

Е.П. Медрес, первый заместитель генерального директора, главный инженер ЗАО «Петербург-Дорсервис»  
 С.А. Евтюков, д.т.н., профессор, декан АДФ СПбГАСУ,  
 заведующий каф.едрой «Наземные транспортно-технологические машины»

# Новые технологии — путь к развитию

Значительная часть автомобильных дорог в России, находящихся в стадии строительства или реконструкции, расположены на территориях со сложными геологическими условиями, в том числе на участках залегания суглинков, супесей текучей и текучепластичной консистенции, илистых песков и других слабых грунтов. Внедрение новых технологий строительства на слабых грунтах с применением альтернативных материалов позволит усовершенствовать конструктивно-технологические решения дорожных насыпей, значительно повысить имеющийся опыт в строительстве автомобильных дорог, тем самым приблизить Россию к современному мировому уровню в дорожно-строительной отрасли.

Существующие в настоящее время технологии строительства дорожных насыпей на слабых грунтах отличаются временем их возведения, значениями конечной осадки, дополнительными мероприятиями по укреплению слабого основания, а также оказывают значительное влияние на экологические показатели. Такое строительство долгое время вызывало значительные затруднения, однако при применении современных технологий, легких материалов, благодаря которым уменьшается вес насыпи, эта проблема стала решаемой. Важным аспектом при выборе типа легковесного материала при возведении насыпи является его плотность.

В мировой практике применение легковесного материала (EPS-блоки) начинается с 1972 года во время реализации первого дорожного проекта в Норвегии с использованием в технологии такого заполнителя (рис. 1).

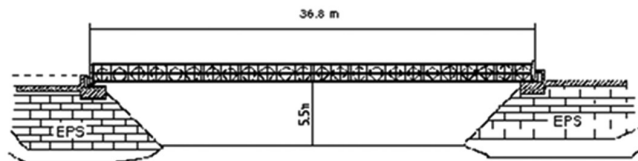


Рис. 1.

Международная практика показывает, что использование легких материалов в строительстве, в частности для устройства насыпей, постоянно увеличивалось. Например, в США уже в конце 90-х годов приступили к разработке официальных технических документов по проектированию и расчету облегченных насыпей из EPS-блоков. Их целью было заполнить пробел подробной информацией о современном состоянии и уровне внедрения данной технологии в дорожном строительстве.

Внедрение в практику альтернативной технологии — технологии строительства комбинированной дорожной насыпи из EPS (экспандированного пенополистерола) блоков и пенобетона — позволит обеспечить устойчивость насыпи, придать ей дополнительную жесткость, исключить вероятность возникновения гидростатиче-

ского всплытия, а также предотвратить ряд негативных явлений, таких как горючесть материалов, вандализм, что позволит усовершенствовать технологические процессы и упростить дальнейшую эксплуатацию. Преимущества от такого внедрения позволяют продлить сроки эксплуатации дорожной насыпи.

Комбинированная насыпь состоит из EPS — блоков, заключенных в «обойму» из пенобетона с дополнительной прослойкой из пенобетона (рис. 2). Технология строительства комбинированной насыпи и применяемые в ней материалы — пенополистирол и пенобетон — позволяют выявить основные преимущества и особенности данной технологии, такие как: простота монтажа и относительно высокая скорость возведения насыпи, значительное снижение нагрузки на основание слабых грунтов. Все это имеет свою обоснованность и целесообразность.

Однако, есть некоторые проблемы, связанные с возможным гидростатическим всплытием, а также с возможностью применения EPS-блоков в конструкции насыпи. Все это решается благодаря разработанному конструктивно-технологическому решению, а также проведенным испытаниям, доказывающим обоснованность применения в строительстве дорожной насыпи пенополистирольных блоков и пенобетона. Для комбинированной дорожной насыпи целесообразно использовать блоки плотностью не менее  $29 \text{ кг/м}^3$ , сопротивлением сжатию при 1% деформации 75 кПа, при 5% — 153 кПа, при 10% — 180 кПа и пределом прочности при изгибе — 310,5 кПа.

