

УДК 625.7/.8

¹Гамеляк І.П., *д-р техн. наук, професор*, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

¹Бернацький І.І., <https://orcid.org/0000-0001-5729-4941>

²Дмитренко Л.А., <https://orcid.org/0000-0002-0735-1802>

¹Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

²Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, Україна

МЕТОД ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕРМОСТІЙКОСТІ АРМУЮЧИХ СИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація

Вступ. Армувальні синтетичні матеріали (АСМ) різних структур та сировинного складу широко використовують в сучасних технологіях будівництва доріг для армування шарів дорожніх конструкцій, що забезпечує їх довговічність та надійність.

Проблематика. При влаштуванні дорожнього покриття, внаслідок дії гарячого асфальтобетону на армувальний прошарок відбувається тепловий удар, внаслідок якого можливі надмірні деформації (збільшуються або зменшуються лінійні розміри) АСМ.

Мета. Метою даного дослідження є розробка методу визначення стійкості до теплових впливів зразків АСМ при контакті із зернистим матеріалом, нагрітим до встановленої температури.

Матеріали й методи. Для дослідження обрано типові АСМ різного сировинного складу, що використовуються як армувальний матеріал при облаштуванні доріг тощо.

Результати. Міцність на розрив АСМ за довжиною на основі сировини при збільшенні температури нагріву: із поліпропілену зменшується за лінійною залежністю; із скловолокна не змінюється; із поліефіру та полівінілспирту незначно зростає за лінійною залежністю.

Міцність на розрив АСМ за шириною зразка на основі різної сировини для усіх випробуваних матеріалів при збільшенні температури нагріву зменшується за лінійною залежністю та характеризується значним розкидом даних (6 – 10%), особливо для скловолокна (до 12 %).

Видовження АСМ: із скловолокна (за довжиною та шириною зразка) не змінюється при зміні температури нагріву ґратки і становить в середньому 3,1 %, із поліефіру зростає з 10,1 до 25 % за експоненційною залежністю (за довжиною зразка) та лінійною залежністю з 10,1 до 17,0 % (за шириною зразка) при зростанні температури нагріву ґратки, із поліпропілену незначно зростає за лінійною залежністю (за довжиною зразка) та практично не змінюється (за шириною зразка) при зростанні температури нагріву ґратки та характеризується великим розкидом даних.

Для АСМ із полівінілспирту не змінюються розміри (видовження постійне за довжиною зразка) та зменшується видовження з 8,8 до 6,0 % (за шириною зразка) при збільшенні температури нагріву ґратки від кімнатної до 250 °С.

Висновки. У статті розроблено метод визначення стійкості до теплових впливів зразків армувальних синтетичних матеріалів при контакті із зернистим матеріалом, нагрітим до встановленої температури, що моделює температурні впливи при влаштуванні асфальтобетонних шарів конструкції дорожнього одягу.

Ключові слова: армувальні синтетичні матеріали, конструкція дорожнього одягу, термовплив, міцність на розрив, видовження, зміна лінійних розмірів, критерії оцінки термостійкості.

Вступ

Армувальні синтетичні матеріали (АСМ) різних структур та сировинного складу широко використовують в сучасних технологіях будівництва доріг для армування шарів дорожніх конструкцій, що забезпечує їх довговічність та надійність.

Однак при влаштуванні дорожнього покриття внаслідок дії гарячого асфальтобетону на армувальний прошарок відбувається тепловий удар внаслідок якого можливі надмірні деформації (збільшуються або зменшуються лінійні розміри) АСМ, втрата жорсткості та міцності і врешті руйнування покриття.

Постановка проблеми

Вплив на механічні властивості АСМ різного сировинного складу при контакті їх поверхні з асфальтобетоном різних технологічних температур (від 140 до 175 °С, для литого асфальтобетону до 220 °С) не досліджений.

У практиці дорожнього будівництва відомі приклади руйнування покриття при неправильній технології використання жорстких поліпропіленових ґраток, які мають низьку температуру плавлення. Тому в залежності від складу асфальтобетонної суміші, марки бітуму, температури асфальтобетону необхідно вибрати відповідні АСМ, які не будуть піддаватися руйнуванню при укладанні в дорожній одяг.

Актуальність обраної теми і аналіз останніх досліджень та публікацій

На сьогодні відсутня методика вибору ґраток за показником «термостійкість» відповідно до діючих температурних режимів влаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу. Розробка такого методу дозволить внести відповідні зміни в норми [1 – 2]. Проведення вхідного контролю за розробленою методикою під час вибору ґраток дозволить уникнути передчасних руйнувань армованих асфальтобетонних покриттів, як це має місце у практиці будівництва [3 – 5].

Мета та завдання роботи

Розробити метод визначення стійкості до теплових впливів зразків АСМ при контакті із зернистим матеріалом, нагрітим до встановленої температури, що моделює температурні впливи при влаштуванні асфальтобетонних шарів конструкції дорожнього одягу.

