

подбор компонентов из отечественного сырья. Результатом научно-исследовательской работы, осуществленной совместно с рядом партнерских специализированных организаций, стало создание линейки отечественных стабилизаторов грунтов под названием «Парагон», которые являются продуктами нового поколения и производятся на территории России. Они выгодно отличаются не только по соотношению «цена – качество», но и своей технологичностью, безопасностью для окружающей среды и людей, возможностью эффективного применения при всех типах грунтов. Метод стабилизации грунта цементом с модифицирующими добавками дает многократную экономию. Во-первых, в отличие от традиционных технологий, не требуется снятия и утилизации грунта из выемки. Во-вторых, отпадает необходимость в завозе такого же количества инертных материалов. В-третьих, благодаря применению инновационных добавок, возможно дополнительно сократить затраты на строительство за счет увеличенной прочности, эластичности, морозо- и водостойкости. Это же касается и экологии: стабилизация минеральными вяжущими (цементом) с модифицирующими добавками натурального происхождения не только не наносит вреда окружающей среде, но и используется для нейтрализации токсичных веществ в почве при консервации полигонов захоронения опасных отходов, рекультивации загрязненных земель, ликвидации разливов нефтепродуктов и т. д.

Один из наиболее эффективных методов – армирование при помощи геокомпозитных материалов, что позволяет значительно ускорить процесс консолидации грунтов. Основными преимуществами структур с укрепленным геосинтетикой грунтом являются: экономия средств; повышение устойчивости; возможность строительства на плохих грунтах. Армирование основания земляного полотна на слабых грунтах позволяет повысить его устойчивость и стабильность. В качестве армирующих прослоек используются одно- и двуосноориентированные геоматериалы в виде георешеток, тканых геополотен и геокомпозитов. Стабилизация строительного основания обеспечивает надежным морозозащитным слоем и увеличивает его несущие способности. Во время укрепления грунтов существенно увеличиваются физико-механические характеристики местного грунта. Этот метод применяют для получения морозозащитных слоев и слоев несущих оснований.

Эффективность методов стабилизации и усиления грунтов определяется технико-экономическим сравнением нескольких вариантов, предлагаемых в каждом конкретном случае, зависящих от географического расположения места строительства, природно-климатических условий, гидро-геологических показателей. Наиболее экономичным и экологичным представляется применение местных строительных материалов совместно с геосинтетикой по причине экономии на привозимом грунте; в силу экологичности (инертности) геосинтетических материалов.

Также следует отметить, что стабилизация грунта дает возможность проведения строительства на болотистой местности, где раньше было невозможно ходить. Такие результаты достигаются путем добавления в грунт агентов, забиванием свай или заменой имеющегося грунта более твердыми породами.

УДК 625.7 : 628.517.2

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Г. В. АХРАМЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Е. А. ПАНТЕЛЕЕВА

ПКП «Гомельдорпроект», г. Гомель, Республика Беларусь

Возросшая интенсивность движения на автомобильных дорогах в Европе за последние десятилетия привела к увеличению ДТП и шума на дорогах. Уровень шумов, вызванных взаимодействием колес автомобиля с поверхностью проезжей части, зависит от скорости движения, наличия воды на проезжей части, состояния шин, ровности и шероховатости покрытия. Известно, что сила шума возрастает с увеличением скорости движения и влажности покрытия. На основании исследований, выполненных во Франции в 2004 г., было установлено, что сила шума в зависимости от типа шин меняется незначительно, уровень шума повышается с увеличением скорости движения, на влажной проезжей части уровень шума повышается начиная с частоты 2000 Гц и что изменение уровня

транспортного шума на различных типах покрытия в зависимости от скорости движения постоянно. На покрытии из цементобетона со швами было установлено различие уровней шума в зависимости от вида швов (поперечные или продольные). Так, если для гладкого покрытия уровень шума равен 0, то для бетонного с поперечными швами – 5 дБ.

Типовыми средствами гашения транспортного шума являются различного рода противошумные экраны – заборы, живые изгороди, полосы древесной растительности, земляные валы, здания. К наиболее эффективным относятся заборы, земляные валы, здания (постройки). Преимуществом заборов являются их малая пространственность, недостатком – их эстетический вид. Земляные валы занимают значительное пространство, требуют большого количества грунта и не отличаются эстетичностью. Дешевым и эстетическим решением можно считать зеленые полосы. Однако только несколько полос зеленых насаждений, объединенных в систему, шириной несколько десятков метров, могут обеспечить заметное снижение уровня шума.

В результате этого возник интерес к строительству таких типов дорог, которые позволяют сократить шум от движущихся транспортных средств и увеличить безопасность дорожного движения без применения вышеуказанных мероприятий. В целом уровень шума от качения тем выше, чем больше неровность и шероховатость проезжей части. Снижение шероховатости способствует уменьшению шума от качения колес, но одновременно ухудшает устойчивость автомобиля и условия безопасности движения. Поэтому, рассматривая в комплексе вопрос безопасности движения и шумообразования, необходимо принимать комплексное решение в зависимости от расположения дороги в агломерации или вне ее пределов. В связи с этим большой интерес представляет поиск бесшумного покрытия с хорошим сцеплением. В этом контексте применение пористых цементобетонов для покрытий является интересной технологией. Такие покрытия поглощают шум и позволяют избежать присутствия воды на поверхности дороги, что улучшает шероховатость (сцепление колеса автомобиля с покрытием дороги), и как следствие, увеличивается безопасность движения. Измерения распространения шума в пористом цементобетоне показали, что значения имеют такой же порядок величин, как и в дренирующем асфальтобетоне.