Легкие заполнители — EPS — блоки и пенобетон применяют в качестве закрепителя грунта, как альтернатива замены грунта. Строительство комбинированной насыпи возможно в сравнительно короткие сроки, и к тому же достаточно экономично за счет применения недорогих современных материалов. Преимущества такой единой монолитной конструкции заключены в обеспечении устойчивости, жесткости, исключая риск

Пеножелезобетонная  
плита

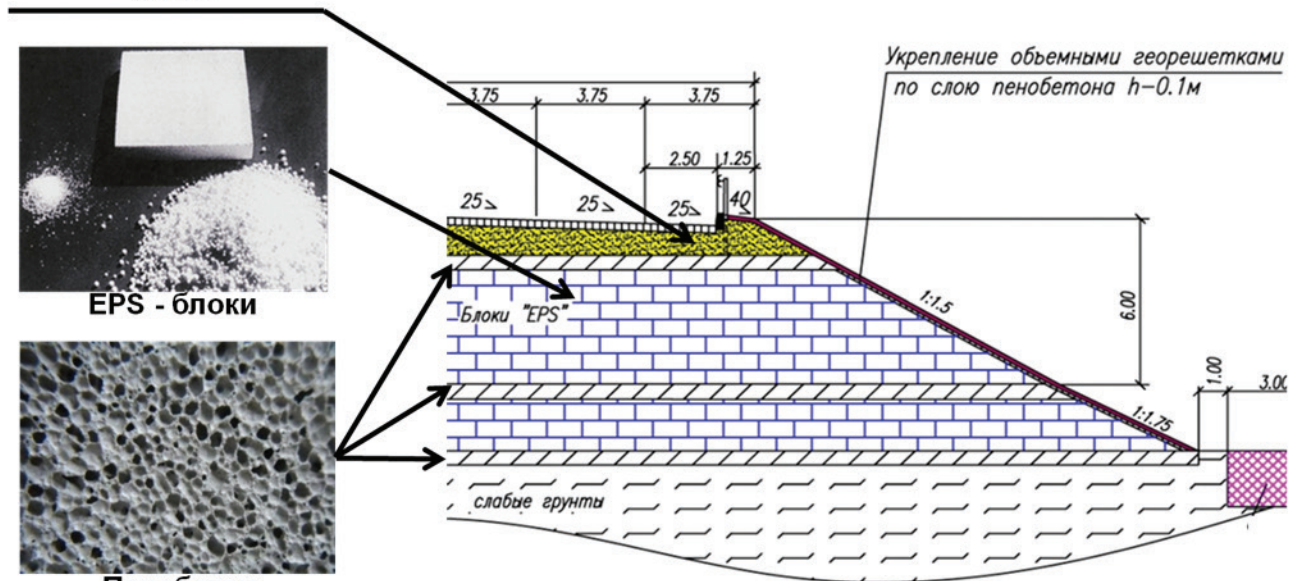


Рис. 2. Пенобетон

возникновения гидростатического всплытия, легкости и пожаробезопасности насыпи, и все это позволит продлить сроки эксплуатации.

Разработанные рациональные объемы EPS-блоков и пенобетона позволяют определить объем применяемых материалов в зависимости от высоты будущей насыпи, запланированной проектом (рис. 3, 4).