Завдання роботи полягає за критеріями «термостійкості» зразка АСМ встановити показники: коефіцієнта втрати міцності та зміни лінійних розмірів після випробування.

Основна частина

Порядок підготовки до проведення випробувань

У залежності від типу АСМ і його використання в певній дорожньо-кліматичній зоні України:

- Вибирають зернистий наповнювач для металевого контейнера згідно ДСТУ Б В 2.7-29;
- Вибирають металевий та дерев'яний контейнери висотою 7 см ± 1 см із розміром основи (30 x 30,5) см ± 1 см;
- Температуру нагріву зернистого наповнювача обирають за ДСТУ Б В.2.7:2015;
- Розраховують необхідне навантаження на зразок АСМ, розміщений у дерев'яному контейнері і засипаний піском, розігрітим до температури за 6.3, яке повинно моделювати навантаження від шару асфальтобетону товщиною 7 см питомої ваги 2,34 т/м³;

– Вибирають навантаження від зернистого наповнювача з урахуванням його густини об'єм контейнера для моделювання постійного навантаження від ваги асфальтобетонного покриття. Розраховують привантаження піском, металевою пластиною і вантажем до досягнення питомого навантаження на випробний зразок АСМ 2,34 т/м³.

Відбирання проб АСМ і підготовку до випробувань проводять відповідно до ДСТУ 8607:2005.

Проведення випробувань

Вимірюють лінійні розміри точкових проб, які будуть піддані термовпливу, з точністю до 1 мм (l_0). Точкову пробу розміщують на дні дерев'яного контейнера і закріплюють по периметру у 4 місцях (кутах проби). На ребрах проби рівномірно закріплюють чотири термодатчики.

У металевий контейнер засипають певну масу піску. Розміщують контейнер і металеву пластину у термошафу і піддають нагріву до заданої температури.

Температура нагріву піску залежить від робочої термостійкості (температури) зразка АСМ (табл. 1).

Таблиця 1

Температура нагріву піску в залежності від термостійкості (робочої температури) зразка АСМ

| | | | | | |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Робоча температура зразка АСМ, °С | 90 ± 10 | 110 ± 10 | 130 ± 10 | 150 ± 10 | 170 ± 10 |
| Температура нагріву піску, °С | 120 ± 10 | 140 ± 10 | 190 ± 10 | 220 ± 10 | 240 ± 10 |

Після досягнення визначеної температури пісок висипають у підготовлений дерев'яний контейнер з пробою і привантажують.

Фіксують показники температури проби за допомогою чотирьох термодатчиків точково розташованих на ребрах зразка.

Випробування зразка продовжують, якщо його температура нагріву досягла робочої. У разі, якщо температура відрізняється на ± 5 °С від робочої, випробування повторюють на іншій пробі при температурі нагріву піску на 10 °С більше або менше попереднього значення.

Спостерігають процес охолодження проби, і при досягненні нею температури 40 °С звільняють від навантаження піском та привантаження і вилучають з контейнера.

Точкову пробу розташовують на горизонтальній поверхні і витримують в умовах за ДСТУ 8607:2015 не менше 12 годин. Після підготовки проби вимірюють її лінійні розміри: по три виміри за довжиною та шириною проби в мм з точністю до 1 мм (l_1). Підготовлюють з точкових проб елементарні для визначення характеристик при розтяганні.

Термовпливу піддаються 6 точкових проб. З підготовлених точкових проб вирізають 10 ребер за довжиною (з трьох точкових проб) та 10 ребер за шириною (з трьох точкових проб). Підраховують кількість ребер на 1 м випробного зразка АСМ за довжиною і шириною та готують по 6 точкових проб розміром 200 × 200 мм. З трьох готують 10 елементарних проб (ребер) за довжиною і з трьох за шириною для визначення вихідних характеристик міцності.

Граничну міцність і видовження при граничній міцності елементарних проб до і після термовпливу визначають за ДСТУ EN ISO 10319:2007 з урахуванням вимог ДСТУ 8607:2015 (рис. 1).

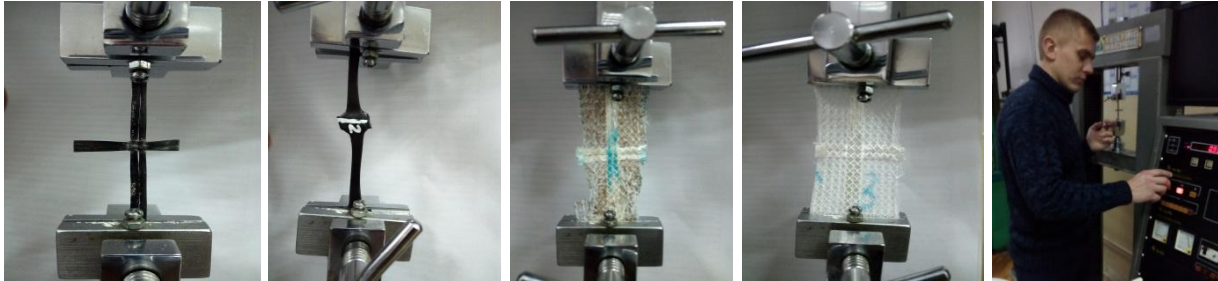


Рисунок 1 – Фото випробувань елементів АСМ

У разі проведення випробувань з метою встановлення нормованого рівня показників термостійкості АСМ для внесення в нормативну документацію зразки піддають випробуванням при температурах (табл. 1) за процедурою, передбаченою методикою. За отриманими результатами визначають показники термостійкості, отримані при кожній температурі випробування.