Пористым цементобетоном является цементобетон с открытой структурой крупных (гроздеобразных) пор, который в качестве вяжущего материала содержит такое количество цементного теста или тонкого раствора, чтобы полностью заполнять пустоты между зёрнами заполнителя после уплотнения. Содержание пустот зависит от объемов растворной части, т. е. суммы объемов цемента, песка и воды. В предварительных исследованиях этот объем варьируется между 30 и 45 %, расчетный объем пустот принимается равным 25 %.

Важнейшей характеристикой пористого цементобетона является улучшение сцепления шин автомобиля с влажным покрытием, быстрый отвод ливневых вод с поверхности покрытия, уменьшение эффекта аквапланирования, снижение уровня шума и вибрации автомобиля. Покрытие из водопроницаемого пористого материала является альтернативным способом организации поверхностного водоотвода. Принцип работы таких покрытий заключается в свободном проникновении ливневых вод внутрь дренирующего материала покрытия с возможностью их дальнейшей фильтрации. Скорость фильтрации при этом зависит от дренирующей способности цементобетона и поперечных уклонов покрытия.

Одним из основных критериев применения пористого цементобетона является сочетание хорошей водопроницаемости и сопротивления механическим воздействиям, в том числе и окружающей среды. При использовании пористого цементобетона для устройства полос аварийных остановок или верхних слоев оснований указанные выше характеристики могут быть достигнуты путем относительно небольшой дозировки цемента (не превышающей 200 кг/м^3). Если пористый цементобетон применяется для покрытий и подвергается непосредственному воздействию колес автомобилей, то следует повышать содержание цемента (до $300\text{--}400 \text{ кг/м}^3$) или вводить небольшое количество цемента, но с определенными добавками (в основном полимеров или микрокремнезема), которые улучшают прочность цементобетона, не уменьшая его пористость.

Обобщенные данные по составу и свойствам пористого цементобетона следующие: щебень с максимальным размером зерен от 7–8 до 12–18 мм; песок размером частиц 0–2 мм; расход цемента $300\text{--}400 \text{ кг/м}^3$; водоцементное отношение 0,25–0,32; добавки – пластификатор, полимер; открытая пористость (содержание пустот) – 20–25 % по объему, прочность при сжатии в возрасте 28 сут от 18 до 25 МПа, прочность на растяжение при изгибе – более 4,5 МПа; уровень

шума на покрытии – порядка 72 дБ (менее предельной нормы 78 дБ). Химические добавки являются главным ингредиентом любой применяемой в настоящее время пористой смеси. В основном используются суперразжижители и модификаторы гидратации. Кроме того, важной характеристикой такого цементобетона является достаточная сопротивляемость замораживанию-оттаиванию под действием солей.

УДК 625.7/.8

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Н. В. БАНДЮК, В. А. ПАНТЕЛЕЕВА, И. Н. ТЕЛЕНЧЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения. Они должны обеспечивать непрерывность и безопасность движения автомобилей с высокими скоростями, установленными нагрузками. Их проектируют и строят таким образом, чтобы автомобили могли реализовать свои динамические качества при нормальном режиме работы двигателя, чтобы на поворотах, подъемах и спусках автомобилю не грозил занос или опрокидывание. В течение всего года дорожная одежда должна быть прочной, противостоять как динамическим нагрузкам, передающимся на нее при движении автомобилей, так и погодно-климатическим факторам.

Дороги подвержены активному воздействию многочисленных природных факторов (нагревание солнечными лучами, промерзание и оттаивание, увлажнение грунтовыми и поверхностными водами и т. п.). Особенности работы автомобильной дороги должны учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации, что позволит обеспечить стабильную работу дороги на протяжении всего межремонтного срока службы.

Дороги должны обеспечивать безопасность автомобильного движения. Проложенные с учетом психофизиологических особенностей восприятия водителями дорожных условий, они должны предоставлять водителям всю необходимую информацию, как бы подсказывая им правильные режимы движения, обеспечивая высокую пропускную способность и исключая возможность серьезных дорожно-транспортных происшествий.

Работы, выполняемые при строительстве автомобильных дорог, относятся к числу наиболее трудоемких. Рост их объемов требует комплексной механизации, обеспечивающей введение прогрессивных технологических процессов при широком использовании дорожных машин и механизмов. Рост грузоподъемности автомобилей требует устройства более прочных дорожных одежд, что всегда ведет к удорожанию комплекса в целом.

Снижения фактической стоимости строительства при должном качестве выполняемых работ можно добиться повышением прочности земляного полотна, использованием местных дорожно-строительных материалов для строительства дорожной одежды.

Одним из способов повышения прочности и устойчивости земляного полотна является его укрепление геосинтетическими материалами. Отечественный и зарубежный опыт дают основание считать, что использование геосинтетических материалов является инструментом для решения следующих задач: укрепления откосов, конусов, склонов для защиты от водной и ветровой эрозии; обеспечения общей устойчивости откосов повышенной крутизны; строительства армированных насыпей и грунтовых подпорных стен с учётом статистических и динамических воздействий; строительства дренажей нового поколения с минимальным применением природных инертных материалов; гидроизоляции, теплоизоляции, сепарации (разделения) конструктивных слоёв и элементов дорожных сооружений; армирования монолитных слоёв дорожных одежд и защиты от отражённых трещин.

Значительный эффект в дорожной практике, особенно в отечественной, достигается путём использования геосинтетиков и геопластиков при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах (болотах, грунтах повышенной влажности, переувлажнённых), а также в районах со сложными инженерно-геологическими и климатическими условиями. Во всём мире, в том числе и в Беларуси, наблюдается интенсивный рост использования материалов данной группы.