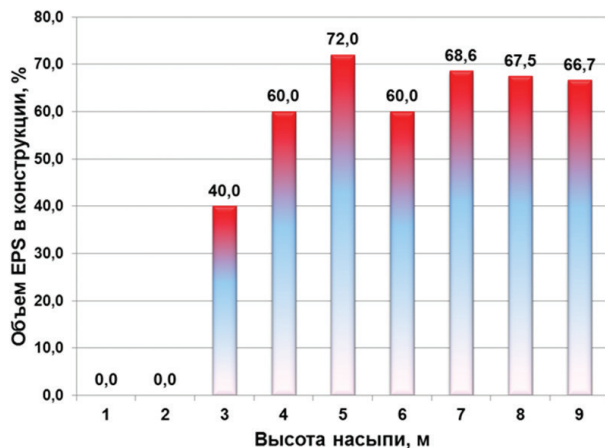


Рис. 3. Рациональный объем EPS в комбинированной насыпи, %

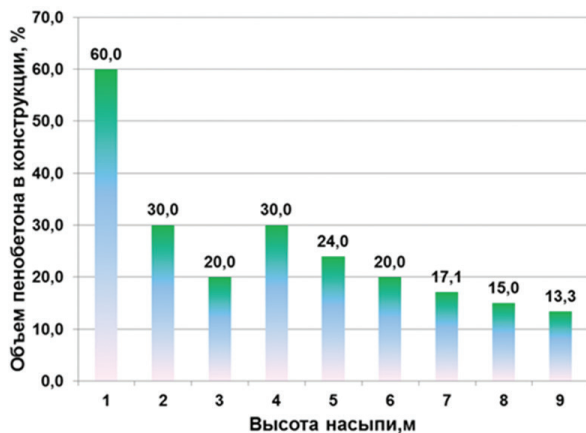


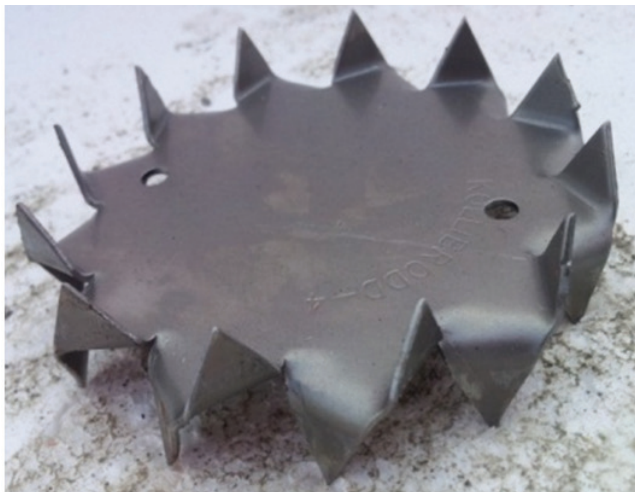
Рис. 4. Рациональный объем пенобетона в комбинированной насыпи, %

Альтернативная комбинация предлагаемых легких материалов предназначена для ускорения осадки дорожной конструкции, сокращения сроков консолидации слабого грунта, тем самым повышая устойчивость насыпи. Применение пеножелезобетонной плиты придает дополнительную жесткость конструкции, распределяет напряжения и необходима для крепления инженерных сооружений: ограждений, шумозащитных экранов, опор освещения.

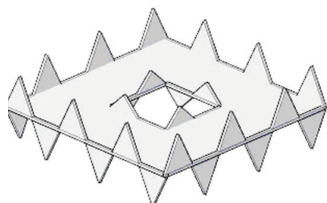
Сущность технологии строительства комбинированной дорожной насыпи заключается в послойной укладке легких материалов на слабое грунтовое основание. С помощью мобильной установки подают пенобетон на основание, в подготовленную зону – опалубку, смонтированную непосредственно на строительной площадке. Обладающий хорошей текучестью пенобетон равномерно распределяется и заполняет заданную форму под строительство. Затем опалубочные элементы либо демонтируются, либо становятся частью конструкции. Толщина залитого подстилающего слоя из пенобетона варьирует. Необходимость строительства подстилающего слоя из пенобетона обусловлена необходимостью выравнивания поверхности для первого массива из EPS-блоков и предотвращения гидростатического всплытия.

Поверх подстилающего слоя из пенобетона укладывают EPS-блоки. Блоки должны быть плотно прижаты друг к другу со всех сторон и с минимальным совпадением вертикальных швов между ними. Основная цель — обеспечить геометрическую связь между блоками. EPS-блоки, уложенные послойно, скрепляются между собой механическими соединительными элементами — коннекторами, они необходимы для предотвращения смещения блоков в процессе строительства (рис. 5).

