

# Строительство дорожных насыпей на слабых грунтах: подходы и методы



**С. А. Евтюков,**  
докт. техн. наук,  
профессор, заведующий  
кафедрой «Наземные  
транспортно-  
технологические машины»  
Санкт-Петербургского  
государственного  
архитектурно-  
строительного  
университета (СПбГАСУ)



**Е. П. Медрес,**  
генеральный директор  
ЗАО «Экотранс-Дорсервис»,  
аспирант СПбГАСУ

К строительству дорожных насыпей на слабых грунтах важно подобрать правильный подход, который позволил бы оптимизировать процесс и снизить трудозатраты. В настоящее время применяются как традиционные подходы, когда насыпь строится из обычного грунта и при этом увеличивается прочность на сдвиг, так и современный, основанный на снижении нагрузки на грунт.

**Т**ранспортное строительство, как и любая другая отрасль, совершенствуется только в том случае, если пополняется новой информацией, фактами. В свою очередь для накопления и интерпретации информации нужны научные исследования, базирующиеся на совокупности теоретических принципов.

Современное развитие дорожного строительства на слабых грунтах необходимо оценивать по двум направлениям: теоретическому и практическому (прикладному). Теоретическое исследование, как известно, стремится к модели идеального знания, а прикладное представляет собой программу или алгоритм методов того, как достичь желаемой практической цели. Таким образом, качество, т. е. эффективность, метода проверяется практикой, т. е. поиском принципов достижения цели, реализуемых комплексно.

Научно-технический прогресс привел к совершенствованию технологий и необходимости применения новых решений в расчете, проектировании и конструировании облегченных насыпей на слабых грунтах.

На современном этапе к строительству дорожных насыпей на слабых грунтах применяют следующие подходы:

- повышение прочности на сдвиг (рис. 1);
- передача нагрузки на более прочные слои грунта основания (рис. 2);
- армирование насыпи и/или ее основания (рис. 3);
- обеспечение поперечной устойчивости (достигается устройством присыпных берм);
- создание возможности замены материалов, применение более прочных материалов; снижение приложенной нагрузки (рис. 4).



Рис. 1. Повышение прочности на сдвиг. Схема подхода

## Повышение прочности на сдвиг

Приведем примеры технологий, используемых при данном подходе (рис. 1).

- Строительство насыпи с применением ленточных геодрен. В результате обеспечивается устойчивость насыпей в процессе возведения, прохождение осадки насыпей сокращается с 2–3 лет до 6 месяцев.
- Строительство насыпи с применением пригруза. Технология применяется при необходимости построить дорожные насыпи в краткие сроки.
- Закрепление слабых грунтов методом струйной цементации Jet Grouting. Данный метод позволяет закрепить слабые, обводненные грунты в основании земляного полотна автомобильных дорог. За счет этого обеспечивается устойчивость земляного полотна и

