



Получена: 31.05.2019 г.

Приета: 01.07.2019 г.

ВЛИЯНИЕ НА ГЕОМЕТРИЧНИ И ЗЕМНО-МЕХАНИЧНИ ПАРАМЕТРИ ПРИ ИЗПИТВАНЕТО С КРЪГЛА НАТИСКОВА ПЛОЧА НА „УСИЛЕНА“ С ГЕОМРЕЖИ ЗОНА А ОТ КОНСТРУКЦИЯТА НА ЗЕМНОТО ТЯЛО НА ПЪТЯ

Н. Керенчев¹

Ключови думи: натискава плоча, геомрежи, модул на еластичност

РЕЗЮМЕ

В настоящата статия са разгледани и са анализирани някои случаи на несъответствие между регламенти на действащи технически документи в Р България и основни геометрични, физични и земно-механични специфики, свързани с шамповото изпитване (изпитване с кръгла натискава плоча) на зона А от конструкцията на земното тяло на пътя. Описани са конкретни положения, които дават основание на автора да заключи, че усиляването на почвени пластове от зона А с геомрежи не може и не трябва да бъде определяемо, доказвано и оценявано посредством регламентираното у нас шампово изпитване. В процеса на по-задълбоченото разглеждане на проблема се установява и некоректност във възприетото понятие „усилване“ на земна основа, което по своята същност се отнася до крайно гранично състояние, а земната основа при пътищата, респ. пътните настилки, най-често се оразмерява за дълготрайност, която в духа на Еврокод 7 спада към експлоатационно гранично състояние.

В статията са отразени тези и някои други проблеми, открити при прилагането на вече крайно остарели подходи за оразмеряване на пътни настилки и изпитване на „усилването“ на земната основа под тях.

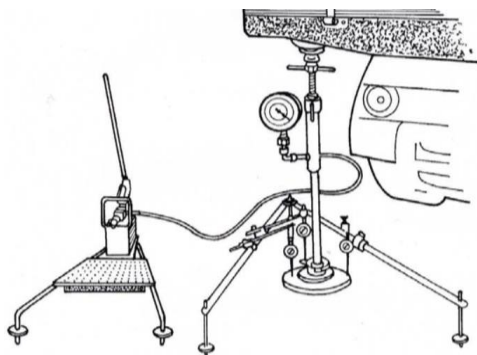
¹ Николай Керенчев, гл. ас. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: kerenchev@hotmail.com

1. Въведение

Различните зони на земното тяло при пътни насипи трябва да удовлетворяват основни изисквания като степен на уплътняване и съответна носимоспособност, с което се цели да се гарантира техният стабилитет и да се изключи появата на недопустими деформации, свличания на откосите и други разрушения.

Класически метод за определяне и проектиране на уплътняването е Proctor тест [2]. Поради невъзможността този тест да се прилага при едрозърнести материали и сложността на изпълнението му, често се прилагат други методи. Съществуват и други директни лабораторни методи за определяне на степента на уплътняване, но те също рядко са подходящи за полеви условия. Класическите лабораторни методи за определяне на деформационен модул също имат ограничено приложение при зърнести материали.

Косвен опит за определянето и на двата описани по-горе параметъра, а именно: степен на уплътняване и деформационен (еластичен) модул, е шамповото натоварване. Макар и бавен, и често изпълняван за по-кратък период от необходимия, опитът дава информация за степен на уплътняване и деформационен модул. Друг немалък недостатък е изискването за наличие на тежко оборудване на обекта [2]. В българските стандарти са регламентирани шампи с размери (диаметър) 30 cm. В DIN стандарта са регламентирани шампи с размер (диаметър) 30, 60 и 72 cm [1].