При достижении определенной высоты массива из EPS-блоков укладывается промежуточный слой из пенобетона 0,2–1 м. Технология строительства промежуточного слоя такая же, как и в случае с подстилающим слоем. Далее на него укладываются EPS-блоки. В за-



**Рис. 5. Виды и размеры коннекторов для крепления EPS-блоков в насыпи**



вершении конструкции комбинированной насыпи, на верхний слой блоков, укладывается пеножелезобетонная плита и система дорожной одежды.

При устройстве такой плиты также применяется опалубочный способ: одновременно заливают откосы насыпи методом «сверху – вниз», уступы EPS-блоков и промежуточного слоя также заполняют пенобетоном.

Возможный вариант практической реализации строительства комбинированной насыпи с применением EPS – блоков и пенобетона был рассмотрен для объекта Приморского шоссе от ул. Савушкина до Лахтинского проспекта (Санкт-Петербург) на участке подходов к путепроводу со слабыми грунтами. Затраты на строительство комбинированной насыпи меньше на 15% по сравнению с затратами на строительство насыпи на сваях. Соответственно в случае комбинированной насыпи затраты на текущий ремонт и содержание дороги и капитальный ремонт также меньше на 15%. Однако, в связи с отсутствием нормативно-технических документов на применение EPS-блоков и пенобетона в насыпи, было применение свай с гибким ростверком.

Значения экономической эффективности обусловлены техническими, экономическими и экологическими преимуществами. Например, техническим преимуществам технологии строительства комбинированной насыпи можно отнести меньший вес применяемых материалов, быстрый и простой способ возведения насыпи. К экономическим – снижение затрат на строительство вследствие уменьшения массы комбинированного конструктива, минимизация использования дорогой дорожно – строительной и подъемно-транспортной техники. Комбинированная насыпь состоит из экологичных материалов – EPS-блоки и пенобетон, уровень шума, запыленность в допустимых стандартах пределах.

Проводимые сравнения технологии строительства комбинированной насыпи из EPS-блоков и пенобетона с другими технологиями – насыпи с применением свай и традиционной грунтовой насыпью, показали преимущества комбинированной насыпи. Например, значения конечной осадки при комбинированной насыпи значительно меньше, чем осадки грунтовой насыпи. Таким образом, при возведении грунтовой насыпи требовались дополнительные мероприятия – упрочнение основания сваями с гибким ростверком из высокопрочного тканого геосинтетического материала, что и было принято, в частности, на участке Приморского шоссе.

При проведении расчетов устойчивости комбинированной дорожной насыпи с применением легких материалов необходимо учитывать возможность гидростатического всплытия насыпи, т.к. применяемые материалы имеют меньшую плотность, чем грунт. Применение пенобетона исключает возможность всплытия и дальнейшего разрушения насыпи.

В целом, строительство комбинированной дорожной насыпи из EPS-блоков и пенобетона имеет множество преимуществ: позволяет уменьшить материалоемкость конструкции, затраты на традиционные строительные материалы, такие как песок, щебень, гравий, позволит сократить транспортные расходы на доставку, снизить трудозатраты при строительстве насыпи. Комбинированная дорожная насыпь является легкой конструкцией, тем самым уменьшает нагрузки на слабое грунтовое основание, представляет собой единую монолитную конструкцию, обеспечивающую пожаробезопасность насыпи, устойчивость, исключая риск возникновения гидростатического всплытия.

По применению EPS-блоков и пенобетона в комбинированной дорожной насыпи на слабых грунтах разработаны рекомендации, позволяющие использовать рациональное отношение материалов в конструкции. Также в этой сфере разработаны пять патентов, стандарт организации СТП ГПДС 24-01-12 «Комбинированная дорожная насыпь на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона».

Технология строительства комбинированной насыпи является новым современным подходом к строительству дорожных насыпей на слабых грунтах, что должно способствовать развитию и совершенствованию дорожной сети в Российской Федерации. ●