Обробка результатів випробувань

Температуру нагріву АСМ при контакті з розігрітою зернистою масою визначають як середню арифметичну з чотирьох показників точкових контактних датчиків.

Зміну лінійних розмірів за довжиною і шириною зразків розраховують як середню арифметичну із результатів вимірів в мм за довжиною і шириною:

$$L = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \times 100, \tag{1}$$

де l_0 – вихідна довжина проби, мм;

l_1 – довжина проби після термовпливу, мм.

Обчислення показників проводять з точністю до другого десяткового значення і округлюють до першого десяткового знака.

Граничну міцність при розриві зразка АСМ – вихідну і після теплового навантаження обчислюють за формулами (2 - 4):

$$P = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n P_i, \tag{2}$$

$$P_i = P_p \times k, \tag{3}$$

$$P_{вн} = \frac{1}{n_{вн}} \times \sum_{j=1}^n P_{внj}, \tag{4}$$

де P_i – гранична міцність i проби, кН/м;

P_p – гранична міцність одного ребра, кН/м;

$P_{внj}$ – гранична міцність j проби після теплового навантаження, кН/м;

n – загальна кількість випробувальних проб;

$n_{вн}$ – загальна кількість проб, підданих тепловому навантаженню;

k – кількість ребер, шт.

Обчислення показників проводять з точністю до другого десяткового значення і округлюють до першого десяткового знака.

Коефіцієнт збереження міцності у відсотках обчислюють за формулою (5):

$$K_{зм} = \frac{P_{вн}}{P} \times 100\% \quad (5)$$

Обчислення проводять з точністю до другого десяткового значення і округлюють до першого десяткового знака.

Оцінювання результатів випробування

При випробуванні на визначення відповідності показників термостійкості нормованому рівню нормативної документації зразок вважається таким, що пройшов випробування, якщо його показники термостійкості відповідають вимогам нормативної документації.

В разі встановлення нормованого рівня показників термостійкості для внесення робочих температур в нормативну документацію на зразок АСМ встановлюють експериментально таку температуру, при якій коефіцієнт збереження міцності зразка АСМ не менше 80 %. Допустимий показник зміни лінійних розмірів АСМ різного сировинного складу після термовпливу при певній температурі встановлено експериментально для АСМ, виготовлених:

- з поліпропілену – не більше 3 %;
- з скловолокна – не більше 1,5 %;
- з поліефіру – не більше 3 %;
- з полівінілспиртового волокна – не більше 2 %.

Об'єкти дослідження

Об'єктом дослідження обрано типові АСМ різного сировинного складу, що використовуються як армувальний матеріал при облаштуванні доріг, схилів тощо: геогратки марки Асфальтекс, виготовлені із скловолокна з асфальтовим покриттям і марки Тепах з поліпропілену, а також гратки марок RSR з поліефіру і RSM, виготовлені із полівінілспиртових волокон. Дослідження граток різного сировинного складу, що найбільш широко використовуються для армування асфальтобетонних покриттів, проведені в сертифікованій лабораторії АДВЛ «Текстиль-ТЕСТ» за показником «термостійкість».

Структурні характеристики і фізико-механічні властивості об'єкту дослідження наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристики АСМ

| Найменування показника | Одиниця виміру | Значення | | | | |
|--|----------------|--------------|--------|------|----|--------|
| | | Поліефір | | Скло | ПП | ПВС |
| Сировинний склад | | Поліефір | | Скло | ПП | ПВС |
| Кількість ребер на 1 м | | | | | | |
| – за довжиною | шт. | | 20 | 24 | 17 | 19 |
| – за шириною | шт. | | 23 | 23 | 17 | 25 |
| Розтягувальне напруження, EN ISO 10319 та ДСТУ 8607:2015 | кН/м | Середнє, MD | 60 | 45 | 40 | 55 |
| | | Похибка | -5 | -5 | | -5 |
| | | Середнє, CMD | 60 | 45 | 40 | 55 |
| | | Похибка | -5 | -5 | -5 | -5 |
| Відносна деформація при максимальному видовженні, EN ISO 10319 та ДСТУ 8607:2015 | % | MD | 10 | 4 | 11 | 4 |
| | | Похибка | +/-3,5 | - | -5 | +/-1,5 |
| | | CMD | 10 | 4 | 11 | 4 |
| | | Похибка | +/-1,5 | - | - | +/-1,5 |

Термостійкість (робоча температура t , °C) АСМ різного сировинного складу наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Термостійкість (робоча температура t , °C) АСМ різного сировинного складу

| Волокна | Поліпропіленові | Поліефірні | Скловолокна з бітумним покриттям | Полівінілспиртові |
|-----------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|-------------------|
| Робоча температура зразка АСМ, °C | 130 | 160 | 200 | 160 |

Приклад встановлення нормованих робочих температур (термостійкості) зразків марок Тепах (поліпропілен), Асфальтекс (скловолокно), Armatex RSR (поліефір), Armatex RSM (полівінілспирт) наведено у табл. 1 та рис. 2-4.

