

К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ АСФАЛЬТОБЕТОНА, АРМИРОВАННОГО ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ

ON THE ISSUE OF LABORATORY STUDY OF ASPHALT CONCRETE SPECIMEN REINFORCED WITH GEOSYNTHETICS

В статье рассмотрены отдельные результаты лабораторных исследований свойств образцов асфальтобетона, армированного прослойками из полиэфирных геосеток, а также геосеток из базальтового волокна и стекловолокна.

The article considers some results of the laboratory study of properties of asphalt concrete specimen reinforced with sandwiched layers of polyether geonets, and geonets of basalt fiber and glass fiber.



Д. В. Кошелев,
инженер республиканского
дочернего унитарного
предприятия «Белорусский
дорожный научно-
исследовательский институт
«БелдорНИИ»,
г. Минск, Беларусь

Д. Г. Игошкин,
заместитель начальника
управления республиканского
дочернего унитарного
предприятия «Белорусский
дорожный научно-
исследовательский институт
«БелдорНИИ»,
г. Минск, Беларусь

С. Е. Кравченко,
кандидат технических наук,
заведующий кафедрой
«Строительство
и эксплуатация дорог»
Белорусского национального
технического университета,
г. Минск, Беларусь

В. В. Штабинский,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
республиканского дочернего
унитарного предприятия
«Белорусский дорожный
научно-исследовательский
институт «БелдорНИИ»,
г. Минск, Беларусь

Введение

В связи со значительным увеличением транспортных нагрузок и повышением требований к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильных дорог армирование конструкций дорожных одежд становится актуальной задачей. В настоящее время построены тысячи километров дорог в США, Канаде, Китае, странах Западной Европы, армированных различными геосинтетическими материалами.

Нельзя не отметить, что в России армирование в последние годы также стало широко применяться при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог и аэродромов в различных регионах, в том числе с суровыми климатическими условиями.

В Республике Беларусь также разработана и широко внедрена на дорогах высших категорий технология армирования несущих слоев оснований дорожных одежд [1]. Однако армирование верхних слоев покрытий дорожной одежды пока еще не получило в республике должного распространения, что можно объяснить отсутствием необходимой нормативной базы.

В настоящее время в государственном предприятии «БелдорНИИ» проводятся исследования по разработке конструкций и технологии ремонта дорожных покрытий с использованием прослоек из армирующих геосинтетических материалов (АГМ), результатом которых на первом этапе будет разработка дорожного методического документа.

Для выбора АГМ должны быть разработаны методы лабораторных исследований, которые позволили бы из предлагаемых на рынке выбрать тот материал, который будет способствовать выполнению поставленных целей по армированию дорожной конструкции.

Однако в настоящее время отсутствуют стандартные методы испытаний асфальтобетонных образцов, армированных геосинтетическими материалами, что требует на первом этапе разработки новых методик испытаний. В данной статье авторами представлены разрабатываемые в БелдорНИИ методы оценки влияния армирующих прослоек на отдельные свойства асфальтобетона дорожных покрытий.

Исследование влияния армирующих материалов на сдвигоустойчивость асфальтобетона при высоких температурах

Колееобразование на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог представляет серьезную угрозу для безопасности дорожного движения. Несмотря на широкое применение современных сдвигоустойчивых материалов для устройства верхних слоев дорожных покрытий, протяженность участков автомобильных дорог с пластическими деформациями увеличивается.

Исследователи выделяют три вида колееобразования [2]:

- пластическое, которое происходит из-за накопления незначительных сдвиговых деформаций, в основном в верхнем слое покрытия;
- абразивное, образующееся под истирающим воздействием шин автомобилей, особенно шипованных;
- колееобразование по всей толщине дорожной одежды вследствие ее недостаточной прочности, в том числе несущего слоя.

В условиях Республики Беларусь в связи с широким внедрением щебеночно-мастичных асфальтобетонов и малой популярностью шипованной резины первые два вида колееобразования встречаются редко и вызваны, в основном, нарушениями технологии устройства покрытий или неверными проектными решениями.

Армирование дорожных конструкций – это способ предотвращения третьего вида колееобразования – по всей толщине дорожной одежды.

Для устранения дефектов в виде колеи требуются значительные финансовые и материальные средства. К сожалению, чаще всего эти средства используются неэффективно: ремонт участков с пластическими деформациями сводится к выравниванию существующего покрытия и укладке нового слоя асфальтобетона. Однако не принимаются во внимание причины образования колеи, что приводит к повторному появлению пластических деформаций на свежееотремонтированных участках автомобильных дорог.

