



Получена: 20.03.2019 г.

Приета: 29.07.2019 г.

РАЗРАБОТВАНЕ НА ОПИТНА ПОСТАНОВКА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ДЕФОРМАЦИИТЕ В НАСТИЛКИ, АРМИРАНИ С ГЕОМРЕЖИ

И. Стайков¹, Н. Керенчев², Л. Михова³

Ключови думи: пътни настилки, геомрежи, натискова плоча, тензометрично измерване

РЕЗЮМЕ

Съвременната инженерна практика в областта на транспортното строителство поставя редица проблеми и предизвикателства още във фазата на проектиране. Разнообразните геоложки условия, през които преминават линейните обекти (пътища, жп линии) изискват използването на материали с високи показатели, докато финансовият ресурс за реализация на пътната инфраструктура е ограничен. Ето защо се търсят начини за повишаване на качеството на вложените материали, както и различни инженерни решения за осигуряване на качествено изпълнение и дългосрочна експлоатация на пътищата.

1. Въведение

Геосинтетичните материали намират широко приложение в транспортното строителство. Използват се за осигуряване на устойчивостта на откосите на пътното тяло, служат като сепариращ слой в основата на пътната настилка, за дрениране на пътното тяло, както и за армиране на пътните настилки. Последната от изброените функции се осъществява с помощта на геомрежи. Геомрежите представляват геосинтетичен материал, състоящ се от свързани паралелни клетки, ограничени от надлъжни ребра. Могат

¹ Илиян Стайков, докторант инж., кат. „Пътища и транспортни съоръжения“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: ilian.staikov@gmail.com

² Николай Керенчев, гл. ас. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: kergenchev@hotmail.com

³ Лена Михова, проф. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: l_mihova@yahoo.com

да поемат усилия в една посока (моноаксиални), две посоки (биаксиални), а така също и в три (триаксиални). Екструдираните полимерни биаксиални геомрежи се използват за армиране на основните пластове на пътната настилка. Разпределението на усилията в дълбочина на пласта става в различни посоки, поради което е целесъобразно използването именно на биаксиални геомрежи [1].

Вложени като част от пътната настилка, геомрежите се използват в три основни направления: за стабилизация на з.о.; за армиране на пътната основа; за армиране на асфалтови пластове. Проведените експериментални изследвания са фокусирани върху полимерните геомрежи за армиране на основните пластове от несвързани минерални материали на пътните настилки. Механизмът на армиране се осъществява в три основни направления.

Вложена в основния пласт на пътната настилка, полимерната геомрежа способства за ограничаването на страничното преместване на част от зърнестия материал, посредством генерираните в нея при натоварването опънни усилия. Това спомага за увеличаване на площта на призмата на разпределение на натоварването в дълбочина на пласта. По-широката площ на разпределение на натоварването способства за намаляване на вертикалните напрежения, предавани на земната основа. Използването на геомрежи в основните пластове спомага и за увеличаване на носещата способност на основата чрез генериране на опънни напрежения в нея и изменение на повърхнината на срязващите напрежения. Приложеното натоварване от подвижния състав предизвиква изтласкване на почвен материал в зоната, попадаща извън ширината на колелото на превозното средство. Наличната геомрежа противодейства на това преместване на основата като притиска земното легло в обратна посока и по този начин съдейства за повишаване на носимоспособността на з.о. Това явление е познато в литературата като „мембранен ефект“ и е описано за пръв път през 1981 от *Giroud* и *Noiray*. За реализацията на това явление са необходими две предпоставки. Първата е прилагането на подвижното натоварване от транспортния поток да става винаги в един коловоз. Необходима е също така и реализацията на по-голяма дълбочина на коловоза (около 100 mm) [2].

