

Зеленый покров с системой ТТЕ

Испытание составных газонных решетчатых плит на стоянке для автотранспорта

Д-Р ВАЛЬТЕР КОЛБ

Введение

Озелененная поверхность на стоянках, прежде всего, для легкового автотранспорта и на декоративно-функциональных дорожках должна оцениваться исходя из аспектов, отличных от тех, которые приняты в дорожном строительстве. Можно частично перенять похожие требования, однако, как полагает автор, со значительно большими минимальными значениями по строительно-техническим параметрам.

Так, например, согласно «Инструкции по водопроницаемому укреплению зон движения транспорта» (Научно-исследовательское общество по дорожному строительству и транспорту FGSV, 1998) со ссылкой на Дополнительные технические условия и нормы по проведению земляных работ в зонах движения транспорта ZTVE-StB (FGSV, 1994), для грунтового основания требуется минимальная несущая способность, равная $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$, и минимальная степень уплотнения $D_{pr} = 0,95$. Для несущих слоев на велосипедных и пешеходных дорожках минимальное значение несущей способности, согласно «Инструкции по водопроницаемому укреплению» (FGSV, 1998) и Дополнительным техническим условиям и нормам для несущего слоя в дорожном строительстве ZTVT-StB (1995) (FGSV, 1995), должна составлять $E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$.

В сочетании с коэффициентом инфильтрации, указываемым для водопроницаемых покрытий на упомянутых сооружениях и равным ок. 270 л/(с х га), для большинства почв это означает улучшение грунтового основания за счет замены почвенного слоя или дополнительных технических дренажных мер.

Сильное уплотнение грунтового основания и укладка минерального несущего слоя, что характерно и стандартизировано в дорожном строительстве, негативно сказываются на растительном покрове озелененной площади. При таких методах строительства, разработанных с учетом, в основном, технических аспектов, растительность



Устройство несвязного грунта на испытываемой площади.

Грунтовое основание:	<p>Вариант А= связный, категория грунта – U,fs, согласно DIN 18196 несущая способность: $E_{v2} = 7,1 \text{ MN/m}^2$, значение водопроницаемости: 10-8 м/с</p> <p>Вариант Б= несвязный, категория грунта – G, ms, согласно DIN 18196 несущая способность: 72 MN/m^2, значение водопроницаемости: 10-2 м/с</p>
Выравнивающий слой:	гравий, 2-5 мм, толщина слоя – 2-3 см
Тип плит:	газонные решетки ТТЕ 50/50/6,3 см, из комбинированной пластмассы вторичной переработки, крестообразно соединяемые в гребень и паз
Заполнение ячеек:	<p>Вариант А= несвязная почва верхнего слоя 2-й группы, согласно DIN 18915</p> <p>Вариант Б= смесь гравия повторного использования с компостом 90% гравия повторного использования, 2-8 мм 10% готового компоста, 0-10 мм</p>
Посев:	RSM 5.1 35 г/м ² в августе 2000 года
Удобрение:	азотное, 20 г/м ² , 3 раза в год
Стрижка:	6-8 раз в год
Полив:	при необходимости после продолжительной засухи (2-3 недели)
Размер участка:	5,00 x 5,00 м, двукратный повтор
Нагрузка:	регулярная от легкового автотранспорта, один раз от колесного погрузчика
Измерения и оценка качества:	Ровность поверхности при расстоянии дорожной зоны в 1,5; 3,0 и 4,5 м, густота растительного покрова в %, жизнеспособность растительного покрова: 1 = очень низкая, 9 = очень высокая уязвимость к засухе: 1= отсутствие уязвимости 9 = очень сильная уязвимость

Таблица 1: Подобные результаты при размещении подрядов нередко вызывают удивление

