

А. И. Смыковский, зав. лабораторией дорожных конструкций РУП «БелдорНИИ»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСЕТОК В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

The durability of asphalt concrete depends on stability of physical characteristics.

Strengthening of asphalt constructions by geonets is one of the methods to ensure roads long service life. More over the main parameter of capacity for work glass nets is their armed aptitude and ability for local reducing cohesions of pavement layers.

Working out the new methodic of definition parameters of capacity for work allow to define the most optimal material for using it in road building.

Прочность и долговечность дорожных покрытий определяются стабильностью физико-механических и химических свойств асфальтобетона и степенью их соответствия эксплуатационному режиму работы материала в составе конструкции.

Известно, что одной из важнейших эксплуатационных проблем является обеспечение трещиностойкости дорожных покрытий. Согласно данным, до 80% протяженности дорог имеют поперечные трещины, причем до 20% трещин являются сквозными, а ширина их раскрытия составляет более 5 мм [1]. Трещины прямым образом влияют на режим работы покрытия, приводя к очевидному ухудшению технико-эксплуатационных параметров дорожных одежд.

Армирование асфальтобетонных конструкций рулонными материалами является одним из методов обеспечения долговременной работоспособности дорожных одежд при их усилении.

Исследованиями, проводившимися в странах Западной Европы, США было установлено, что применение рулонных материалов в качестве армирующих прослоек (АП) позволяет не только снизить затраты на строительство за счет снижения материалоемкости работ, но и получить ожидаемый эффект в виде увеличения межремонтных сроков за счет улучшения технико-эксплуатационных показателей дорожных одежд [2].

Номенклатура применяющихся материалов геосеток широка. Используются как синтетические материалы, так и стекловолокно. Основным фактором, влияющим на выбор конкретного материала, является его термостойкость, а также устойчивость против воздействия агрессивных сред. Прочность на растяжение наряду с плотностью материала АП должна обеспечивать надежную работу геосетки в составе дорожной конструкции.

С целью улучшения требуемых характеристик в последнее время стали применять комбинированные материалы, представляющие собой плотную основу из синтетического полотна, прошитого сеткой нитей из стекловолоконного жгута.

Поиск оптимальных решений в этой области продолжается, и возможно получение новых материалов с улучшенными свойствами, позволяющими использовать их в более широком эксплуатационном диапазоне.

В Республике Беларусь вопросами трещиностойкости асфальтобетона, и в частности снижения образования отраженных трещин, занимался д-р техн. наук Яромко В. Н., разработки которого были применены при реконструкции автомобильной дороги М1/Е30 [3]. В ходе экспериментальной апробации было отмечено, что в сложившихся эксплуатационных условиях материалы трещинопрерывающих прослоек, использованных для усиления существующих покрытий, не всегда дают нужный эффект. Применение для опытного строительства широкой гаммы материалов при небольшой длине устраиваемых участков приводило к несопоставимости результатов.

Вследствие возникновения проблем при организации и производстве опытных работ по применению АП насущной необходимостью явилась разработка оптимальных лабораторных методов контроля работоспособности трещинопрерывающих прослоек.

Существующие методы лабораторного определения пригодности рулонных материалов и стеклосеток не моделируют реальной работы дорожных конструкций, а позволяют получить лишь ограниченный набор контролируемых параметров, что сказывается на объективности выводов.

Например, специалистами фирмы «Huesker» (ФРГ) [4] предложена методика, в соответствии с которой определяют прочностные показатели дорожных покрытий, армированных геосетками, при испытании балочек из асфальтобетона на трехточечный изгиб. Были определены механические свойства образцов, а затем на основе физической модели при использовании метода конечных элементов построены расчетные кривые. По ним можно определить сроки службы армированных дорожных покрытий, а также с большой долей уверенности говорить о том, что армированное покрытие служит в 3–4 раза дольше без разрушения, чем неармированное [4].