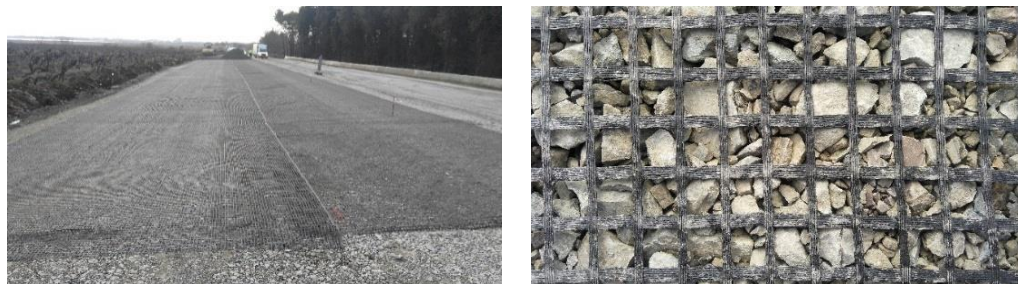
2. Опитна постановка за определяне на деформациите в геомрежи

За да се определят аналитични зависимости, отразяващи влиянието на геомрежите върху механичното поведение на пътните настилки, и за количествено определяне на конкретни показатели (напрежения, деформации и др.) в световната практика се провеждат редица експериментални изследвания, както на място (*in situ*), така и в лабораторни условия. При провеждането на голяма част от тези изследвания се монтират различни по вид датчици за определяне на усилията и деформациите, възникващи в геомрежата и изследвания пласт. Натоварването се осъществява най-вече по два основни начина: или посредством натискова плоча, или чрез подвижно натоварване.

Настоящата статия е фокусирана върху експериментални изследвания, проведени на място при разширението на път I-9 в участъка между Поморие и Ахелой.

Участъкът, обект на експерименталните изследвания, е част от съществуващия първокласен път I-9 (ГКПП Дуранкулак – ГКПП Малко Търново) от km 210+000 до km 217+000, разположен между гр. Поморие и с. Ахелой в непосредствена близост до Поморийските солници. Общата дължина на участъка, предвиден за строителство, е 7 km. Проектната разработка предвижда реконструкция на пътя в този участък, изграждането на ново пътно платно и оформянето на средна разделителна ивица, с което общият габ-

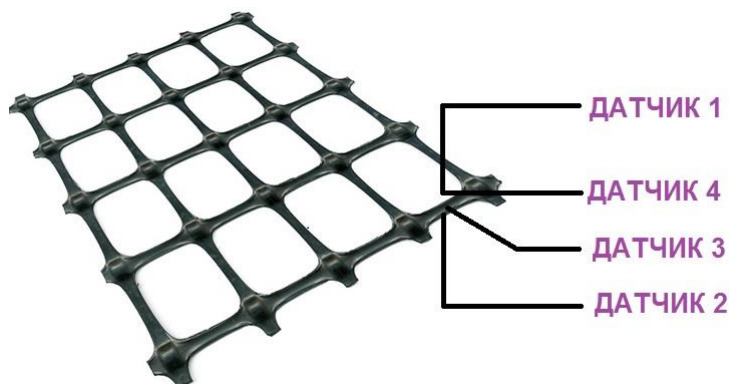
рит на пътя да достигне Г20. Дясното платно попада извън обхвата на съществуващия път, докато лявото е разположено върху консолидирания насип от пътното тяло на съществуващия път I-9. Надморската височина на терена в разглеждания участък варира от 2,0 до 6,0 m. С цел да не бъдат допуснати слягания на новото пътнотяло, предвид неблагоприятните геоложки условия, основният пласт от трошен камък е армиран с полимерна биаксиална геомрежа с якост в двете основни направления 65/65.



Фиг. 1. Изглед на: а) изследвания участък; б) биаксиална геомрежа

С цел определяне на напреженията, възникващи в геомрежата, разположена на нивото на зона „А“ от пътя при km 214+800, са монтирани тензометрични датчици, свързани електрически в т.нар. Мост на *Wheatstone*. Изпълнението на опитната постановка включва в себе си последователност от операции по фиксирането на четири броя датчици, разположени в средата на външната пътнотяло лента и кабелните връзки на моста.

Първоначално, върху уплътнения пласт от зона „А“ се полага биаксиална геомрежа. При направата на подобни изследвания е препоръчително полагането на тънък слой пясък за подравняване на основата на онази част от геомрежата, която ще бъде под натискотата плоча. Геомрежата се опъва допълнително с фиксиращи куки с цел недопускане на появата на вълни при полагането на основния пласт от трошен камък. Фиксиращите куки се разполагат по ъглите на квадрат с размери 1,5 m × 1,5 m, в централната част на който са разположени датчиците. Датчиците се разполагат в две взаимно перпендикулярни направления на геомрежата. Условно датчиците са номерирани с номера от 1 до 4. Постановянето им към геомрежата е както следва: датчик № 1 – върху надлъжното ребро; № 4 – под надлъжното ребро; № 2 – под напречното ребро; № 3 – върху напречното ребро.