Приклад стану ґраток різного сировинного складу після витримування при температурі від 100 °C до максимальної температури 200 - 250 °C наведено на рис. 2.

За результатами вимірювань температури отримано математичні моделі остигання АСМ. Так, зміна температури жорсткої поліпропіленової ґратки після нагрівання до температури від 100 до 250 °C визначається залежністю (рис. 4):

$$T_{GR}(T_p, t) = A_0(T_p) \times e^{A_1(T_p) \times t}, \quad (6)$$

коефіцієнт A_0

$$A_0(T_p) = 0.001587 \times T_p^2 + 0.052489 \times T_p + 69.003982 \quad (7)$$

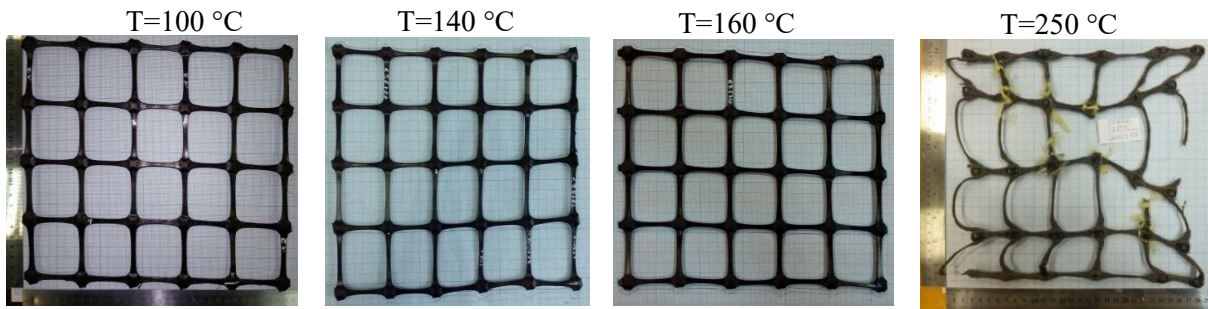
коефіцієнт A_1

$$A_1(T_p) = 0.00000010 \times T_p^2 + 0.00000485 \times T_p - 0.0002594 \quad (8)$$

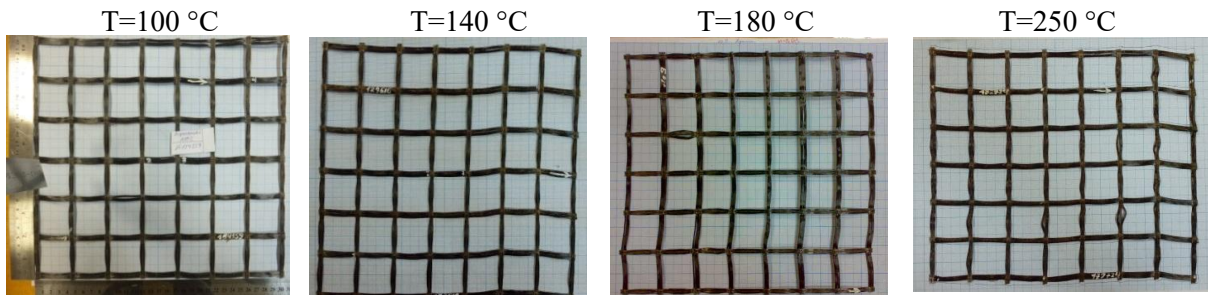
де, T_p – температура нагріву піску від 100 до 250 °C;

t – час остигання, хв жорсткої ґратки після нагрівання.

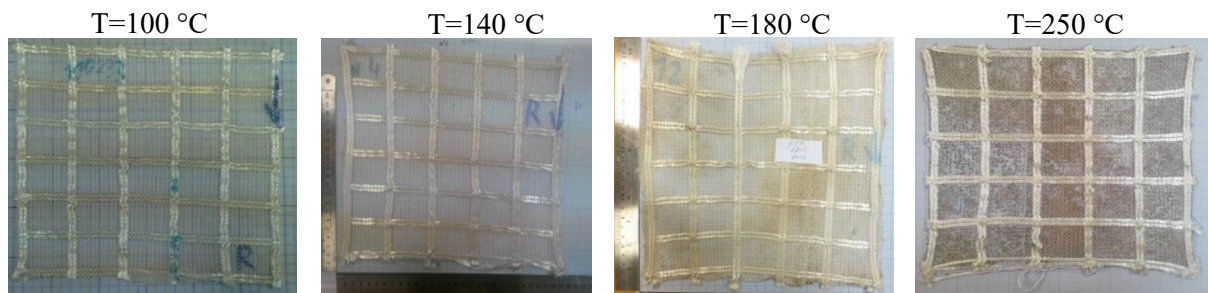
Вигляд ґратки при нагріві піску до температури:



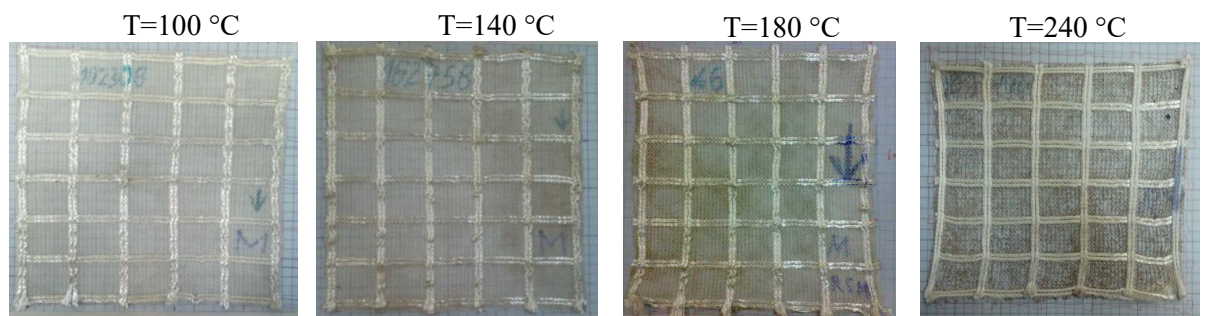
а) поліпропіленова



б) скловолоконна



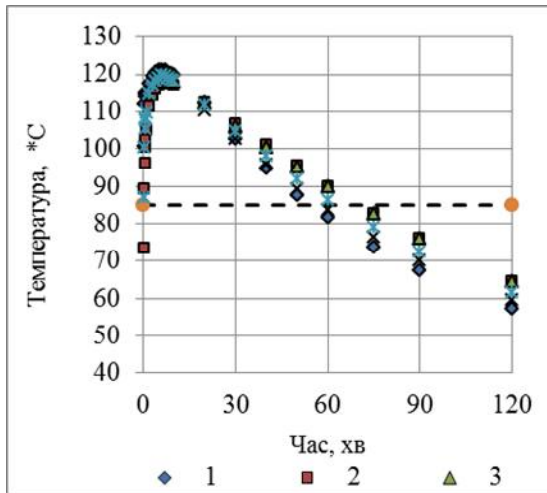
в) полієфірна



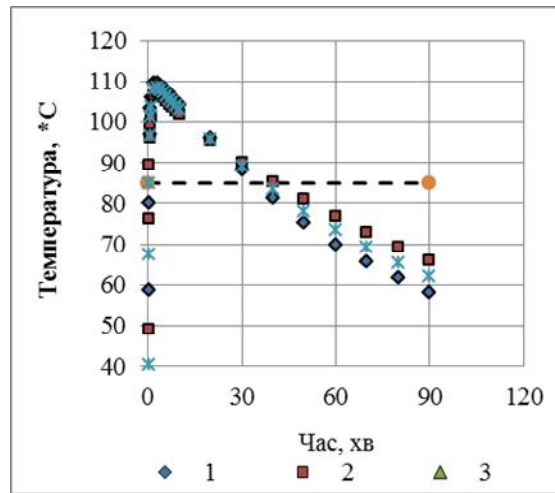
г) полівінілспиртова

Рисунок 2 – Загальний вигляд АСМ після витримування при температурі нагріву піску від 100 °C до максимальної температури 240 - 250 °C

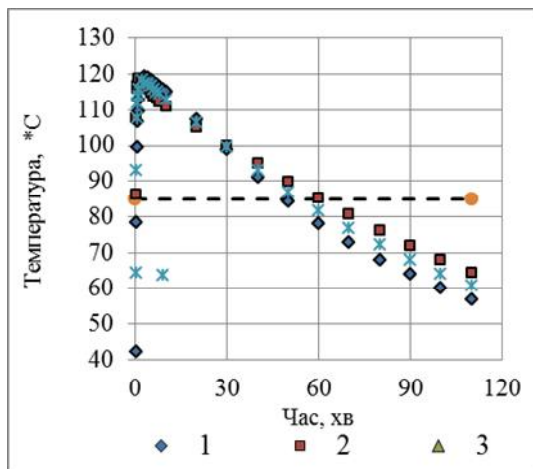
Приклади зміни мінімальної середньої та максимальної температури різних ґраток залежно від часу остигання для піщаного шару засипки з температурою 150 °С наведено на рис. 3.