Основным недостатком данной методики можно назвать то, что лабораторная схема испытания при трехточечном изгибе армированных дорожных покрытий не соответствует работе покрытия в натуральных условиях, поскольку не учитывает, что критическое состояние конструкции наступает в зимний период при резком охлаждении покрытия. В этом случае весь слой усиления дорожной одежды работает на внецентренное растяжение [5]. В зимних условиях эксплуатации, когда и происходит активное появление отраженных трещин, дорожное покрытие работает при воздействии на него растягивающих напряжений, которые действуют по всей толщине слоя усиления [5]. По испытательной схеме «Hüesker» балочка работает на изгиб, при этом в нижней зоне создаются растягивающие напряжения, а в верхней зоне – сжимающие. Армирующая прослойка расположена вблизи нейтральной линии образца и мало влияет на работоспособность балочки. По этой модели весьма проблематично определить влияние параметров работоспособности армирующих прослоек на прочностные характеристики дорожных покрытий, выбрать оптимальное их соотношение и стандартизировать их.

Наиболее приближенным к нашим условиям эксплуатации дорожных конструкций является метод, разработанный в ГП «РосдорНИИ» [6]. Метод объективен, нагляден и дает возможность получить результаты, наиболее приближенные к реальным. К недостаткам можно отнести упрощенное воспроизведение работы дорожной конструкции в виде лабораторной модели, получение параметров, используемых только для определенного расчета и непригодных для иных методик.

На основании анализа работы дорожных асфальтобетонных покрытий в РУП «БелдорНИИ» была создана новая лабораторная методика определения параметров работоспособности геосеток и специальное устройство для ее осуществления [7]. Суть этой методики в следующем.

Основным параметром, определив который можно уверенно говорить о пригодности использования АП в дорожном строительстве, принимаем их армирующую способность, которую можно определить через отношение прочностных показателей армированного покрытия к неармированному с получением коэффициента усиления покрытия (K_a). Способность локально снижать сцепление старого покрытия и слоя усиления определяется коэффициентом сцепления (f), который определяется как отношение показателей деформации армированного покрытия к неармированному.

Для осуществления этого способа предложено устройство, общий вид которого изображен на рис. 1.

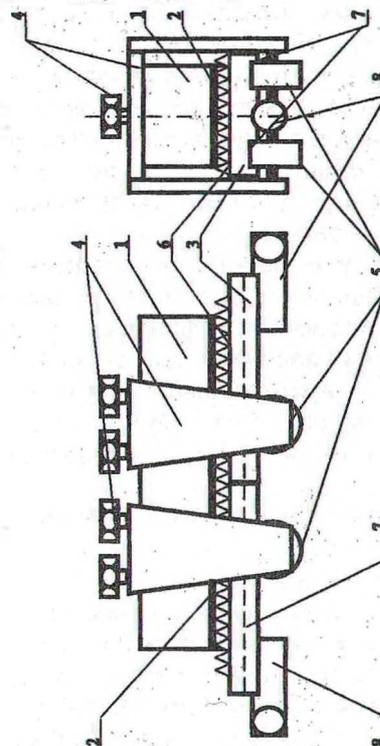


Рис. 1. Схема испытательного устройства:
1 – асфальтобетонный образец; 2 – образец геосетки;
3 – раздвижные детали; 4 – прижимные части;
5 – подшипниковые ролики-опоры;
6 – шероховатости; 7 – пазы; 8 – цанги

Лабораторное устройство включает асфальтобетонный образец 1 с испытываемой геосеткой 2 или без нее, раздвижные детали 3 и прижимные части 4. Отличительной особенностью устройства является то, что каждая прижимная часть снабжена опорой в виде шарикоподшипникового ролика 5, а металлические раздвижные детали имеют искусственную шероховатость 6, при этом раздвижные детали с пазами 7 для свободного перемещения в плоскости испытания образца относительно опор в виде шарикоподшипниковых роликов позволяют испытать его на внецентренное растяжение.

Эффект испытания на внецентренное растяжение достигается тем, что прижимные части жестко обжимают верхнюю часть образца, в то время как растягивающее усилие заставляет раздвижные детали путем сцепления шероховатостей с опорной гранью образца передавать нагрузку на геосетку, вызывая ее деформацию. Относительно нейтральной линии образца нагрузка прилагается с эксцентриситетом, а создающийся момент сил приводит к внецентренному растяжению образца.

Определение работоспособности АП состоит в моделировании температурных напряжений в слое усиления дорожных одежд путем передачи от разрывной машины и измерения минимальных усилий, разрушающих серии специально

<i>Хателит</i>	ПЭС	1,85	0,84
<i>Традекс</i>	ПЭФ	1,75	0,75
<i>СПАП</i>	ПА	1,58	0,92
<i>ССШ-160</i>	СВ	1,45	0,86

Примечание. СВ – стекловолокно; ПП – полипропиленовое волокно; ПЭС – полиэстерное волокно; ПЭФ – полиэфирное волокно; ПА – полиамидное волокно.

