

УДК 625.8

ВЛИЯНИЕ УСЛОВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА РАСЧЕТ УСИЛЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ОСНОВАНИЙ

Г.М. Левашов, В.В. Сиротюк, О.А. Рычкова
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия.

Аннотация. Деформативность геосинтетических материалов, георешеток в частности, является одним из основных показателей, которые требуется определять по ГОСТ 56388-2015. Показатели деформативности требуются и при расчетах дорожных конструкций, усиленных георешетками. В статье приводятся результаты испытаний, подтверждающие необходимость экспериментального определения условного показателя деформативности для каждого вида георешеток для назначения достоверных значений коэффициентов усиления дискретных оснований.

Ключевые слова: георешетка, относительная деформация, условный показатель деформативности, коэффициенты усиления дискретных оснований.

Введение

На сегодняшний день основным конструктивным мероприятием, повышающим прочность и долговечность дорожных одежд автомобильных дорог, является армирование их конструкций геосинтетическими материалами. Анализ результатов отечественных и зарубежных исследований показывает, что армирование дискретных слоев дорожной одежды снижает величину активных напряжений сдвига, возникающих в грунтовом слое, а так же увеличивает модуль деформации на поверхности армированного слоя. Однако использование геосинтетических материалов не всегда приводит к положительным эффектам при строительстве армированных конструкций дорожных одежд. Стоит отметить отсутствие единого подхода к вопросам выбора эффективных геосинтетических материалов и конструирования армированных дорожных одежд. Существующие методики расчета не в полной мере позволяют оценить влияние армирующих прослоек на прочностные и деформационные характеристики дорожных одежд.

Оценка деформативных характеристик георешеток

Эффективность применения геосинтетических материалов при выполнении функции армирования, характеризуется показателями прочности и деформативности армирующих материалов:

- прочность при растяжении в продольном (поперечном) направлении R_R ;
- относительная деформация при максимальной нагрузке в продольном (поперечном) направлении ε_R ;

– условный показатель деформативности в продольном (поперечном) направлении E' при определенной деформации.

Данный подход используется в нормативном документе ГОСТ Р 56338-2015 [1], устанавливающим технические требования к геосинтетическим материалам, используемым для усиления (армирования) дискретных (щебеночных, гравийных, песчаных и т.п.) слоев дорожной одежды. В этом документе нормируется не только номинальная (максимальная) прочность геосинтетического материала, но и напряжения в материале при относительном удлинении 2 %, 5 % и 10 %.

Для расчета дорожных одежд из зернистых материалов, армированных геосинтетическими материалами, используют ОДМ 218.5.002-2008 [2]. По существующей практике конструирования и расчета дорожных одежд принято, что введение в конструкцию дорожной одежды георешетки позволяет усилить дорожную одежду и предупредить взаимопроникновение материалов контактирующих слоев.

Следует отметить, что в соответствии с Поручением ФДА (Росавтодор) № ИГ-1/49 от 02.12.2014 г. при входном контроле качества геосинтетической продукции в обязательном порядке производится оценка прочностных и деформативных характеристик только по двум показателям:

- прочность при растяжении в продольном (поперечном) направлении R_R ;
- относительная деформация при максимальной нагрузке в продольном (поперечном) направлении ε_R .

Методы определения этих показателей нормирует ГОСТ Р 55030-2012 [3].

В рамках входного контроля нами определялась прочность трех проб

георешеток при растяжении и их относительное удлинение при максимальной нагрузке (табл.1).

Таблица 1 – Результаты испытаний георешеток

Наименование показателя	Нормативные требования		Фактическое значение		
	по ОДМ 218.5.002-2008	по ГОСТ Р 56338-2015	Производитель №1 проба №1	Производитель №2 проба №2	Производитель №3 проба №3
Прочность материала при растяжении, кН/м	не менее 20	не менее 30	49,9	42,9	44,0
Относительное удлинение при максимальной нагрузке, %	не более 15	не более 20	16,6	11,1	14,1

По результатам проведенных испытаний можно сделать заключение, что оцениваемые геосинтетические материалы по прочностным и деформативным характеристикам соответствуют требованиям ГОСТ Р 56338-2015 [1] и могут быть использованы при устройстве армирующих прослоек в основаниях дорожных одежд.