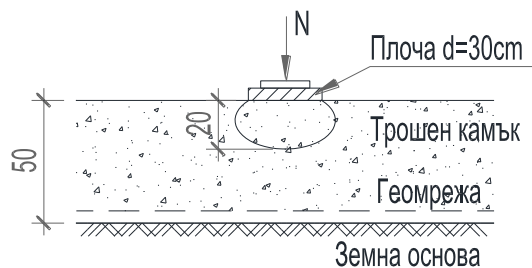
Фиг. 1. Шампово изпитване – схема

Интересен факт е, че в българския стандарт БДС 8004: 1984 *Почви строителни. Определяне на обща деформация*, например, съществува изискване за минимална мощност (дебелина) на изпитвания пласт, която е 1,6 m. Трябва още пластът да бъде еднороден и хомогенен. И двете условия не могат да бъдат изпълнени при изпитване на зона А от земното тяло на пътя, аналогично и за случаите при влагане на геомрежи. Гореспоменатите условия, и по-специално това за еднородността на пласта, не са отчетени в БДС 15130: 1980 *Почви строителни. Определяне на еластичния и деформационен модул чрез натоварване с кръгла плоча* (от 80-та година), а именно този стандарт се спазва и в момента при определянето на еластичен модул за пътища.

2. Геометрично несъответствие

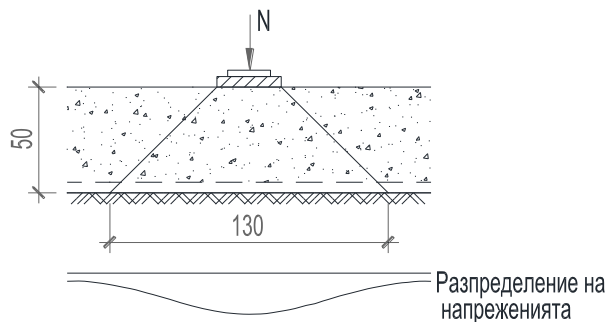
Важно е да се отбележи, че за всеки конкретен случай трябва да се използват шампи със съответни диаметри. Неслучайно DIN стандартът регламентира шампи с

малки и по-големи диаметри. Когато се използва щампа с диаметър 30 cm, прякото влияние на щамповото въздействие не надхвърля 30 cm в дълбочина, а поради якостта при малки деформации на почвите [3], каквито обикновено се постигат при щамповото изпитване, тя дори е по-малка от 30 cm. Тогава възниква въпросът, как изпитваме пласт с дебелина от 50 cm (за зона А) и повече в други случаи, когато щамповото изпитване с щампа 30 cm дава реални резултати за дълбочина, не по-голяма от 25 – 30 cm (фиг. 2). И още по-големият проблем, как очакваме да отчетем „усилването“ на земната основа от геомрежа или друг геосинтетичен материал, когато той дори не се достига от щамповото въздействие (фиг. 2).



Фиг. 2. Геометрично несъответствие и активна зона на щамповото въздействие в съпоставка с позицията на геомрежа или друг геосинтетичен материал

Необосновано е често срещаното заключение, че единствено 30-сантиметровата щампа е приета при оразмеряване на настилки в Р България, защото отпечатъкът на оразмерителното возило е с близки размери. При приемане на предпоставките на земната механика е ясно явлението на преразпределяне на въздействието, което опростено може да се приеме под 45 градуса – фиг. 3.

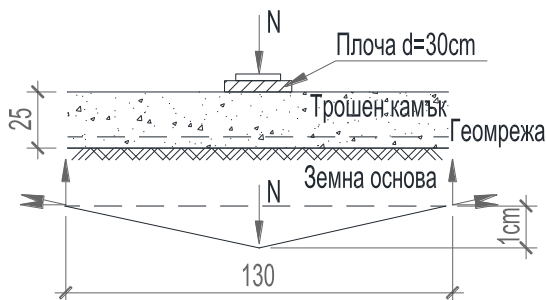


Фиг. 2. Разпределение на напреженията под отпечатък с диаметър 30 cm

3. Механично несъответствие

Ако отхвърлим факта, че щампата се намира на голямо отстояние от геомрежата и допуснем, че зоната в която е положена геомрежата, се намира на 20 cm под щампата, ние ще създадем условия, при които влиянието на щампата ще достигне до геомрежата.

