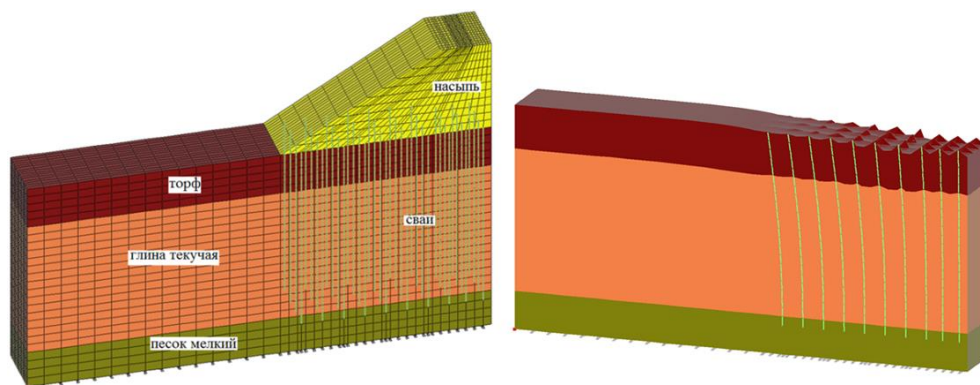


Рис. 1. Модель расчета устойчивости насыпи в FEM models

Повышают устойчивость и уменьшают нагрузки несколькими способами, применяя конструктивные решения:

- несжимаемые сваи;
- устройство насыпи из плотных, но легких материалов;
- уменьшение высоты насыпи.

Группы конструктивных решений, используемых для улучшения напряженного состояния на предмет повышения устойчивости, содержит мероприятия:

- использование свайных конструкций;
- применение распределительных железобетонных плит;
- устройство торцевых пригрузочных призм;
- технологические операции по упрочиванию склонов.

Для повышения сопротивляемости сдвигу грунтовых масс применяются следующие технологические решения и конструктивные особенности:

- использование песчаных дренажных свай;
- предварительная консолидация пласта грунта;
- использование свайных конструкций.

Все вышеупомянутые мероприятия позволяют обеспечить стабильность земляного полотна на слабом основании. Возможно использовать как отдельный тип конструктивного решения, так и группу конструктивно-технологических решений. При выборе ряда решений они будут работать в комплексе.

Рассмотрим часть конструктивно-технологических решений.

Укрепление грунта свайными конструкциями. Использование свайных конструкций восполняет стабильность земляного полотна. Является одним из традиционных способов деформирующих оснований. Грунтовые сваи воспринимают часть напряжения от веса насыпи с разгрузкой и торцевым обжатием слабого грунта в промежутке между сваями.

В процессе заполнения дренирующим грунтом сваи выполняют функции вертикальных дрен. Применение свай особенно актуально при использовании в глиняных грунтах.

В случае если головы свай не объединить железобетонным ростверком, который воспринимает горизонтальное усиление, то сваи под нагрузкой насыпи подвергнутся горизонтальному смещению в стороны, как следствие, получат деформацию изгиба. Когда сваи не армированы, эти деформации приводят к разрушительным последствиям ствола свай, ведь бетон не работает на изгиб. Свая перестает воспринимать на себя вертикальные нагрузки, становится бесполезной (рис. 2).