Однако, кроме номинальных (максимальных) прочностных характеристик, практический интерес представляет условный

модуль деформативности этих материалов при определенном удлинении. На основании данного параметра в соответствии с ОДМ 218.5.002-2008 [2] назначаются коэффициенты усиления. Величина условного модуля деформативности назначается по этому документу в соответствии с маркой георешетки, которая зависит от ее номинальной (максимальной) прочности (табл. 2).

Таблица 2 – Расчетные параметры георешеток

Марка георешетки	Прочность материала при растяжении, не менее, кН/м	Относительное удлинение в продольном / поперечном направлении при максимальной нагрузке, не более, %	Условный показатель деформативности при относительном удлинении 2%
СД-20	20	18 / 15	350
СД-30	30	18 / 15	525
СД-40	40	18 / 15	700

Наши исследования показывают, что в настоящее время сложилась парадоксальная ситуация: расчет дорожной одежды с прослойкой из георешетки при проектировании производится по одним параметрам [2], а приобретаемая геосинтетическая продукция оценивается (на этапе входного контроля качества) по другим параметрам [1]. Таким образом, при выполнении действующих нормативно-методических документов нельзя гарантировать обеспечение требуемой несущей способности и надежности дорожной одежды, усиленной геосинтетическим материалом.

Проиллюстрируем вышеуказанный тезис результатами конкретных испытаний (табл.3, рис.3). Испытания показали, что, не смотря на то, что при входном контроле качества все три пробы материала признаны соответствующими требованиям

национального стандарта, при более детальном изучении прочностных характеристик оцениваемых материалов можно сделать вывод, что георешетка с наименованием «проба №1» не соответствует требованиям нормативной документации. При самой большой прочности при растяжении из испытанных проб (см. табл.1), а она выше чем требования ГОСТ Р 56338-2015 [1] на 66 % и на 150 %, соответственно, выше требований ОДМ 218.5.001-2008 [2], данный материал не соответствует по характеристике «условного показателя деформативности при удлинении 2%», который в 2,3 раза ниже требований ГОСТ Р 56338-2015 [1] и в 5,4 раза ниже расчетных значений ОДМ 218.5.001-2008 [2].

Следует отметить, что именно показатель деформативности при удлинении 2 % является расчетным при проектировании дорожной одежды.

Таблица 3 – Нормативные и фактические зависимости относительного удлинения от напряжения в материале

Нормативный документ		Прочность материала при растяжении, кН/м	Условный показатель деформативности при удлинении 2 %, кН/м	Напряжения в материале кН/м при удлинении		
				2 %	5 %	10 %
ГОСТ Р 56338-2015		не менее 30	150*	3,0	7,5	15
ОДМ 218.5.002-2008 для марок	СД-20	не менее 20	350	7,0	10	–
	СД-30	не менее 30	525	10,5	15	–
	СД-40	не менее 40	700	14,0	17	–
Фактическое значение для материала	проба №1	49,9	65	1,3	19,4	41,8
	проба №2	42,9	385	7,7	26,9	41,6
	проба №3	44,0	300	6,0	21,6	38,5

Примечание: * – прямое назначение характеристик в нормативном документе отсутствует.