Предвид тези обстоятелства, можем да опростим опитната постановка като приемем, че движението на щампата е изцяло вертикално надолу (макар това да не е напълно вярно), респ. основните деформации в почвения пласт под щампата ще бъдат насочени надолу. Тогава преместването на геомрежата ще е в същата посока – надолу. Фиг. 4 показва опростена схема на тази опитна постановка. Предвид малките слягания на щампата от порядъка на 0,2 – 1,0 cm, се очаква зоната на геомрежата да слегне не повече от 0,1 – 0,5 cm. На фиг. 3 е направен опит да се покаже качествено влиянието на хоризонтален елемент с нулева огъвна коравина при натоварването му в средата, или по-точно да се онагледят влиянието на мембранный ефект на геомрежата при тези едва забележими деформации.



Фиг. 4. Механично несъответствие – опит за качествено отчитане на мембранный ефект на геомрежата

Ясно се вижда, че вертикалното влияние от мембранен ефект при относително малки деформации е незначително, т.е. разликата в отчитането на деформационните модули при „усилена“ с геомрежи земна основа, респ. без тях, ще бъде незначителна. Разбира се, тук се поражда ефектът на концентрация на деформации около зоната под щампата и свеждането им до по-дълбоко заложили пластове, но този ефект се проявява при значително по-големи деформации, многократно надхвърлящи 2 cm във вертикална посока.

4. Геотехническо несъответствие

Макар в годините на създаване и обновяване на стандартите в Р България да е имало ограничено познание в областта на деформационните характеристики на строителните почви, по-голямата част от процедурата за щампово изпитване, отразена най-пълно в DIN стандарта, е логична и относително добре съпоставя модулите при различни несвързани почвени пластове. В последните години се наблюдава ускорено развитие в областта на деформационното поведение на почвите [4], пряко отразено в 3D материалните модели за дисперсни почви. Това води до много по-точен анализ на поведението на системата почва-конструкция, в случая почва-геомрежа.

Последващият по-долу анализ е при условие, че две от гореспоменатите несъответствия, а именно геометричното и механичното, не съществуват. Ще разгледаме начина на определяне на модула на еластичност и влиянието на геосинтетичния материал върху него.

Както е известно, модулът на еластичност се определя от кривата на разтоварване (еластичният дял на деформациите) от диаграмата на слягане. Прието е геосинтетичните материали да се разглеждат като пластифициращи, т.е. при тях се пораждат основно пластични деформации, освен това, те не могат да бъдат натоварени на натиск. Ако ние определяме еластичния модул от кривата на разтоварване, следва, че геомрежата (вече пластифицирала и непоемаща натисков товар) не участва в този процес. От проведените редица опити и моделни анализи се забелязва, че поведението на системата почва-геосинтетичен материал при разтоварване се определя изцяло от характеристиките на почвата. Това е ясен знак, че наличието на геомрежа под пласта не може да бъде установено чрез щампово изпитване, особено ако под внимание се вземат кривите на разтоварване, каквото е залегнало в стандартното изпитване.

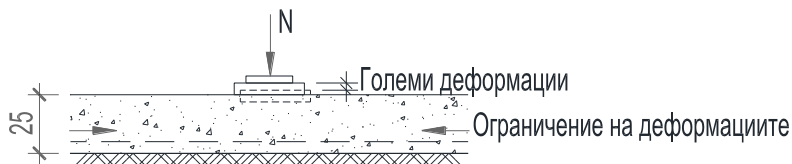
5. Крайно гранично състояние (ULS) и експлоатационно гранично състояние (SLS)

От повече от 50 години в Европа, а и в Р България, се е наложил методът на проектиране по гранични състояния. Авторът е съвременник на някои от възникналите трудности при прехода между БДС и БДС EN, но това по своята същност не променя основния принцип на проектиране. Независимо от регламентите на действащите технически документи за пътно строителство в страната, съответстващи или несъответстващи на БДС EN, зона А от конструкцията на земното тяло на пътя следва да се проектира за дълготрайност. Пиковите стойности на натоварванията, свързани с крайно гранично състояние, не са меродавни при оразмеряването на конструкции, подложени на циклично въздействие.