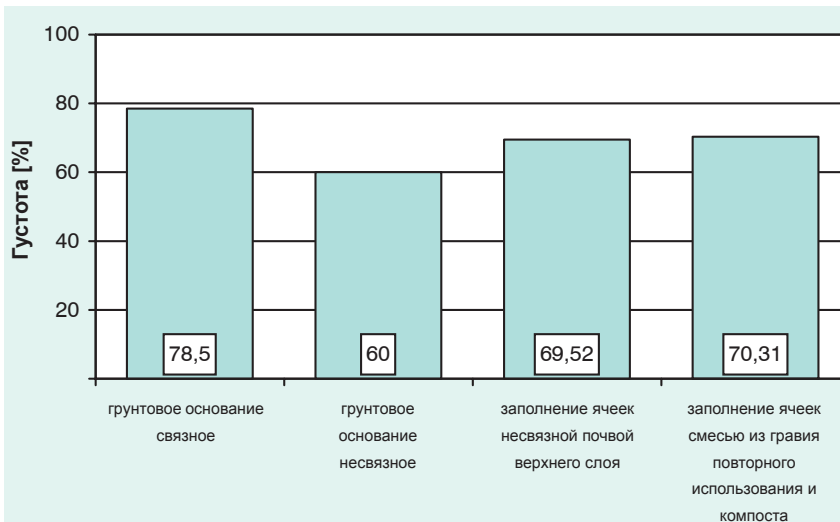


Рис. 1: Степень густоты растительного покрова в среднем, в %, за 3-летний период, в зависимости от грунтового основания и материала для заполнения ячеек



Заполнение швов после укладки на выравнивающий слой толщиной 2-3 см

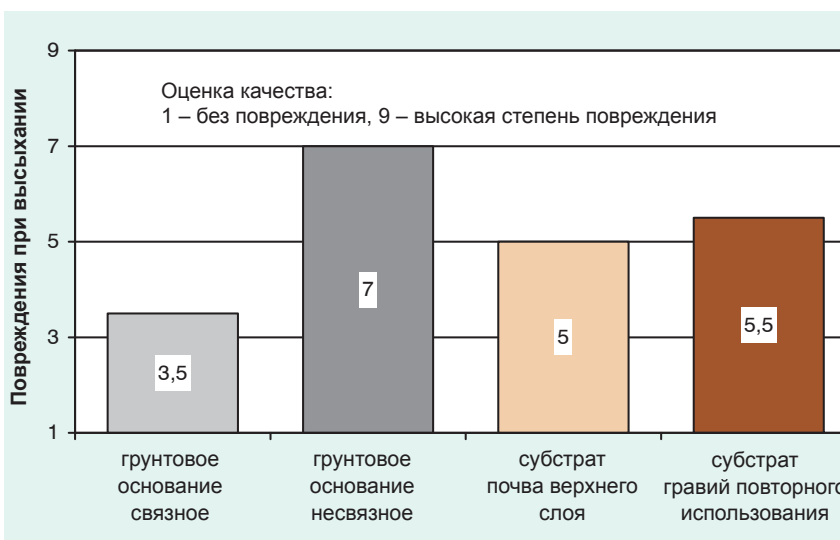


Рис. 2: Степень повреждения в среднем за период испытаний (2001-2002)

становится очень уязвимой к засухам и отличается низкой восстановительной способностью. Площадь разрастания корней ограничивается исключительно зоной заполненных швов. Биологическая способность фильтрации просачивающейся воды на таких участках считается низкой.

Подготовка к проведению испытания

В испытании Баварским земельным ведомством по виноградарству и садоводству в Вайтсхэххайме необходимо проверить и установить, можно ли улучшить характеристики газонного покрова за счет связывания грунтового основания в растительно-технической конструкции. Для этого при использовании системы TTE от фирмы Hübner-Lee были созданы места автостоянки, которые эксплуатировались круглый год и каждый день (без выходных и праздничных дней) при малой интенсивности въезда/выезда автомобилей. Условия испытания приводятся в таблице 1. При устройстве автостоянок из газонных решеток, подготавливаемых для испытания, в основном не укладывался минеральный несущий слой, который характерен для традиционных конструкций. Опорная поверхность на нижней стороне неподвижных ребер вместе с соединительными пазами по всему периметру решетки должны обеспечить распределение временной нагрузки по всей площади, в результате чего даже при низкой несущей способности грунтового основания сохраняется необходимая устойчивость поверхности.

Выбранный связный грунт отличался на момент укладки соединительных решетчатых плит весьма низкой несущей способностью – $E_{v2} = 7,1 \text{ МН/м}^2$, в свою очередь, несвязный грунт – несущей способностью $E_{v2} = 72 \text{ МН/м}^2$, что соответствует требованиям Дополнительных технических предписаний по проведению земляных работ в зонах движения транспорта ZTVE-StB (1994).

Для сохранения регенерационной функции преимуществом является то, что при засухе вода может свободно поступать к растительному покрову по капиллярам из грунта. За счет этого глубина прорастания корней должна увеличиться, а затраты на уход, и, особенно, на полив – сократиться до минимума.

Результаты

Все приводимые далее результаты следует рассматривать с учетом нагрузки, которая в большинстве случаев превышала допустимую для озелененных поверхностей эксплуатационную нагрузку. Исследования проводились в условиях повышенной нагрузки.