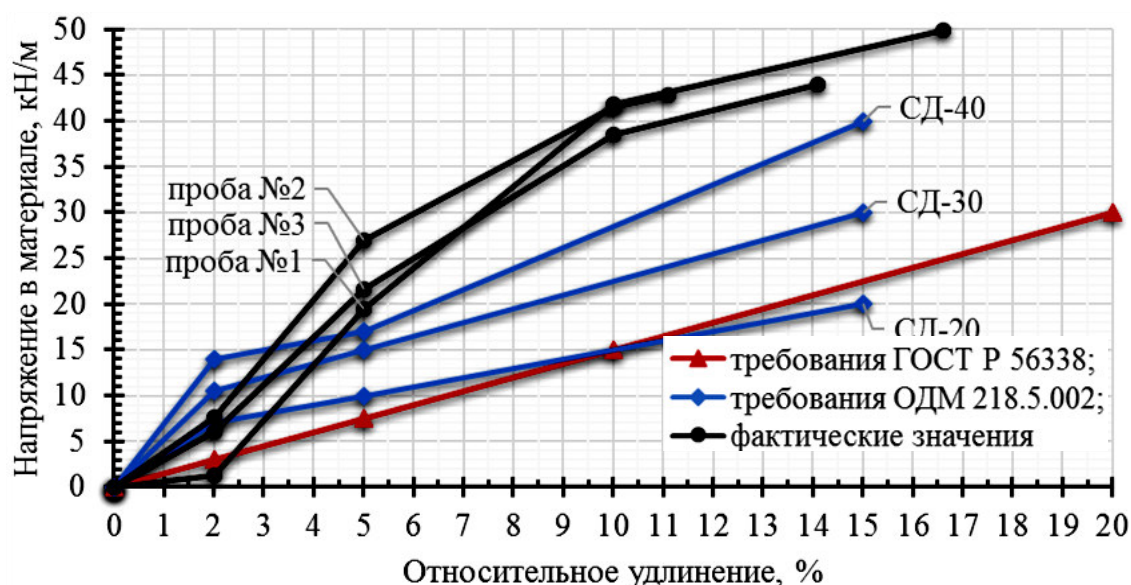


Рис.3. Нормативные и фактические зависимости относительного удлинения от напряжения в материале

Пробы материала с наименованием № 2 и № 3, отвечая требованиям ГОСТ Р 56338-2015 [1], не соответствуют по значению условного показателя деформативности заявленным прочностным маркам.

Таким образом, можно сделать вывод, что действующую процедуру оценки характеристик геосинтетических материалов нужно усовершенствовать с точки зрения номенклатуры оцениваемых параметров при увязке последней с методологией расчета.

Оценить последствия применения «некачественных» геосинтетических материалов можно путем пересчета

конструкций с фактическими деформативными характеристиками армирующих прослоек. Для расчета дорожных одежд использовали программный продукт Indor Pavement 9.0. В качестве базовой (без армирующих прослоек) конструкции дорожной одежды принято:

1 слой – Асфальтобетон горячий плотный I марки, из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД-60/90, толщиной 7 см;

2 слой – Асфальтобетон горячий пористый I марки из крупнозернистой щебеночной смеси марка битума БНД-60/90, толщиной 12 см;

3 слой – Щебень фракционированный от 40 до 80 мм трудноуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем, толщиной 28 см;

4 слой – Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0 %, толщиной 55 см;

Грунт земляного полотна – Песок пылеватый.

Для сравнения выполнен расчет конструкций дорожной одежды с введением георешеток:

– «СД-20» с нормативным показателем деформативности 350 кН/м;

– «СД-40» с нормативным показателем деформативности 700 кН/м;

- «проба №1» с фактическим показателем деформативности 65 кН/м;

- «проба №2» с фактическим показателем деформативности 385 кН/м;

- «проба №3» с фактическим показателем деформативности 300 кН/м.

Эффект от введения армирующих прослоек из георешеток по ОДМ 218.5.002-2008 [2] заключается в введении в стандартный расчет дорожных одежд коэффициентов усиления (α_1 , α_2 , α_3), за счет которых возможно снижение толщины несущего слоя основания (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты расчета армированных конструкций дорожных одежд на прочность

Показатель	Вид геосинтетического материала				
	СД-20 по [2]	СД-40 по [2]	проба №1	проба №2	проба №3
Условный показатель деформативности при 2 % удлинении, кН/м	350	700	65	385	300
Коэффициенты усиления для расчета по [2]:					
– по допускаемому упругому прогибу, α_1 ;	1,17	1,30	1,17	1,19	1,17
– по условию сдвигустойчивости, α_2 ;	1,43	1,64	1,44	1,43	1,43
– на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению, α_3	1,19	1,33	1,18	1,21	1,19
Толщина несущего слоя основания, см	19	13	20	18	19
Снижение толщины относительно базовой конструкции, %	32	54	29	36	32

Сопоставляя результаты расчетов, выполненных по нормируемым и фактическим показателям условной деформативности, становится очевидным, что фактический эффект от введения прослоек из георешеток не соответствует предполагаемому эффекту от введения армирующего материала. Уменьшение толщины щебеночного основания за счет введения армирующей прослойки может составлять от 29 % до 36 %, что ниже ожидаемого эффекта от номинальной (заявленной) марки материала, составляющего 54 %.