Деформационният модул по своята същност е характеристика на материала. При наличието на вложена конструкция (геомрежа) в този материал не може да се твърди, че материалът е променил модула си, а следва да се проведе изследване за деформационното поведение на системата материал-конструкция. Опростяването на конструкцията и включването ѝ индиректно в отчитането на модул на еластичност е довело до описаните по-горе несъответствия между техническите документи и физичните явления.

По подобен начин, при въвеждането на геомрежите при проектирането и строителството на пътища продължава да се използва некоректно терминът „усилване“ със значение „повишаване“ на модула на материала, като тук изобщо не става въпрос за „здравина“ и модул, а за дълготрайност.

Ефектите от наличието на геомрежи като тези, показани на фиг. 5, могат да бъдат наблюдавани само при наличието на големи деформации, при дълготрайни циклични въздействия, каквото не е щамповото.



Фиг. 5. Положителни ефекти от наличието на геомрежи в зона А, или горното строене, свързани с наличието на големи деформации

6. Заключение

На база описаното до момента в статията, както и предвид множество проведени изследвания в областта, авторът счита, че геомрежите не могат да променят характеристиките на материала, т.е. те не могат да вкоравят или „усилят“ земната основа, особено ако това трябва да се докаже чрез щампово изпитване. Те обаче могат еднозначно и доказуемо да увеличат дълготрайността на настилката, като редуцират и ограничат разместването на почвен материал, както в хоризонтално, така и във вертикално направление. Основното изискване към пътните настилки е дълготрайност и чрез поставянето на геосинтетични материали в земната основа настилките стават по-дълготрайни. Очакването модулът на еластичност, определен чрез щампово изпитване за земна основа с вложени геомрежи, да бъде повишен, е абсурдно и противоречи на геометрията, механиката и геотехниката. За да се определи приносът на конструктивния елемент – геомрежа, следва да се направи подробен анализ с изчислителен модел, или да се предприеме друг вид тест, който предполага развитие на дълготрайни ефекти, каквито например са големите деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Илов, Г. и др.* Ръководство по Геотехника, разработено съгласно изискванията на Еврокод 7. Геотехническо проектиране, изд. КИИП, София, 2012.
2. *Сулай, И.* Експериментално и числено изследване на зависимостите между физико-механичните характеристики на почвите и критериите за уплътняване при изграждане на пътни насипи. Дисертационен труд, София, 2014, стр. 7-10.
3. *Керенчев, Н.* Инерционна устойчивост и деформации на откоси при сеизмично въздействие. Дисертационен труд, София, 2015.
4. *Kerenchev, N.* ON THE E50 MODULUS OF TAILINGS DAM MATERIAL, Proceeding of XIX International multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019.

THE EFFECT OF GEOMETRIC AND GEOTECHNICAL PARAMETERS ON THE TESTING OF THE REINFORCED ROAD BASE USING PLATE LOAD TEST

N. Kerenchev¹

Keywords: plate load test, geogrid, equivalent elastic modulus, road construction

ABSTRACT

The paper shows some cases of inconsistency between regulations in Bulgaria and basic geometric, physical and geotechnical problems related to the plate load test (test with circular plate) in zone A of the road construction according to the Bulgarian standards. Based on specific discrepancies the author concludes that the reinforcement of soil layers of the upper road structures cannot and should not be determined, proved and evaluated by the regulated plate load test. In the process of a more in-depth examination of the problem, the concept of "hardening" the soil layers using geomaterials referred to in the Technical documentation of the Bulgarian Road Infrastructure Agency is invalidated. Road pavements are most often designed for durability, which in the scope of Eurocode 7 corresponds to the serviceability limit state, not ultimate limit state, which is still required from the same agency. The paper describes these and some other problems found in the implementation of already outdated approaches for designing road structures and testing the "hardening" of the ground beneath them.

¹ Nikolay Kerenchev, Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. "Geotechnics", UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: kerenchev@hotmail.com