Фиг. 2. Разположение на датчиците и геомрежата

Предварително, с цел по-добра адхезия и взаимодействие на датчика с геомрежата надлъжното и напречното ребро се намазват с епоксидна смола. Изчаква се в продължение на 30 минути за изсъхване на смолата. Върху така подготвената основа се нанася тънък филм от секундно лепило, както и върху датчика. Свързващите електрически кабели със сечение $0,5 \text{ mm}^2$ се фиксират към геомрежата. Кабелите са с дължина 2 m, което позволява свързването им към блока за преобразуване на напрежение и провеждане на записа на данните на удобно място, непосредствено до положения пласт. Тензодатчиците са разположени в специални тръбни предпазители от PVC, за да се предпази тяхната повърхност от разрушение при полагането на трошенокаменния материал. Образуванията в предпазителите кухини са запълнени с полиуретанова пяна. Преди полагане на основния пласт от трошен камък местоположението на фиксираните върху геомрежата тензометрични датчици се репера. Встрани от изграждания основен пласт се стабилизира трайно арматурно желязо и се измерва разстоянието, на което отстои от датчиците.



Фиг. 3. Положени датчици по ребрата на геомрежата

След изграждането на опитната постановка с монтирани датчици и съответното окабеляване е положен и уплътнен трошенокаменен пласт с дебелина 23 cm. На така подготвения участък в лявото платно на път I-9 при km 214+800 е проведено натоварване с натискава плоча съгласно БДС 15130-80 [45]. Натоварването е проведено на степени при три цикъла на натоварване-разтоварване. Първоначално е определен деформационният модул в най-горната част на зона „А“ от насипа преди полагане на геомрежата.



Фиг. 4. Натоварване с натискава плоча

Таблица 1. Стойности на деформационните модули на ниво зона „А“

Цикли на натоварване	Деформационни модули – МРа							Еластични модули – МРа		
	Натоварване			Слягане				P	Se	Ee
	P2	P1	ΔP	S2	S1	ΔS	E			
1-ви цикъл	0,20	0,05	0,15	135	39	96	35	0,20	56	75
2-ри цикъл	0,15	0,00	0,15	127	79	48	70	0,15	40	79
3-ти цикъл	0,10	0,00	0,10	121	88	33	68	0,10	31	68
СРЕДНО									Eesp	74

След полагане на геомрежата и трошенокаменния пласт от 23 cm отново е извършено натоварване с натискаваща плоча, резултатите от което са показани в табл. 2.

Таблица 2. Стойности на деформационните модули на ниво трошен камък

Цикли на натоварване	Деформационни модули – МРа							Еластични модули – МРа		
	Натоварване			Слягане				P	Se	Ee
	P2	P1	ΔP	S2	S1	ΔS	E			
1-ви цикъл	0,60	0,05	0,55	261	138	123	101	0,60	129	126
2-ри цикъл	0,50	0,00	0,50	258	132	126	89	0,50	113	120
3-ти цикъл	0,40	0,00	0,40	251	145	105	85	0,40	100	108
СРЕДНО									Eesp	118

ЛИТЕРАТУРА

1. Use of geogrids in pavement construction. Engineering Technical Letters ETL 1110-1-188.
2. Qian, Y. Experimental study on triangular aperture geogrid-reinforced bases over weak subgrade under cyclic loading. // Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 25, Issue 8 (August 2013).

Благодарности

Екипът по настоящата тема изказва благодарност към Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ за финансовата и интелектуална подкрепа (договор БН-212/2018).

ELABORATE AN EXPERIMENTAL SYSTEM FOR MEASURING THE STRAINS IN GEOGRIDS REINFORCED PAVEMENT

I. Staykov¹, N. Kerenchev², L. Mihova³

Keywords: road pavements, geosynthetic materials, load plate

ABSTRACT

Modern engineering practice in the field of transport construction poses a number of problems and challenges in the design stage. Most of the time the geological conditions of roads and railways require the use of high-performance materials while the financial resource for the realization of an road infrastructure is limited. That is why we are looking for ways to increase the quality of the input materials, as well as various engineering solutions to ensure the quality performance and long-term operation of the roads. The testing of the reinforcement material is an initial step for cost reduction while maintaining the long-term quality.