Колея обычно образуется на поверхности асфальтобетонных покрытий при высокой температуре воздуха в крайних правых полосах движения, где проезжает максимальное число грузового и общественного транспорта с низкой скоростью движения. При этом необратимые пластические деформации происходят зачастую и в нижних слоях асфальтобетона. Поэтому очень важно при ремонте автомобильных дорог обеспечить достаточную сдвигоустойчивость не только верхних, но и нижних слоев асфальтобетонного покрытия [3].

Асфальтобетон верхнего слоя основания и нижнего слоя покрытия длительное время эксплуатируемых дорог и улиц имеет значительную толщину. На магистральных дорогах, а также в крупных населенных пунктах общая толщина асфальтобетонного «пирога» достигает полуметра. Для замены этих слоев современными сдвигоустойчивыми асфальтобетонами требуются огромные материальные затраты.

Поэтому необходимо увеличить сдвигоустойчивость существующих нижних слоев покрытий без замены асфальтобетона.

Данная задача может решаться различными способами, одним из которых является армирование асфальтобетонных покрытий геосинтетическими материалами.

С целью оценки эффективности применения различных геосеток для предотвращения пластических деформаций нижних слоев асфальтобетонного покрытия в условиях Республики Беларусь в 2014 году в государственном предприятии «БелдорНИИ» [4] были проведены работы по изучению их влияния на сдвигоустойчивость асфальтобетона.

Лабораторные исследования влияния армирующей прослойки на физико-механические свойства асфальтобетона типа Б проводились с использованием геосетки стеклянной (25 × 25 мм) (ГССТ), геосетки полиэфирной (45 × 45 мм) (ГП) и базальтовой сетки дорожной (25 × 25 мм) (БСД). Все геосетки имеют специальное покрытие.

Асфальтобетонные образцы для испытаний изготавливались на установке гираторного типа, представленной на рисунке 1. Данная установка имитирует уплотнение асфальтобетона катком.

Асфальтобетонная смесь уплотнялась в цилиндрической форме при давлении 1,27 МПа за 150 оборотов. Угол наклона вертикальной оси составлял 1,3°.

Температурные режимы перемешивания и уплотнения соблюдались в соответствии с действующими нормативными документами.



Рисунок 1 – Установка гираторного типа

Для того, чтобы определить насколько сильно армирование асфальтобетона различными геосетками влияет на пластические деформации нижнего слоя покрытия, его изготавливали из асфальтобетона, подверженного пластическим деформациям.

Составы асфальтобетонных смесей представлены в таблице 1.

Изготовление образцов производилось в следующем порядке:

- укладывался и уплотнялся нижний слой асфальтобетона толщиной 3 сантиметра из смеси, подверженной пластическим деформациям;

- далее этому слою давали остыть до температуры окружающего воздуха, после чего на поверхность укладывалась геосетка;

- затем укладывался и уплотнялся верхний слой асфальтобетона толщиной 3 сантиметра.

Так же изготавливали контрольные образцы для сравнительных испытаний без армирующей прослойки из геосетки.

Конструкции асфальтобетонных образцов представлены в таблице 2.

Исследование асфальтобетона на устойчивость к пластическим деформациям при высоких температурах проводилось в соответствии с методикой, приведенной в ДМД 02191.9.005 [5].

Предлагаемая методика предназначена для оценки свойств асфальтобетонной смеси, влияющих на сдвигоустойчивость дорожного покрытия.

Сущность метода испытаний заключается в измерении глубины колеи в асфальтобетонном образце после про-

ведения циклического воздействия колесной нагрузки по одному следу при температуре 50 °С.

Результаты испытаний асфальтобетона на установке циклического нагружения представлены в таблице 3 и на рисунках 2 и 3.