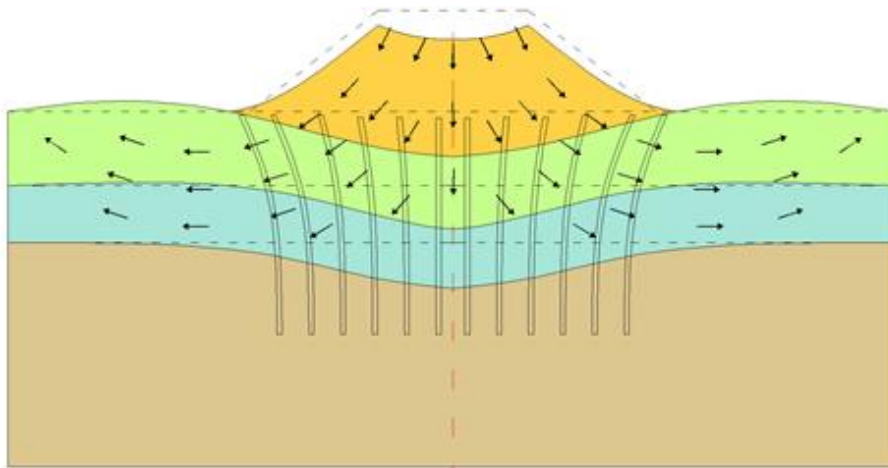


Рис. 2. Деформирование свай при изменении стабильности грунта

Укрепление грунта геодренами. Следующим из примеров комплексного решения можно привести использование геодрен в слабом основании с укладкой тканого синтетического материала на основе полиэстера в нижней части насыпи (рис. 3, 4).



Рис. 3. Торцевая часть (срез) геодрены



Рис. 4. Применение ленточных геодрен

Применение в основании насыпи ленточных геодрен приводит к ускорению просадки, в том числе к обеспечению свойств стабильности насыпи на слабом основании.

Геодрена – это лента заводского изготовления, состоящая из наружных и внутреннего слоев. Внешние слои состоят из тканого синтетического материала, предохраняющего геодрену от заиливания. Внутренний слой состоит из пластиковой объемной георешетки, создающей внутреннюю полость, по которой происходит отток воды вдоль геодрены. Шаг установки геодрен – 2 м. Глубина погружения – 15 м (рис. 5). Поверх основания насыпи выполняют устройство пластового дренажа из мелкофракционного песка. При выполнении данного мероприятия можно исключить повторное попадание влаги, поступающей из пласта слабого грунта, в основание насыпи, а также выполнить функции по отводу влаги из-под насыпи.

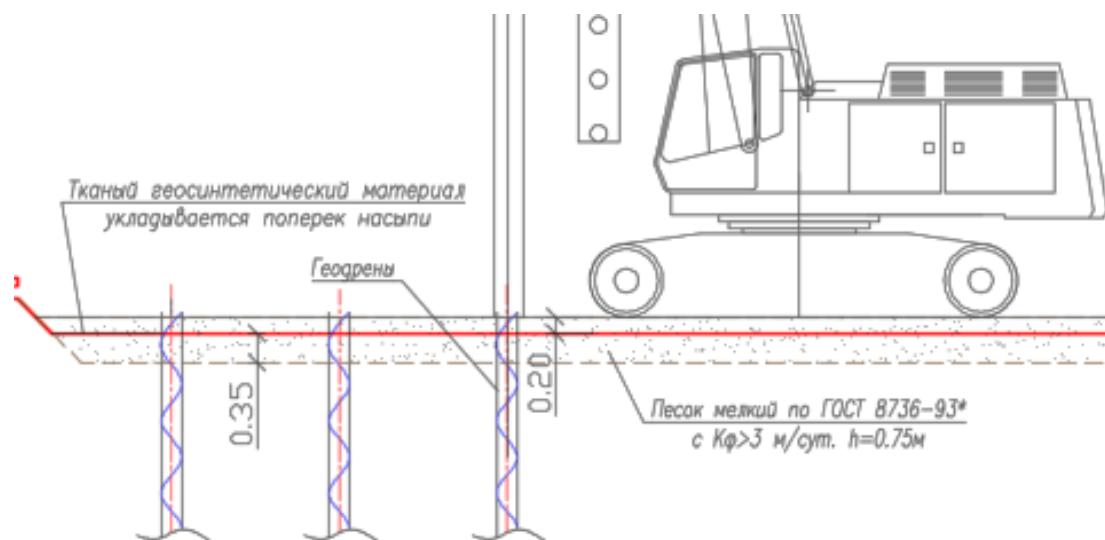


Рис. 5. Погружение ленточных геодрен

В период возведения насыпи ленточные дрены обеспечивают избыточное давление, после окончания отсыпки максимальной величиной является 65 кН/м^2 .

На первом этапе отсыпки по предварительным расчетам значение покажет обеспечение устойчивости насыпи.

В момент расчета консолидации осадка неотъемлемым фактором учитывается вес дополнительных слоев грунта, соответствующих величине расчетной осадки. Предположим, что досыпка грунта вызывает вдобавок осадку и влияет на общее время консолидации.

Укрепление грунта железобетонными плитами. Следующим из способов рассмотрим применение распределительных железобетонных плит.