изготовленных асфальтобетонных образцов (в дальнейшем – образцов) при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки. Также измеряется линейная деформация образцов и вычисляются напряжение в материале образцов при этих усилиях в предположении его упругой работы и абсолютная деформация образцов.

Получаемые данные необходимы для расчета коэффициента усиления покрытия (K_a), а также для расчета коэффициента сцепления (f) между слоями дорожной конструкции.

Образцы изготавливают и испытывают сериями. Число образцов в серии принимают равным шести, три из которых – основные, а три – контрольные.

Основные образцы изготавливают с армирующей прослойкой, а контрольные образцы готовят без ее укладки.

Испытания как основных, так и контрольных образцов проводят с одинаковыми требованиями.

По каждой серии основных образцов получают среднее значение прочностных показателей асфальтобетона R_{oc} , по каждой серии контрольных образцов – среднее значение прочностных показателей асфальтобетона R_k .

По полученным данным рассчитывают коэффициент усиления покрытия (K_a) для каждого рулонного материала, использующегося в качестве АП, по формуле

$$K_a = \frac{R_{oc}}{R_k} \quad (1)$$

Также получают и коэффициент сцепления слоев (f), который вычисляется как отношение величины абсолютного удлинения нижних граней контрольных образцов (Δl_k) к величине абсолютного удлинения нижних граней основных образцов (Δl_{oc}) в каждой серии по формуле

$$f = \frac{\Delta l_k}{\Delta l_{oc}} \quad (2)$$

Более работоспособной и пригодной для дальнейшей эксплуатации является та геосетка, коэффициент усиления покрытия K_a которой наибольший при наименьшем коэффициенте сцепления слоев f .

По данной методике был испытан ряд материалов АП, применяющихся в дорожной отрасли. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1
Расчетные значения параметров работоспособности геосеток K_a и f

Наименование геосетки	Материал геосетки	K_a	f
<i>Армдор</i>	СВ	1,95	0,76
<i>ССДор-200</i>	СВ	1,93	0,79
<i>Арматекс</i>	ПП	1,90	0,72

Применение полученных результатов испытаний на практике позволило определить наиболее оптимальные материалы для применения в качестве АП при капитальном ремонте автомобильной дороги М1/Е30 (участок Козловичи – Тельмы).

Из имеющихся в наличии была выбрана сетка ПО «Стекловолокно» ССДор-200, параметры работоспособности которой не ниже, чем у европейских образцов.

Опытные работы включали использование мероприятий, устраняющих отраженные трещины и устройство контрольного участка, отремонтированного по традиционной технологии.

Конструкция дорожной одежды устраивалась по специальной технологии с использованием имеющихся средств механизации.

Опытный участок состоял из 4 опытных секций (см. рис. 2).

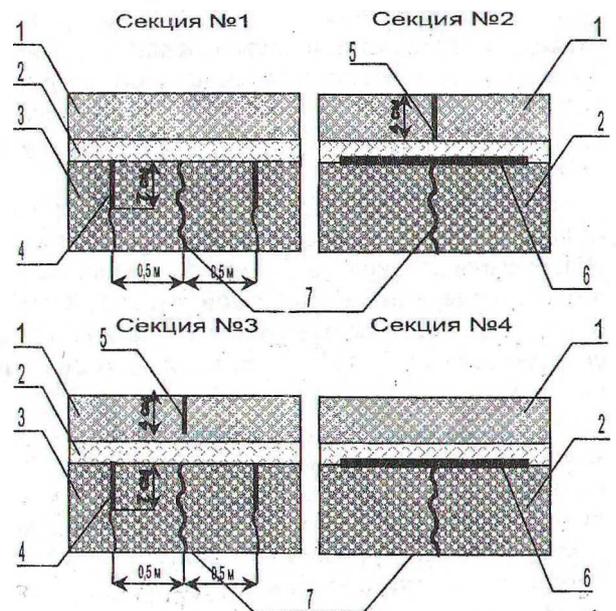


Рис. 2. Опытные дорожные конструкции:

1, 2 – асфальтобетонный слой усиления; 3 – существующее покрытие; 4 – прорезы в существующем покрытии; 5 – деформационный шов; 6 – стеклосетка; 7 – трещина

Секция № 1 представляла собой участок, где проведено разделение существующего покрытия на более мелкие блоки путем устройст-

ва прорезей с обеих сторон от температурной трещины на расстоянии 0,5 м [8].