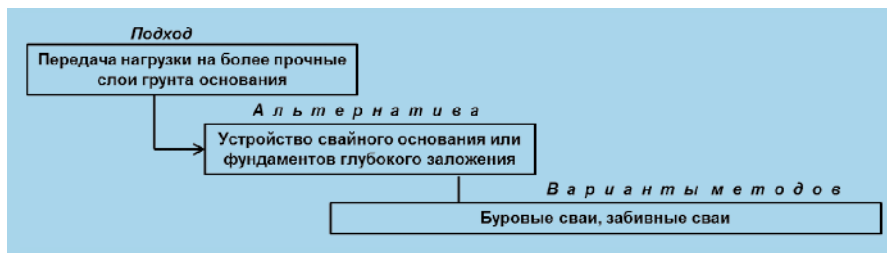


Рис. 2. Передача нагрузки на более прочные слои. Схема подхода

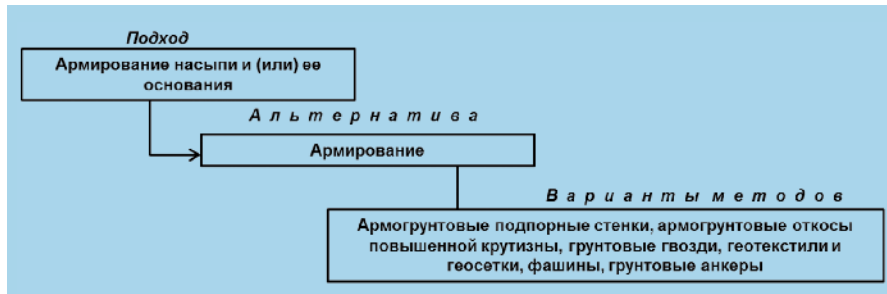


Рис. 3. Армирование насыпи или насыпи с основанием. Схема подхода

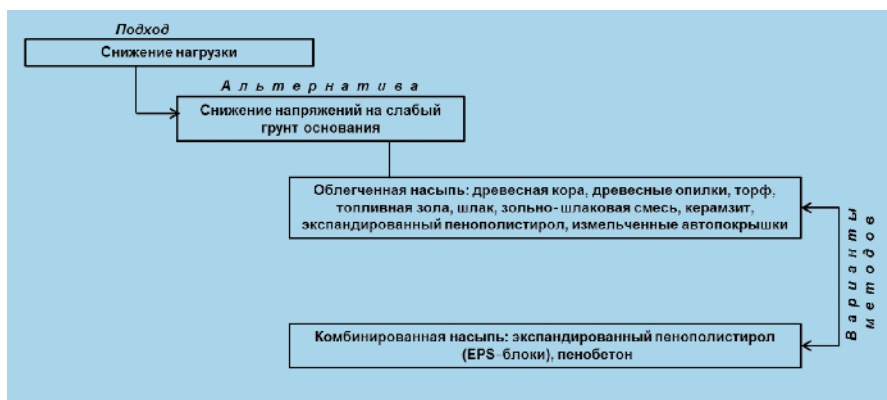


Рис. 4. Снижение нагрузки на слабое основание. Схема подхода

исключается его деформация в эксплуатационный период. Кроме того, применение технологии снижает вероятность возникновения неравномерных осадок.

- Химическое закрепление грунтов.

В результате применения обеспечивается стабилизация пльвунов и упрочнение слабых оснований, обнаруженных при инженерно-геологических изысканиях, а также в период эксплуатации. При этом наблюдается незначительная равномерная осадка насыпи.

### Передача нагрузки на более прочные слои грунта основания

Примером данного подхода (рис. 2) является технология строительства безосадочной насыпи на слабых грунтах с применением свай. В результате ее применения благодаря использованию различных типов свай обеспечивается устойчивость насыпей на слабых грунтах и исключается деформация дорожного покрытия в эксплуатационный период. Непосредственно после отсыпки

насыпи возможно устройство капитального покрытия. При этом наблюдается незначительная осадка насыпи в пределах нормативных значений.

### Армирование насыпи и/или ее основания

К данному подходу (рис. 3) можно отнести технологии, применяемые при строительстве на слабых грунтах: это стабилизация слабых оснований геоматрасом и усиление конструкции насыпей на слабых основаниях с применением геосинтетических материалов.

Применение первой технологии обеспечивает устойчивость насыпи, для нее характерны простота операций и применяемого оборудования. Технология позволяет достичь значительного снижения неравномерности осадок и уменьшения величины конечной осадки примерно на 30 %.

Результаты применения второй технологии — сокращение сроков до устройства покрытия, повышение эксплуата-

ционной надежности насыпи, сокращение потери традиционных материалов, улучшение условий производства работ, сокращение объемов привозных грунтов. Осадка будет проходить более равномерно, уменьшаясь по величине [1].

### Снижение нагрузки на слабый грунт основания

Современное строительство дорожных насыпей на слабых грунтах требует применения не только традиционных методов. Необходимо внедрение новых технологий, которые бы положительно влияли на устойчивость земляного полотна, исключали его деформации в эксплуатационный период, обеспечивали безопасность дорожного движения и экологическую безопасность. Достичь этого можно при комплексном, системном, подходе с применением таких методов, как системный анализ, метод аналогий, метод информационного анализа и т. д. На базе старых знаний, исследований, опыта отечественного и зарубежного строительства мы получаем новые технологии, методы исследований, программные продукты — следовательно, новые факты для научного осмысления.

Современный подход к строительству дорожных насыпей на слабых грунтах основан на снижении нагрузки, т. е. на снижении напряжения на слабый грунт основания (рис. 4).

Примером практического применения данного подхода являются технологии строительства «легких» насыпей на слабых грунтах: EPS-насыпи и комбинированной дорожной насыпи.

В первом случае в конструкции насыпи присутствуют только пенополистирольные блоки. Строительство облегченных насыпей с применением EPS-блоков имеет ряд преимуществ, в числе основных — простота технологии и сокращение сроков строительства; возможность производства работ в неблагоприятных погодных условиях; возможность избежать применения методов предварительной нагрузки на слабое основание, отсыпки насыпи с перегрузкой и стадийного строительства; значительное снижение затрат на содержание автомобильных дорог при неравномерных осадках и длительной вторичной консолидации основания, характерных для обычных насыпей, и т. д. [2; 3]. Однако есть ряд факторов, которые негативно влияют на EPS-насыпь, например мелкие грызуны, ультрафиолетовое излучение, горючесмазочные материалы; кроме того, суще-

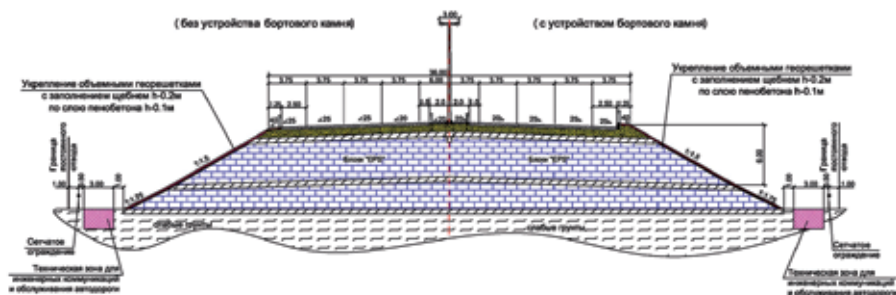


Рис. 5. Схема комбинированной дорожной насыпи на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона

ствуется возможность гидростатического всплытия.

