

УДК 677.076.49

ОЦІНЮВАННЯ ТОВЩИНИ АРМУЮЧИХ СИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

В статті викладено метод визначення товщини армуючих синтетичних матеріалів, розроблений з врахуванням ребристої структури геограт. Вибрані параметри проведення випробувань: площа навантаження, величина навантаження. Обґрунтовано вибір випробувального обладнання

Ключові слова: армуючий синтетичний матеріал, «ґрати», «ребра», товщина, метод, прилад, відокремлюючі диски, навантаження, число випробувань

В статье изложен метод определения толщины армирующих синтетических материалов, разработанный с учетом ребристой структуры георешеток. Выбраны параметры проведения испытаний: площадь нагрузки, величина нагрузки. Обосновано выбор испытательного оборудования

Ключевые слова: армирующий синтетический материал, «решетки», «ребра», толщина, метод, прибор, отделяющие диски, нагрузка, число испытаний

The article describes the method for determining the thickness of the reinforcement of synthetic materials, is developed in view of the ribbed structure of geogrids. Prefer the parameters of the test: the area of the load, the magnitude of the load. The choice of test equipment

Keywords: reinforcing synthetic material, "grid", "ribs", thickness, method, device, separating the disks, load, number of tests

І.І. Котлярова

Старший науковий співробітник*
Контактний тел.: (044) 288-82-05
E-mail: ulmk_1954@voliacable.com

Т.В. Шатило

Старший науковий співробітник*
*Аналітично-дослідна випробувальна лабораторія
"Текстиль-ТЕСТ"***
Контактний тел.: (044) 288-82-05
E-mail: tasha63-2008@yandex.ru

К.В. Лєсіна

Магістр**
Контактний тел.: 096-763-31-04
E-mail: K.Lesina@gmail.com

А.С. Зєнкін

Доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою**
Кафедра метрології, стандартизації та сертифікації*
Контактний тел.: (044) 256-29-07
E-mail: as_zenkin@yandex.ru
***Київський національний університет технологій та дизайну
вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ, 01011

1. Вступ

В останній час у вітчизняному дорожньому будівництві для армування монолітних шарів нежорсткого дорожнього одягу та основи насипу все частіше використовують армуючі синтетичні матеріали.

Армуючий синтетичний матеріал (далі - АСМ)¹ представляє собою нетканий матеріал, призначений для армування шарів покриття дорожнього одягу у вигляді «ґратки» чи просто нової структури, який складається з підложки (основи), посилюючих ниток та прошивних ниток (рис. 1).

¹Наведені терміни та визначення відповідно до МРВ.2.7-218-24729256-758:2009 Методичні рекомендації. Матеріали синтетичні для армування асфальтобетону. Методи випробування

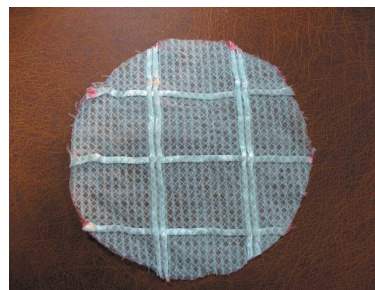


Рис. 1. Зовнішній вигляд ARMATEX RST

Підложка (основа) АСМ – це будь-яке неткане полого або упорядкована волокниста маса, скріплена будь-яким способом, а посилюючі та прошивні нитки

– це відповідно нитки, прокладені на лицьовій поверхні підложки АСМ на визначеній відстані одна від одної за довжиною і шириною у вигляді плоских чи просто нових «ґрат», які утворюють завдяки своїй значній товщині так звані «ребра» цих «ґрат», та нитки, що скріплюють між собою підложку і посилюючі нитки та укріплюють структуру самої підложки і мають значно меншу, ніж посилюючі нитки, товщину.

До АСМ відносять геограти, геосітки, геотекстиль та геокомпозит.