Густота зеленого покрова

Результаты испытаний по густоте зеленого покрова отображены на рис. 1. Несложно определить, что при использовании связанного грунтового основания зеленый покров гораздо гуще. Несмотря на интенсивное движение, озелененная поверхность может быть покрыта зеленым ковром приблизительно на 80%. При выборе же грунтового основания из несвязной почвы, для которого характерен значительно больший коэффициент водопроницаемости, густота растительного покрова составляет лишь 60%. На густоту покрова практически не влияет вид субстрата, которым заполняются ячейки решеток. Коэффициент густоты был почти одинаковым при использовании как песчаной почвы верхнего слоя, так и смеси повторного применения и составлял прим. 70%.

Уязвимость к засухе

Также в этом аспекте участки со связным грунтовым основанием выделяются на фоне участков с альтернативным несвязным грунтовым основанием. Прежде всего, при продолжительных засухах у растительного покрова со связным грунтовым основанием отмечается лишь незначительная степень уязвимости, с несвязным основанием – высокая, как показано на рис. 2.

Как и в случае с густотой растительного покрова, зависимость данной характеристики от вида субстрата для заполнения ячеек решетки почти незаметна. Несмотря на малый коэффициент водопроницаемости связанного грунтового основания, не наблюдалось повреждений из-за накопления воды. Очевидно, что водопроницаемость материала, заполняющего ячейки, достаточна для того, чтобы отвести излишки воды на определенное время от поверхности в грунт и, тем самым, предотвратить повреждение зеленого покрова.

На исследуемой площади были созданы участки, по размеру одинаковые с местом для стоянки автомобилей, и разделены полосами

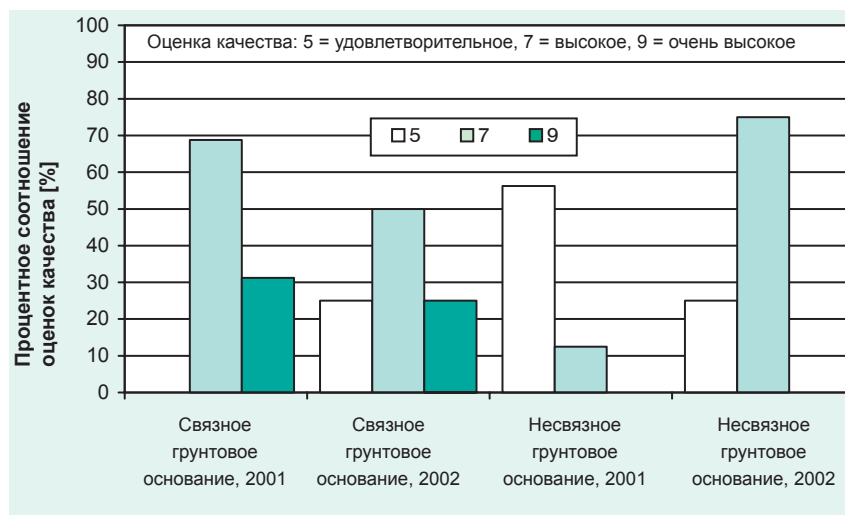


Рис. 3. Процентное соотношение удовлетворительных, высоких и очень высоких оценок качества жизнеспособности в % за 2001-2002 гг.

без зеленого покрова. Такая легко заметная маркировка с одной стороны позволяет эффективно использовать площадь, но с другой стороны приводит к тому, что на проезжей зоне создается высокая нагрузка, что также показали испытания.

В связи с этим в отдельных случаях можно исключить маркировку на больших площадях, чтобы обеспечить лучшее распределение нагрузки, создаваемой при движении транспорта, по площади.

Жизнеспособность растительного покрова

Как видно из рис. 3, при оценке жизнеспособности однозначное преимущество получает растительный покров на связном, а не на несвязном

грунтовым основании. Преимущественные характеристики особенно ярко выражены в значениях за 2001 год, когда наблюдалась засуха. Также в 2002 году с обильными осадками были отмечены хоть и не намного, но лучшие качественные характеристики жизнеспособности растительности. В процентном соотношении на долю очень высокой качественной оценки жизнеспособности (9 баллов) при использовании связанного грунтового основания за 2001 и 2002 годы приходится 25% и 32%, в то время как в случае с несвязным грунтовым основанием такая оценка вообще отсутствует.