Технология строительства комбинированной насыпи [4] позволяет уменьшить материалоемкость конструкции, сократить затраты на традиционные строительные материалы, такие как песок, щебень, гравий, и транспортные расходы на доставку, снизить трудозатраты при строительстве насыпи, избежать проявления негативных факторов в период эксплуатации.

Преимуществом легкой комбинированной конструкции является уменьшение нагрузки на слабое грунтовое основание посредством применения EPS-блоков и пенобетона (рис. 5).

Комбинированная дорожная насыпь представляет собой единую монолитную конструкцию, обеспечивающую пожаробезопасность насыпи, недоступность для грызунов и т. д. Более того, нижний и промежуточный слои из пенобетона придают устойчивость и безопасность всей конструкции, тем самым исключая риск возникновения гидростатического всплытия. Промежуточный слой из

пенобетона обеспечивает жесткость, устойчивость конструкции, а также выравнивает поверхность, что в дальнейшем позволяет производить укладку следующего, второго массива из EPS-блоков быстро и без корректировок.

Откосы комбинированной дорожной насыпи укреплены пенобетоном, который защищает EPS-блоки от вероятных воздействий горюче-смазочных материалов и других химически активных соединений в процессе эксплуатации дороги. Наличие в конструкции пеножелезобетонной плиты способствует выравниванию верхнего слоя блоков и, следовательно, равномерному распределению нагрузки. Также к пеножелезобетонной плите могут крепиться дорожные конструкции, например шумозащитные экраны, опоры освещения и т. д. Комбинированная дорожная насыпь является легкой конструкцией, ее устройство позволяет уменьшить нагрузки на слабое грунтовое основание.

Таким образом, в основе рассмотренных подходов к строительству до-

рожных насыпей на слабых грунтах лежат два принципа:

- насыпь строится из обычного грунта, при этом увеличивается прочность на сдвиг;
- строится облегченная насыпь, позволяющая во избежание перенапряжения слабого грунта уменьшить передаваемую на него нагрузку.

В строительстве дорожных насыпей на слабых грунтах применение традиционных методов не всегда эффективно и экономично, поэтому совершенствование технологий и подходов в той сфере актуально для отрасли дорожного строительства в целом. **Т**

**Литература**

1. Медрес Е. П., Евтюков С. А. Современные технологии строительства дорожных насыпей на слабых грунтах // Сб. докл. X Междунар. конф. «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. Инновации: ресурс и возможности». СПб., 2012. С. 291–297.
2. Медрес Е. П., Евтюков С. А. Проектирование и строительство облегченных насыпей с применением EPS-блоков // Автомобильные дороги 2007. № 10. С. 73–75.
3. Евтюков С. А., Медрес Е. П., Рябинин Г. А., Спектор А. Г. Строительство, расчет и проектирование облегченных насыпей / под ред. Е. П. Медреса. СПб.: ИД «Петрополис», 2009. 260 с.
4. Медрес Е. П. Комбинированная дорожная насыпь на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 5 (34). С. 199–203.

Это грузовой полуприцеп MB-34Г

С помощью этого вагона мы доставим вам 68 тонн щебня

**АВТОСТРАДА**  
Урал

**БЫСТРО.  
НАДЕЖНО.  
ПРОФЕССИОНАЛЬНО**

**Прямые поставки щебня от карьера до объекта:**

- поставки любого объема и любой сложности в максимально короткие сроки;
- география поставок: Уральский, Сибирский, Центральный, Северо-Западный, Приволжский и Южный федеральные округа;
- сотрудничаем с крупнейшими собственниками вагонов.

**Наши партнеры:**  
 ОАО «Сергинский речной порт», ОАО «Тобольский речной порт»,  
 ОАО «Ханты-Мансийскдорстрой», ЗАО «СУ-1», ООО ТД «Лукойл»,  
 ОАО «Мостострой №6», ГУП ЧР «Чувавтодор», ЗАО «СК» ВНСС,  
 ОАО «РЖДстрой», ЗАО «Аэродромдорстрой», ООО ТПК «Главстрой» и многие другие.

*За 12 лет работы на рынке отгружено более 18 млн тонн щебня.*

**620144, г. Екатеринбург, ул. Серова, 45. Тел.: +7 (343) 351-00-80 www.avtostrada.ru**