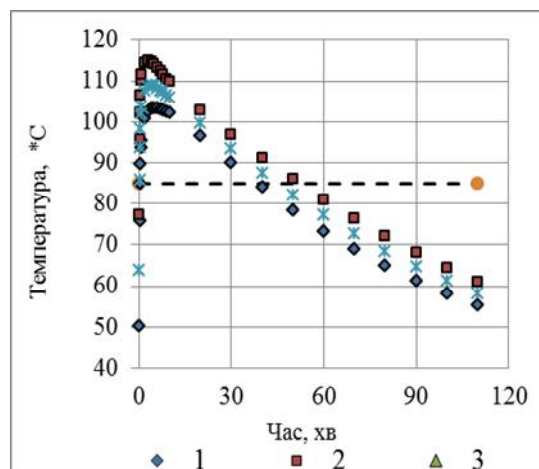
а) поліпропіленова



б) скловолоконна



в) полієфірна



г) полівінілспиртова

Рисунок 3 – Залежність мінімальної середньої та максимальної температури різних ґраток від часу остигання для піщаного шару засипки з температурою 150 °С.

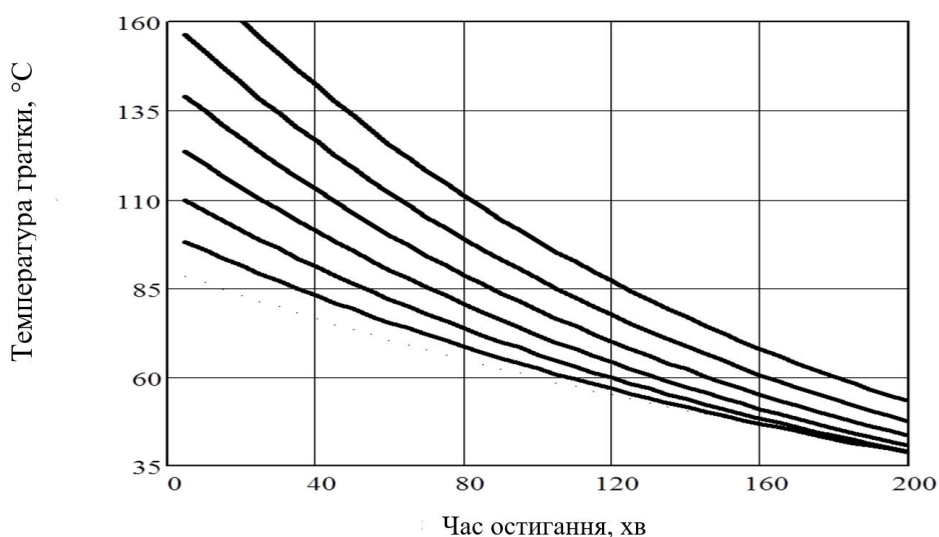
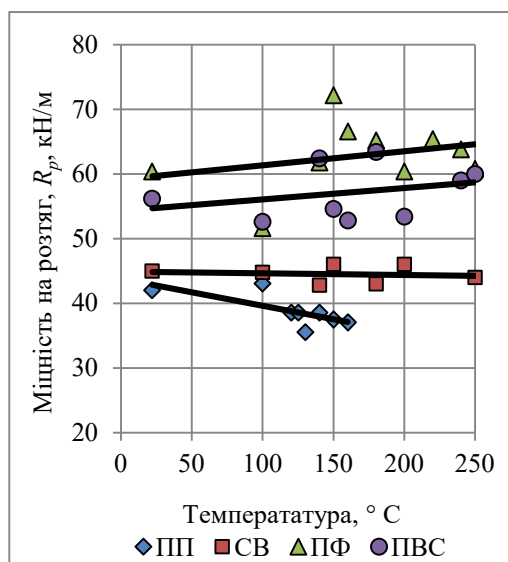


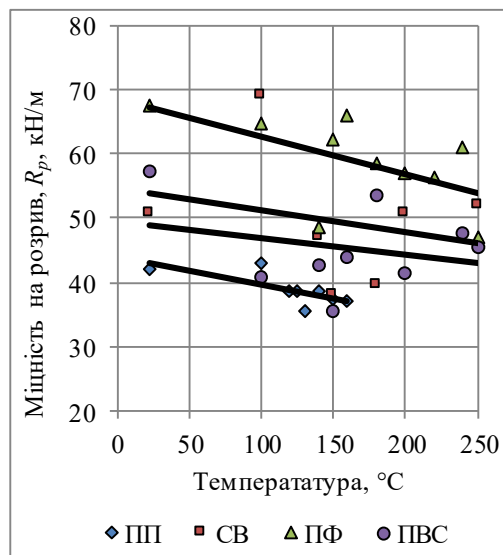
Рисунок 4 – Результати розрахунку остигання жорсткої ґратки при нагріванні до температури від 100 до 250 °C за математичною моделлю

Порівняння міцності АСМ, R_p , кН/м випробуваних після остигання внаслідок нагріву до заданої температури наведено на рис. 5.

Міцність на розрив АСМ за довжиною на основі сировини при збільшенні температури нагріву: із поліпропілену зменшується за лінійною залежністю; із скловолокна не змінюється; із поліефіру та полівінілспирту незначно зростає за лінійною залежністю.