Таким образом, конструкция дорожной одежды с армированным щебеночным основанием, рассчитанная по действующим документам, фактически будет иметь более низкую несущую способность, коэффициент надежности и, как следствие, меньший срок службы.

Заключение

1. Наибольший практический интерес при оценке прочностных характеристик имеет не прочность материала при растяжении и относительное удлинение при максимальной нагрузке, а условный показатель деформативности материала при 2 % и 5 % относительном удлинении.

2. Необходима увязка процедуры входного контроля качества геосинтетических материалов с процедурой расчета дорожных одежд путем определения не только номинальной (максимальной) характеристики прочности материала, но и поведение материала на протяжении всей кривой зависимости «нагрузка - удлинение».

Библиографический список

1. ГОСТ Р 56338-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев

основания дорожной одежды. Технические требования. – Введ. 2015-06-01 // ИС «Техэксперт» / АО «Кодекс», 2009-2016. – Версия: 6.4.0.200.

2. ОДМ 218.5.002-2008. Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов. – Введ. 2008-05-30 // ИС «Техэксперт» / АО «Кодекс», 2009-2016. – Версия: 6.4.0.200.

3. ГОСТ Р 55030-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения прочности при растяжении. – Введ. 2013-04-01 // ИС «Техэксперт» / АО «Кодекс», 2009-2016. – Версия: 6.4.0.200.

THE IMPACT OF CONDITIONAL INDICATOR OF THE DEFORMABILITY OF THE GEOSYNTHETIC MATERIAL ON THE CALCULATION OF THE GAIN DISCRETE GROUNDS

G.M. Levashov, V.V. Sirotyuk, O.A. Rychkov

Abstract. Deformation of geosynthetics and geogrids, in particular, is one of the major indicators to be determined according to GOST 56388-2015. Indicators of deformability is required in the calculation of road structures reinforced with geogrids. The article presents the results of tests confirming the need for experimental determination of the conditional rate of deformation for each geogrid to assign reliable values of the coefficients of discrete bases reinforced with geogrid.

Keywords: geogrid, relative deformation, the conditional rate of deformatively, the gain of the discrete grounds.

References

1. GOST R 56388-2015. *Dorogi avtomobil'nye obshhego pol'zovaniya. Materialy geosinteticheskie dlja armirovaniya nizhnih sloev osnovaniya dorozhnoj odezhdy. Tehnicheskie trebovaniya* [State standard R 56388-2015 highway. Materials geosintet for reinforcement the bottom of the base layers of the pavement]. Vved. 2015-06-01 IS «Tehjekspt». AO «Koeks», 2009-2016. Versija: 6.4.0.200.

2. ODM 218.5.002-2008. *Metodicheskie rekomendacii po primeneniju polimernih geosetok*

(georeshetok) dlja usilenija sloev dorozhnoj odezhdy iz zernistyh materialov [ODM 218.5.002-2008 guidelines on use of polymer geogrids (geogrid) to enhance the pavement layers of granular materials]. Vved. 2008-05-30. IS «Tehjekspt». AO «Koeks», 2009-2016. Versija: 6.4.0.200.

3. GOST R 55030-2012. *Dorogi avtomobil'nye obshhego pol'zovaniya. Materialy geosinteticheskie dlja dorozhnogo stroitel'stva. Metod opredelenija prochnosti pri rastjazhenii* [State standard R 55030-2012. Highway. Materials geosynthetic for road construction. The method of determining the tensile strength]. Vved. 2013-04-01. IS «Tehjekspt». AO «Koeks», 2009-2016. Versija: 6.4.0.200.

Левашов Григорий Михайлович (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры Проектирование дорог ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, email: dic.sibadi@gmail.com).

Сиротюк Виктор Владимирович (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Проектирование дорог ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, email: sirvv@yandex.ru).

Рычкова Оксана Алексеевна (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой Проектирование дорог ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, email: rychkova-oa@yandex.ru).

Levashov Gregory Mihailovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate Professor The Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: dic.sibadi@gmail.com).

Sirotyuk Viktor Vladimirovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, Professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: email: sirvv@yandex.ru).

Rychkova Oksana Alekseevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate Professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: rychkova-oa@yandex.ru).