Железобетонные плиты имеют упор, устраивающийся в базе укрепления с целью обеспечения его неподвижности, и фильтр из дренирующего материала под этими плитами.

В момент воздействия пойменных вод на откосные покрытия сквозь температурные швы существует вероятность выноса фильтрационным потоком частиц грунта из откоса либо подготовки дренажа. Для исключения данного фактора под температурными швами плит застилают обратный фильтр из лент одного-трех слоев песка, гравия, щебня. В зависимости от вида грунта определяют число слоев обратного фильтра, которым сложен укрепляемый откос, либо мощность укрепления и ряд прочих условий. В случаях, когда откос состоит из глиноподобных и суглиноподобных грунтов, тогда на глубину промерзания под слой дренирующего основания требуется уложить песчаный слой грунта с уплотнением до объемного веса скелета, равного $1,55 \text{ т/м}^3$.

Плиты из сборного железобетона функциональны для защиты откосов, работающих в период временного или постоянного подтопления, при сильном воздействии волн с достижением высоты до 3 м, как правило, при условии максимальной стабилизации земляного полотна.

Для армирования плит применяют сварные сетки толщиной 0,15 и 0,2 м (рис. 6).

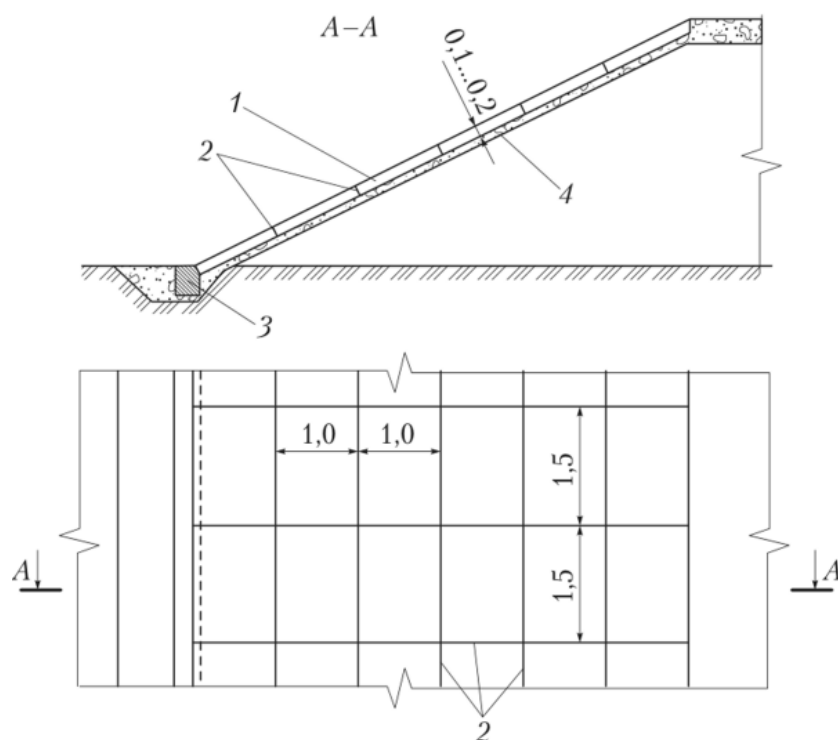


Рис. 6. Покрытие из железобетонных плит:
 1 – железобетонные плиты; 2 – железобетонная подкладка;
 3 – бетонный упор; 4 – щебень

Уложенные плиты омоноличивают в карты путем объединения. Длина откоса вдоль не должна превышать 40 м, а при больших высотах волн – не более 15 м. Процесс омоноличивания плит по контуру

выполняют, используя металлические закладные детали с армированием, далее заполняют швы цементным раствором.

У основания укрепления в период отсутствия подтопления в процессе производства работ устанавливают упорную рисберму на глубину 1 м.

Проанализированные в настоящей статье исследования и практическое применение конструктивных решений для обеспечения устойчивости земляного полотна позволяют нам решать вопросы по укреплению грунтов.

Список источников

1. Методические рекомендации по выбору конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования : ОМД 218.2.078-2016 / ФАУ «РОСДОРНИИ». М., 2016. С. 251.
2. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. М. : Стройиздат, 1988. С. 112.