Таблица 1 – Составы асфальтобетонных смесей

Наименование материала	Содержание в смеси, %	
	Тип Б (верхний слой образца)	Тип Б (нижний слой образца)
Щебень фр. 5–10 мм	45	45
Отсев из материалов дробления	27	27
Песок природный 1 класса	20	20
Минеральный порошок	8	8
Битум 70/100 (сверхминеральной части)	6,0	7,0

Таблица 2 – Конструкции асфальтобетонных образцов

Наименование слоев	Серии образцов			
	Образцы серии № 1	Образцы серии № 2	Образцы серии № 3	Образцы серии № 4
Верхний слой 3 см	Тип Б, 6 % битума	Тип Б, 6 % битума	Тип Б, 6 % битума	Тип Б, 6 % битума
Армирующая прослойка	-	Геосетка БСД	Геосетка ГССТ	Геосетка ГП
Нижний слой 3 см	Тип Б, 7 % битума	Тип Б, 7 % битума	Тип Б, 7 % битума	Тип Б, 7 % битума

Таблица 3 – Результаты испытаний образцов на устойчивость к появлению пластических деформаций

Количество проходов колеса по одному следу	Величина деформации, мм			
	Образцы серии № 1 (без армирования)	Образцы серии № 2 (армированные геосеткой БСД)	Образцы серии № 3 (армированные геосеткой ГССТ)	Образцы серии № 4 (армированные геосеткой ГП)
500	1,30	0,39	1,58	1,65
1000	1,63	0,61	1,75	1,94
2000	2,00	0,73	1,90	2,00
6000	2,88	0,81	2,11	2,78
10 000	3,60	0,95	2,30	2,98
15 000	4,29	1,14	2,52	3,06
20 000	4,82	1,21	2,62	3,46
25 000	5,07	1,25	2,77	3,71
30 000	5,31	1,28	2,90	4,03

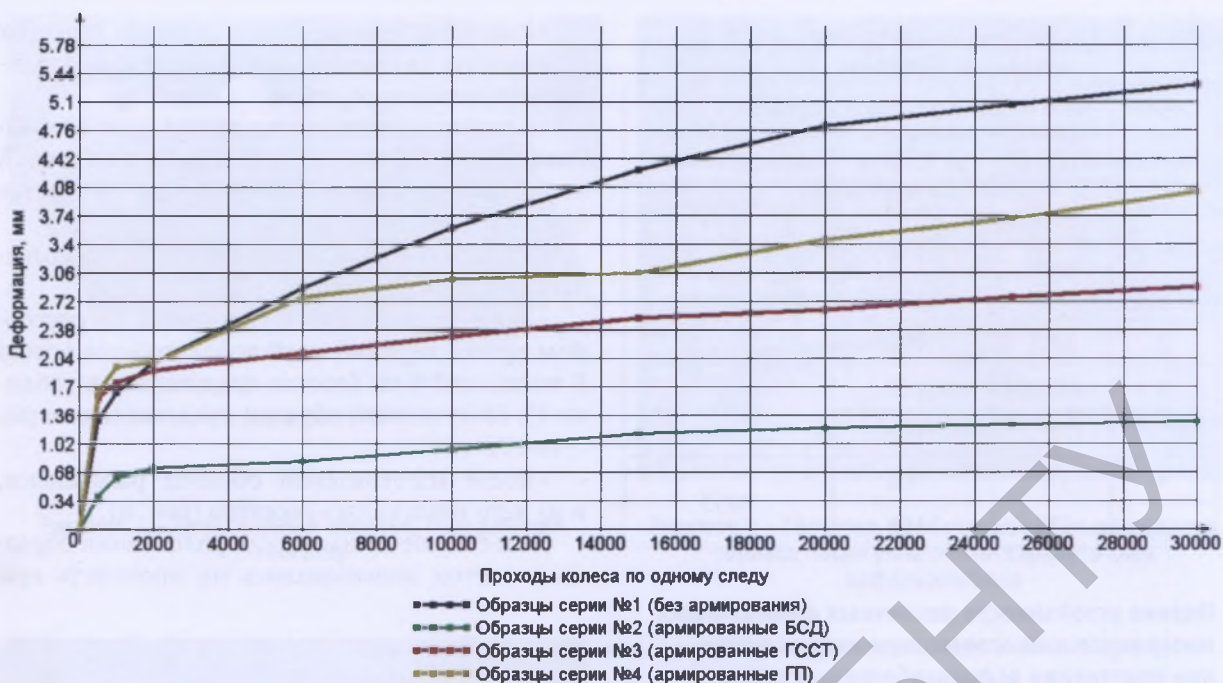


Рисунок 2 – Результаты испытаний образцов на устойчивость к появлению пластических деформаций