АСМ дозволяють надійно захистити відкоси та уклони від осипання, продавлювання автотранспортом, вітрової та дощової ерозії. При необхідності укріплення берегових укосів річок, природних і штучних водоймищ АСМ є найбільш ефективним пристосуванням, що перешкоджає опусканню ґрунту та замулюванню водоймищ. В будівництві та ремонті АСМ можуть застосовуватись в якості закріплювача для зведення підпірних стінок і фіксатора для укріплення укосів залізничних шляхів.

2. Актуальність дослідження

Для експлуатаційної надійності АСМ важливим є його товщина в заданих межах. Показник товщини використовується для визначення експлуатаційних характеристик АСМ, таких як модуль жорсткості і напруження при навантаженні, що дають змогу оцінити придатність матеріалу до використання, визначити термін їх служби. Товщина використовується при проектуванні нових структур АСМ. Невірне визначення товщини не дозволяє об'єктивно оцінити дійсні експлуатаційні характеристики АСМ.

Нормальне напруження обчислюється за формулою:

$$^1\sigma = \frac{F}{h \cdot A} \leq [\sigma], \quad (1)$$

де σ – нормальні напруження;

F – зовнішня сила, яка діє вздовж вісі геограт;

h – ширина геограт;

A – товщина геограт;

[σ] – допустимі напруження.

Формула 1 виражає умову міцності при розтягу–стиску і при цьому допустимі нормальні напруження для різних АСМ мають конкретні значення, які, очевидно, будуть об'єктивними, якщо будуть чітко визначені значення A.

Таким чином, для отримання достовірного значення товщини необхідно мати надійний метод оцінювання товщини.

На сьогодні структурні і механічні показники геотекстильних матеріалів визначають діючими в Україні методами випробування текстильних матеріалів технічного призначення, проте вони не враховують структурних особливостей матеріалу та не моделюють реальної поведінки АСМ під час використання при знаходженні між шарами ґрунту або асфальтобетону.

Це стосується, насамперед, методу визначення товщини АСМ.

Діючі в Україні нормативні документи ГОСТ 12023-93, ГОСТ 29104.2-91 регламентують наступні параметри визначення товщини текстильних матеріалів:

- площа навантажувальних площадок 2 або 5 см²;
- величина навантаження до 20 кПа.

Проте для визначення товщини АСМ ці параметри випробування не підходять, тому що, насамперед, вони призначені для гладких поверхонь, а АСМ мають на поверхні виступаючі «ребра», розташовані на відстані 50 мм і більше, та діапазони навантаження на зразки, яке забезпечується обладнанням за зазначеними методами, не моделюють умов використання цих матеріалів.

3. Метод визначення товщини АСМ

Об'єктом дослідження роботи є АСМ на прикладі матеріалу ARMATEX RSM, що представляє собою геокомпозитні синтетичні ґрати.

Метою проведення дослідження є розробка методу визначення товщини АСМ в лабораторних умовах, що є актуальною, науковою та практичною задачею.

Метод розроблено в аналітично-дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль-ГЕСТ» Головного науково-дослідного інституту метрології, сертифікації та управління якістю в структурі Київського національного університету технологій та дизайну.

В основу методу покладені відомі методи (ДСТУ EN ISO 9863-1:2008, ДСТУ EN ISO 9863-2:2007, ГОСТ 12023-93, ГОСТ 29104.2-91) з доповненнями і змінами, які враховують особливості структури (виступаючі «ребра») геограт. Навантаження на зразки вибрано з врахуванням умов експлуатації.

При розробці методу визначення товщини були вибрані наступні параметри проведення випробувань:

- діаметр навантажувальних дисків (135 мм) вибраний за розміром більшим двох рапортів (структури АСМ);

- навантаження на зразок в межах 2-200 кПа.