а) за довжиною зразка



б) за шириною зразка

Рисунок 5 – Залежність міцності АСМ, R_p , кН/м після остигання внаслідок нагріву до заданої температури:

Міцність на розрив АСМ за шириною зразка на основі різної сировини для усіх випробуваних матеріалів при збільшенні температури нагріву зменшується за лінійною залежністю та характеризується значним розкидом даних (6 – 10 %), особливо для скловолокна (до 12 %).

Порівняння відносного видовження АСМ, %, випробуваних після нагріву до заданої температури і остигання наведено на рис. 6.

Видовження АСМ: із скловолокна (за довжиною та шириною зразка) не змінюється при зміні температури нагріву ґратки і становить в середньому 3,1 %, із поліефіру зростає з 10,1 до 25 % за експоненційною залежністю (за довжиною зразка) та лінійною залежністю з 10,1 до 17,0 % (за шириною зразка) при зростанні температури нагріву ґратки, із поліпропілену незначно зростає за лінійною залежністю (за довжиною зразка) та практично не змінюється (за шириною зразка) при зростанні температури нагріву ґратки та характеризується великим розкидом даних.

Для АСМ із полівінілспирту не змінюються розміри (видовження постійне за довжиною зразка) та зменшується видовження з 8,8 до 6,0 % (за шириною зразка) при збільшенні температури нагріву ґратки від кімнатної до 250 °С.

Найбільший вплив збільшення температури нагріву отримано на зміну лінійних розмірів зразка (рис. 7). Для всіх матеріалів (окрім на основі скловолокна за довжиною зразка) спостерігається експоненційне зростання лінійних розмірів від зростання температури. За довжиною найбільше видовження до 8,0 % отримано для поліефірних ґраток (рис. 7а). Для АСМ на основі скловолокна за довжиною зразка спостерігається навіть незначна усадка (зменшення розмірів до 0,5 %). За шириною зразка поліпропіленові та поліефірні ґратки показали практично однакову зміну лінійних розмірів (до 4,5 %), тільки зі зміщенням температури нагріву (160 °С для ПП та 250 °С для ПФ) (рис. 7б).

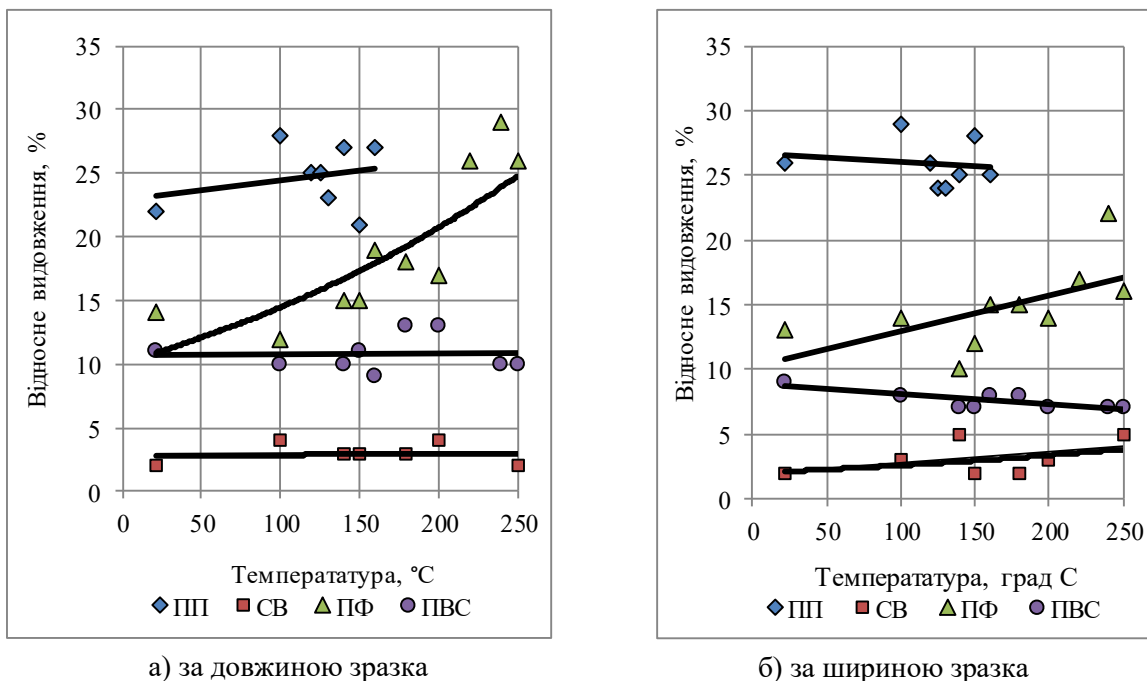


Рисунок 6 – Залежність видовження АСМ, %, після остигання внаслідок нагріву до заданої температури