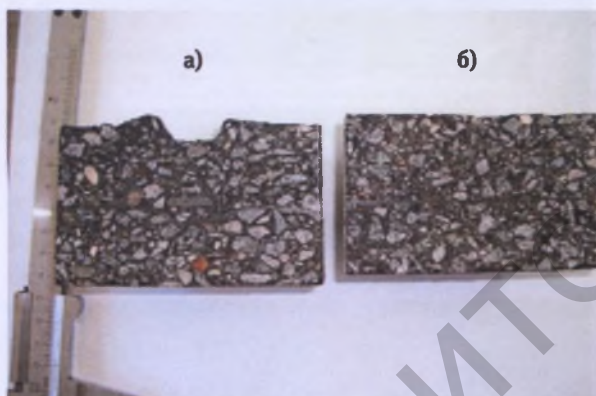


Рисунок 3 – Образцы после испытания на устойчивость к появлению пластических деформаций:
а) образец серии № 1 (без армирования);
б) образец серии № 2 (армированный БСД)

Исследование влияния армирующей прослойки на значение модуля жесткости асфальтобетона

Цель данного испытания – определение модуля жесткости асфальтобетона, полученного при вертикальном нагружении образца асфальтобетона по схеме, представленной на рисунке 4, при заданном боковом расширении. Испытание носит циклический характер (осуществляется по пять приложений нагрузки по двум диаметрам образца) при кратковременном приложении нагрузки.

Испытания образцов проводили на установке «Nottingem».

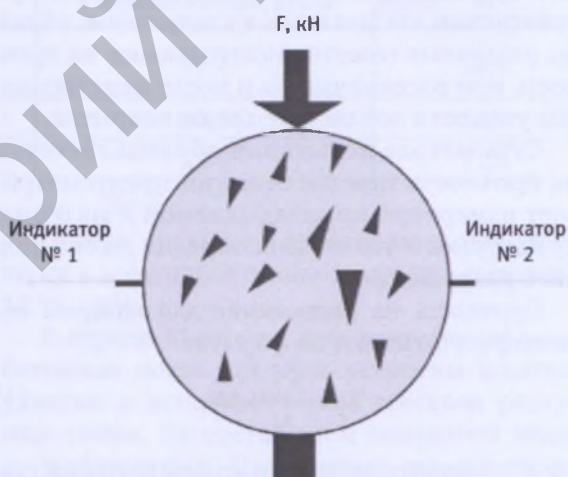


Рисунок 4 – Схема нагружения образца

Установка «Nottingem» представляет собой испытательную камеру, способную поддерживать температуру от минус 12 °С до 60 °С во время всего периода испытания, и нагружающее устройство.

Температура испытаний составляла 20 ± 2 °С.

Результаты определения модуля жесткости представлены в таблице 4.

Анализ полученных данных показывает, что наибольшей жесткостью при температуре 20 °С обладает конструкция с использованием базальтовой геосетки. Данные испытаний показывают, что использование различных геосеток может повысить жесткость асфальтобетона на 40 %–100 %.

Таблица 4 – Модуль жесткости асфальтобетона

Образцы серии	Используемая геосетка	Модуль жесткости при 20 °С, МПа	Среднее значение модуля жесткости при 20 °С, МПа
1	-	1678	1817
1	-	1956	
2	БСД	3381	3666
2	БСД	3950	
3	ГССТ	2269	2409
3	ГССТ	2548	
4	ГП	1908	2033
4	ГП	2158	

Оценка устойчивости различных армирующих материалов к многократным нагрузкам при уплотнении асфальтобетонных слоев

Методика оценки устойчивости армирующих прослоек к многократным нагрузкам при уплотнении заключалась в следующем: образцы различных геосеток испытывались на прочность при растяжении до и после моделирования укладки в асфальтобетонное покрытие.

Суть метода испытания образца геосетки на прочность при растяжении предусматривает измерение прикладываемой к материалу нагрузки и удлинения образца до его полного разрушения.

Прочность на растяжение для каждого образца рассчитывают по формуле

$$T_i = \frac{F_{\max i}}{N_{si}} N_t, \quad (1)$$

где $F_{\max i}$ – значение максимальной нагрузки при разрыве образца, кН;

N_{si} – число растягиваемых элементов (ребер) в поперечном сечении испытываемого образца, шт.;

N_t – расчетное число элементов (ребер) на ширине 1 м испытываемого материала, шт./м, определяли по формулам:

- при испытании материала в продольном направлении

$$N_{tl} = \frac{1000}{B};$$

- при испытании материала в поперечном направлении

$$N_{tb} = \frac{1000}{A},$$

где A и B , соответственно, средний размер ячейки материала по длине и ширине, мм.