Секция № 2 включала армирующую прослойку из стеклосетки «ССДор-200». Параметры работоспособности стеклосетки: коэффициент усиления покрытия $K_a = 1,93$, коэффициент сцепления слоев $f = 0,79$.

Конструкция слоя усиления на секции № 2 отличалась тем, что в новом покрытии над температурными трещинами в существующем покрытии создали прорезы на глубину 4 см и залили их мастикой.

На секции № 3 было произведено разделение существующего покрытия на более мелкие блоки для снижения растягивающих напряжений, возникающих при низких температурах в старом асфальтобетоне и передающихся на слой усиления. Устройство прорезей производилось на расстоянии, равном 0,5 м с обеих сторон от температурной трещины. Затем в новом покрытии устраивали деформационный шов над трещиной в старом покрытии.

Секция № 4 включала армирующую прослойку из стеклосетки без нарезки деформационных швов в новом асфальтобетонном покрытии.

На соседнем участке (контрольном) ремонт был устроен по традиционной технологии (наращивание толщины слоев асфальтобетонного покрытия).

Толщина асфальтобетонного слоя усиления на данном участке, рассчитанная с использованием параметров работоспособности примененной стеклосетки, составила 8 см с верхним слоем покрытия из мелкозернистого асфальтобетона типа «А» [9].

Таблица 2

Результаты обследования опытного участка

№ п/п секции	Длина участка, м	Кол-во трещин, шт.	Проявившиеся трещины, %	Шаг трещин, м	Макс. ширина трещин, см
Участок покрытия до ремонта					
	335	108	—	3,5	1,17
Участок после ремонта					
№ 1	50	4	29	12,5	0,2
№ 2	85	2	8	42,5	0,03
№ 3	50	2	14	25,0	0,05
№ 4	100	3	10	33,3	0,05
Контр.	50	5	36	10,0	0,3

В процессе эксплуатации опытного участка дороги проводилось систематическое наблюдение за состоянием покрытия, наличием и развитием температурных трещин (см. табл. 2).

Армирование асфальтобетонных покрытий геосетками позволяет снижать возникающие температурные напряжения, погашая их в высокомодульном материале геосетки и перераспределяя по площади армирования. Это нормализует режим работы покрытия, повышает надежность дорожной конструкции.

Литература

1. Кретов В. А., Крамер Е. Л., Руденский А. В. Отраженное трещинообразование в асфальтобетонных покрытиях // Наука и техника в дорожной отрасли. — М., 1998. — № 1. — С. 3–6.
2. Мерзлякин А. Е., Гладков В. Ю., Гамеляк И. П. Армирование асфальтобетонных покрытий с помощью прослоек // Автомобильные дороги. — М., 1990. — Вып. 5. — С. 6–20.
3. Яромко В. Н. Реабилитация дорожных покрытий. — Минск: БелдорНИИ, 2002. — 106 с.
4. Армирование асфальтобетона // Буклет фирмы «Hüesker», Gescher, 2001.
5. Салль А. О. Оценка температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий // Автомобильные дороги. — М., 1988. — № 2. — С. 11–12.
6. Перков Ю. Р., Фомин А. П. Применение трещинопрерывающих прослоек из геотекстильных материалов при усилении дорожной одежды: Сб. науч. тр. ГП РосдорНИИ. Вып. 8. — М., 1996. — С. 109–117.
7. Смыковский А. И. Методика определения работоспособности армирующих прослоек и использование результатов испытаний при расчете конструкций усиления дорожных одежд нежесткого типа по критерию их температурной трещиностойкости: Вестник БГТУ № 1. — Брест 2004. — С. 226–228.
8. Корюков В. П., Смыковский А. И. Заявка Республики Беларусь № А 20020789 на изобретение. Способ усиления нежестких дорожных одежд (приоритет РУП «БелдорНИИ» от 27 сентября 2002 г.)
9. СТБ 1033-96 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. — Минск: Минстройархитектуры. — 1996. — 34 с.