Приладом, рекомендованим ДСТУ EN ISO 9863-2:2007 для виміру товщини АСМ випробувальні лабораторії України не забезпечені. Для реалізації методу вибраний прилад, який застосовується при визначенні товщини килимів FC-01, виготовлений Дослідницьким інститутом текстильної промисловості «tri», м. Будапешт (Угорщина). Прилад заміряє товщину текстильних виробів до 25 мм. Навантаження створюється через систему важелів, інтервали навантаження (0,5; 1,0; 2,0; 4,0 ± 1%) кПа; максимальне навантаження на зразок (220 ± 2%) кПа.

Прилад FC-01 складається з несучої частини, сто-яка з важелем, поверхонь вимірювання, навантажувальної системи та вимірювального індикатора й за своєю конструкцією може забезпечувати діапазон навантаження, регламентований в ДСТУ EN ISO 9863-2:2007. Але навантажувальні площадки приладу мають площу 1 і 10 см², що недостатньо для контакту з кількома рапортами структури геограт. Для реалізації вибраних параметрів випробувань були виготовлені гладкі металеві диски площею 143 см² (діаметром 135 мм), товщиною (2,25 ± 0,01) мм, масою (160 ± 5) г. Диски повинні бути достатньо жорсткими, щоб не прогинатись під час випробування.

Для моделювання умов використання геограт за розробленим методом заміряється відразу декілька шарів геосинтетичних матеріалів. Для цього окремі

шари геосинтетика розділяються відокремлюючими дисками (рис. 2).



Рис. 2. Розміщення елементарних проб геограт і відокремлюючих дисків

Підготовка до випробування: з кожної точкової проби геограт у кількості не менше трьох вирізаються по 5 елементарних проб діаметром (135 ± 1) мм. Загальна кількість елементарних проб – не менше 15. Зразки перед випробуванням кондиціонуються згідно ГОСТ 10681-75 не менше 24 годин.

Процедура випробування:

- на вимірювальній площадці приладу розміщують 6 дисків один над одним;
- виміряється сумарна товщина дисків T_1 в міліметрах під тиском 2 кПа з точністю до другого десяткового знаку;
- випробування повторюється 10 разів;
- звільняються диски від навантаження;
- за товщину дисків приймається середнє арифметичне значення всіх випробувань $t_{1,i}$;
- між дисками розміщуються п'ять елементарних проб, вирізаних з однієї точкової проби, таким чином, щоб між кожними двома сусідніми дисками розташовувалося по одній елементарній пробі. Вирівнюються розташовані між дисками проби так, щоб їх периметри співпадали з периметрами дисків;
- встановлюються вантажні диски на навантажувальному штифті приладу;
- обумовлений тиск на проби вибирається із ряду 2; 20; 200 кПа;
- виміряється загальна товщина проб разом з дисками $t_{2,i}$ в міліметрах з точністю до другого десяткового знаку.

Товщину матеріалу T в міліметрах обчислюється за формулою:

$$T = \frac{1}{5n} \sum_{i=1}^n t_{2,i} - t_{1,i}, \tag{2}$$

де $t_{2,i}$ – сумарна товщина п'яти елементарних проб разом з шістьма відокремлюючими дисками, мм;
 $t_{1,i}$ - сумарна товщина шістьох відокремлюючих дисків, мм;
 n – число вимірів.

Обчислення проводиться з точністю до третього десяткового знаку і округлюється до другого десяткового знаку.

За результат випробування приймається середнє арифметичне значення товщин всіх випробувальних проб.

Для забезпечення точності вимірювання товщини $(\pm 0,01$ мм) при проведенні дослідів була проведена атестація приладу FC-01 за розробленою програмою: перевірені на працездатність всі рухомі вузли і механізми, визначені маса додаткових вантажів та максимального навантаження на зразок, визначена товщина відокремлюючих дисків з точністю $(0,01 \pm 1\%)$ мм.