Моделирование процесса укладки геосеток в покрытие автомобильной дороги производилось следующим образом:

- с помощью секторного пресса (рис. 5) в оптимальном режиме уплотнялся нижний слой асфальтобетона типа Б толщиной 4 см (состав представлен в таблице 1);

- на нижний слой асфальтобетона укладывалась геосетка (рис. 6);

- далее укладывался и уплотнялся на секторном прессе верхний слой асфальтобетона типа Б толщиной 4 см (состав представлен в таблице 1). Полученный образец представлен на рисунке 7;

- после изготовления образец разрушался, и из него извлекалась геосетка (рис. 8).

Далее извлеченные после уплотнения образцы геосеток испытывались на прочность при



Рисунок 5 – Секторный пресс, моделирующий уплотнение асфальтобетонной смеси катком



Рисунок 6 – Геосетка, уложенная на нижний слой асфальтобетона



Рисунок 7 – Двухслойный образец, содержащий геосетку

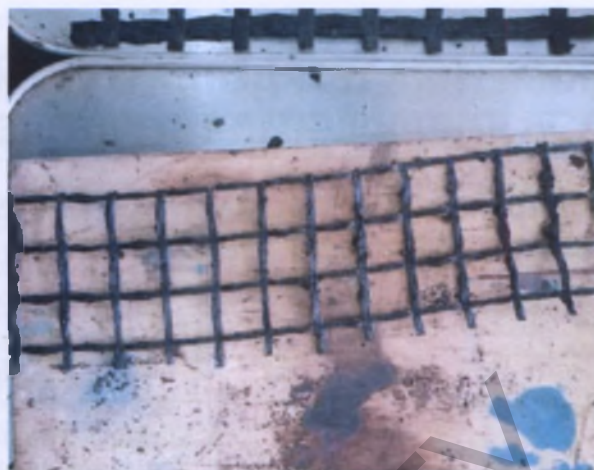


Рисунок 8 – Геосетка, извлеченная из разрушенного образца после уплотнения верхнего слоя асфальтобетона

Таблица 5 – Результаты испытаний различных геосеток на прочность после многократных нагрузок при уплотнении

Наименование геосетки	Предел прочности при растяжении, кН/м	Предел прочности при растяжении после уплотнения в асфальтобетоне, кН/м	Потеря прочности после уплотнения, %
Базальтовая сетка дорожная (25 × 25 мм)	41,2	36,1	12,4
Геосетка стеклянная (25 × 25 мм)	38,7	33,3	12,9
Геосетка полиэфирная (45 × 45 мм)	37,2	32,9	11,6

растяжении. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

Заключение

Применение геосеток в качестве армирующей прослойки в асфальтобетонном покрытии позволяет значительно повысить устойчивость покрытия к образованию колеи при высоких температурах, повысить жесткость и увеличить общую несущую способность дорожной одежды.

Потеря прочности геосетками после укладки их в асфальтобетонное покрытие составляет 12 %–13 %.

В городе Могилеве при ремонте асфальтобетонных покрытий улиц устроены опытные участки с использованием геосеток различных типов. За состоянием покрытий ведется наблюдение. Полученные результаты позволяют уточнить область применения геосеток, их эффективность и разработать рекомендации для проектных и строительных организаций. ➔

Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению геосинтетических материалов в нижних слоях нежестких дорожных одежд: ДМД 02191.2.045-2011. – 69 с.
2. Позняк, М. К. О колееобразовании на автомобильных дорогах // Дороги содружества. – 2008. – № 4.
3. Кирюхин, Г. Н., Смирнов, Е. А. Решающая роль факторов. Что влияет на устойчивость к колееобразованию нижних слоев асфальтобетонных покрытий // Автомобильные дороги. – 2012. – № 2. – С. 101–103.
4. Исследование и разработка конструкций и технологии ремонта дорожных покрытий с использованием прослоек из армирующих материалов: отчет о НИР / государственное предприятие «БелдорНИИ». – Минск, 2014.
5. Рекомендации по обеспечению структурной устойчивости асфальтобетона в условиях современных транспортных нагрузок: ДМД 02191.9.005-2008.

Статья поступила в редакцию 03.11.2014