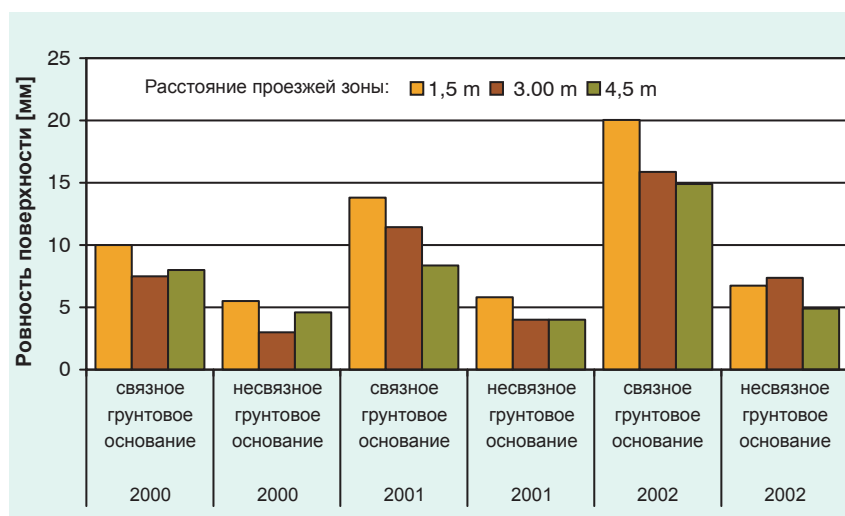


Рис. 4. Ровность поверхности полотна из газонных решеток ТТЕ, в мм, при различном расстоянии проезжей зоны (результаты испытаний за 2000 – 2002 годы)

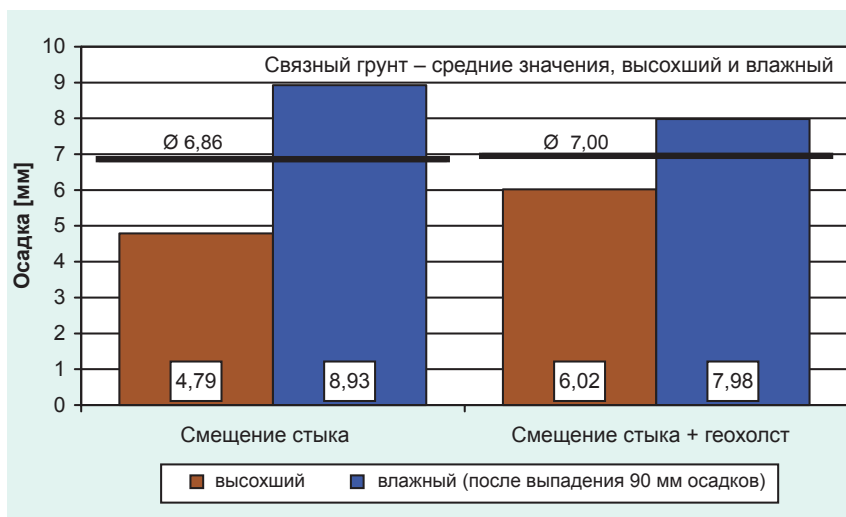


Рис. 5 Постоянная осадка, в мм, при нагрузке на плиты с давлением на грунт 0,05 кН/см² (для сравнения: нагрузка от легкового автомобиля ~ 0,02 кН/см²)

Ровность поверхности

После эксплуатации на протяжении двух лет можно представить первые результаты испытаний способности исследуемой площади выдерживать точность размеров. На рис. 4 отображены результаты измерений ровности поверхности при расстоянии проезжей зоны 1,5, 3,0 и 4,5 м и длине планки, располагаемой поперечно направлению движения, в 2,50 м.

Как и ожидалось, средние отклонения по всем измерениям в случае устройства связного грунтового основания не выходили за допустимые пределы – 10 мм при длине планки 4,0 м (DIN 18318). Разница значений, полученных по всем участкам замера, варьируется в пределах 3-6 мм. В течение исследовательского периода не отмечено

существенных изменений. Установлено, что в случае устройства несвязного грунтового основания при одинаковых условиях не требуется минеральный несущий слой, при этом сохраняется требуемая DIN 18318 ровность поверхности – 10 мм.

Особый интерес привлекает отклонение поверхности от плоскости при связном грунте, который вследствие своего гранулометрического состава при значении Ev2, равном 7 МН МН/м² на момент устройства покрова имел очень низкие показатели. При давлении на грунт 0,007 кН/см² (0,7 кг/см²) диапазон измерения глубины продавливания достиг почти 20 мм.

Если рассматривать значения отклонений поверхности от плоскости для различных замерных участков на поверхности газонных



Густота растительного покрова на связном грунте осенью 2001 года.