Для набору статистичних даних з метою обробки результатів визначення товщини проведено по 60 випробувань при різних тисках (відповідно вимогами СОУ МПП 59.080.30-059:2004).

За результатами випробувань було:

- розраховане необхідне число випробувань для забезпечення достовірного показника товщини геограт;
- оцінена відповідність нормальному закону розподілення по критерію χ^2 вхідних величин, що дозволило користуватися формулами і таблицями, справедливими для нормального розподілу;
- знайдені коефіцієнт варіації та середнє квадратичне відхилення результатів випробування.

Результати обчислення наведено в таблиці.

Таблиця

Навантаження, кПа	Середнє значення показника, мм	Середнє квадратичне відхилення, мм	Коефіцієнт варіації, %	Відносна гарантована похибка γ , %	Необхідне число елементарних проб для заміру товщини при $\gamma=5\%$
2	1,43	0,035	2,41	5	15
20	1,12	0,023	2,05	5	11
200	0,94	0,013	1,38	5	5

Найбільше значення необхідної кількості елементарних проб для заміру товщини – 15. Отже, для забезпечення необхідної точності вимірювання потрібно провести не менше 15 випробувань. Порівнюючи результати обробки при різних навантаженнях, видно, що найменше розсіювання, а отже і найбільш точні результати випробувань, отримані при навантаженні 200 кПа.

4. Висновок

Таким чином в статті викладено метод визначення товщини АСМ, розроблений з врахуванням ребристої структури геограт, який дозволяє з достатньою точністю визначити товщину АСМ при обумовлених навантаженнях.

Вибрані параметри випробування, які забезпечують найбільш точні результати вимірювання товщини: площа навантаження 143 см^2 , величина навантаження 2, 20 або 200 кПа. Обґрунтовано вибір випробувального обладнання: прилад FC-01 для заміру товщини килимових покриттів та шість відокремлюючих металевих дисків. На основі проведених дослідів визначено, що для забезпечення необхідної точності товщини АСМ потрібно випробувати не менше 15 елементарних проб.

Література

1. ГОСТ 10681-75. Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения. – Введ. 1978-01-01. – М.: ИПК Из-во стандартов, 1997. – 30 с.
2. ГОСТ 12023-93. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины. – Введ. 2005-12-01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 14 с.
3. ГОСТ 29104.2-91. Ткани технические. Метод определения толщины. – Введ. 1993-01-01. – М.: ИПК Из-во стандартов, 2004. – 4 с.
4. ДСТУ EN ISO 9863-1:2008. Геосинтетика. Метод визначення товщини за обумовленими тисками (EN ISO 9863-1:2005, IDT). Частина 1. Окремі прошарки. – Введ. 2010-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 6 с.
5. ДСТУ EN ISO 9863-2:2007. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Частина 2. Процедура визначення товщини окремих прошарків багат шарового виробу за обумовленими тисками (EN ISO 9863-2:1996, IDT). – Введ. 2009-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 14 с.
6. ДСТУ ISO 10318:2002. Геотекстиль. Словник термінів (ISO 10318:1990, IDT). – Введ. 2004-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.
7. СОУ 45.2-00018112-025:2007. Дорожньо-будівельні матеріали. Матеріали геосинтетичні. Методи випробування. – Проект. – К.: Державна служба автомобільних доріг України, 2007. – 102 с.
8. СОУ МПП 59.080.30-059:2004. Матеріали текстильні. Методи обчислення норм показників якості продукції. – Введ. 2005-07-01. – К.: Мінпромполітики України, 2004. – 33 с.
9. МРВ.2.7-218-24729256-758:2009. Методичні рекомендації. Матеріали синтетичні для армування асфальтобетону. Методи випробування.
10. Гамеляк І.П., Кострицький В.В., Дмитренко Л.А., Шатило Т.В. Порівняння властивостей геограт для армування асфальтобетонного покриття // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – Вип.1 (39). – К.: КНУТД, 2008. – С. 33-41.