Газонная решетка ТТЕ со смещением стыкового соединения летом 2002 года.

решеток, то становится очевидным, что на отметке 1,5 м, где нагрузка от движения транспорта практически вдвое больше, значение возросло с прежних 10 мм до 13,8 мм. Установленные DIN 18318 требования не соблюдаются. То же частично относится и к результатам на отметке 3,0 м, в то время как на отметке 4,5 м недопустимых отклонений не отмечалось.

Все же, в общем, результаты оказались вполне допустимыми, если учитывать, что для щебеночно-грунтового слоя допускается отклонение от плоскостности по планке длиной 4 м на 30 мм.



Густота растительного покрова на несвязном грунте осенью 2001 года.



Засыпка и грунтовое основание становятся площадью для разрастания корней.

Выводы

Полученные до настоящего времени результаты испытаний дали повод опробовать меры по стабилизации на четырех испытательных участках со связным грунтом при измененных условиях. Такие меры должны улучшить распределение нагрузки и при этом также обеспечить качество грунтового основания, необходимое для растительного покрова. Для этого был выполнен вариант со смещением стыкового соединения с дополнительным геолостом или без него. Остальные условия испытаний остались такими же.

До сих пор у этих конструкций не отмечалось отклонений поверхности от плоскости в результате движения транспорта, превышающих 10 мм. Установлено, что даже при весьма низкой несущей способности грунтового основания с учетом укладки со смещением стыкового соединения или дополнительным геолостом под выравнивающим слоем минеральный несущий слой не требуется.

Данное утверждение подкрепляется также результатами испытания, при которых создавалось давление на поверхность решеток. Результаты указаны на рис. 5. Испытание на сжатие проводилось сначала при уровне влажности почвы, эквивалентном обозначению на графике «высохшая». В результате давления на грунт в $0,05 \text{ кН/см}^2$ произошла его осадка прим. на 5-6 мм. После того как в течение 24 часов выпало 90 мм дождя, наблюдалась осадка грунта в 7-8

мм. Не установлено существенных отличий между вариантами «смещение стыкового соединения» и «смещение стыкового соединения + геолост».

Указанная глубина продавливания допускается и даже не превышает допустимые предельные значения, согласно DIN 18318 «Работы по строительству проезжих дорог – брусчатое, плиточное покрытие, ограждающие элементы», Германский комитет промышленных норм и стандартов DNA (2000), по которому допускается отклонение от требуемой высоты в 2 см или отклонение от плоскости на 1 см по планке длиной 4 м.

При сравнительных измерениях на традиционных покрытиях из бетонной брусчатки с или без сцепления на грунтовом основании со значением E_{v2} от 20 до 70 МН/м^2 , а также минеральном несущем слое толщиной 25-30 см и выравнивающим слое толщиной 5 см была установлена осадка на 1-1,5 мм при давлении на грунт $0,05 \text{ кН/см}^2$.

Практические советы

Исходя из результатов испытаний установлено, что газонные решетки исследованного вида являются отличной основой для зеленого покрова в строительстве автостоянок по методам, направленным на применение и сохранение растительности. В условиях нагрузки и при наличии несвязного грунтового основания минеральный несущий слой не требуется. По нашим оценкам, в случае использования связного грунта

значение E_{v2} , равное 10 МН/м^2 , вполне достаточно, чтобы надежно стабилизировать площадь стоянки для легковых автомобилей. При уплотнении грунта нельзя превысить 85 – 90 % коэффициент плотности по методу Проктора. Рекомендуется укладывать плиты со смещением стыкового соединения, использовать дополнительный геолост не обязательно. Проведенное исследование показало, что стоит разрабатывать альтернативные методы строительства и продумывать их не только со строительнотехнической, то также и с экологическотехнической точки зрения. В этой области предстоит провести еще много исследований.

Литература

Германский комитет промышленных норм и стандартов DNA (2000): DIN 18318 Работы по строительству проезжих дорог – брусчатое, плиточное покрытие, ограждающие элементы, издательство Beuth-Verlag, Берлин

Научно-исследовательское общество по дорожному строительству и транспорту FGSV (1994): Дополнительные технические условия и нормы по проведению земляных работ в зонах движения транспорта (ZT-VESStB), 1994

Научно-исследовательское общество по дорожному строительству и транспорту FGSV (1995): Дополнительные технические условия и нормы для несущего слоя в дорожном строительстве (ZTVT-StB), 1994

Научно-исследовательское общество по дорожному строительству и транспорту FGSV (1998): Инструкция по водонепроницаемому укреплению зон движения транспорта