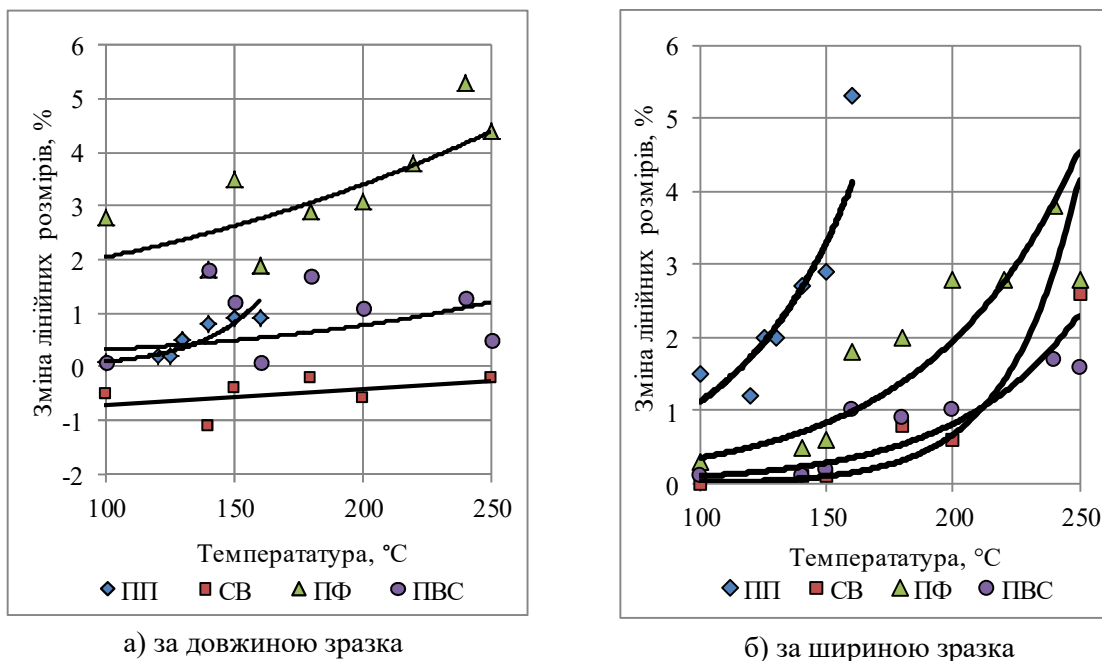


Рисунок 7 – Залежність зміни лінійних розмірів АСМ, Δl за формулою (1), % після остигання внаслідок нагріву до заданої температури

Висновки

Розроблено метод визначення теплостійкості АСМ, сутність якого полягає у визначенні зміни граничної міцності і видовження при граничній міцності або зміни лінійних розмірів зразків АСМ при контакті із зернистим матеріалом, нагрітим до встановленої температури, що моделює температурні впливи при влаштуванні асфальтобетонних шарів дорожніх конструкцій.

Сутність методу визначення залишкової міцності (деформативності) геосинтетичних матеріалів (геораток, геотекстилів, композитних матеріалів) при армуванні основи дорожнього одягу полягає у визначенні зміни граничної міцності і видовження при граничній міцності або зміни лінійних розмірів зразків ГМ при контакті із зернистим матеріалом при влаштуванні зернистих шарів дорожніх конструкцій.

Розроблено методичні рекомендації зі встановлення коефіцієнтів зменшення міцності геосинтетичних матеріалів на етапі будівництва, що поширюється на армувальні синтетичні матеріали (АСМ), призначені для армування асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх конструкцій та армування шарів основи дорожнього одягу.

Розроблено методику визначення термостійкості АСМ, яка увійшла як зміни в ДСТУ 8607 Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань.

Перспективи подальших досліджень

Метод може в подальшому застосовуватися:

- для періодичних випробувань за показником «термостійкість», нормованим нормативною документацією зразків АСМ різного сировинного складу і структур (геораток, геокомпозитів тощо);

– для встановлення нормованого показника термостійкості (робочої температури, при влаштуванні асфальтобетонних шарів при будівництві доріг) для внесення у нормативну документацію.

Список літератури

1. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги. Київ, 2014. 147 с. (Інформація та документація).
2. ДСТУ 8607:2015 Матеріали геосинтетичні дорожні. Методи випробування. Київ, 2015. 57 с. (Інформація та документація).
3. СОУ 45.2-00018112-076:2012 Асфальтобетонні шари з армуючими прошарками. Метод визначення розрахункових характеристик. Київ, 2012. 29 с. (Інформація та документація).
4. Р В.2.3-218-21476215-734:2008 Рекомендації з застосування армуючих синтетичних матеріалів різного типу для армування асфальтобетонних шарів при проектуванні конструкцій підсилення дорожнього одягу. Київ, 2008. 57 с. (Інформація та документація).
5. Гамеляк І.П., Бернадський І.І., Дмитренко Л.А., Шатило Т.В. Визначення теплостійкості та термостійкості георіток при армуванні асфальтобетонних покриттів. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2014. Вип. 91. С. 41–51.
6. Gameliak I, Zhurba, G., Kostrycky, V. & Dmitrenko, L. Determination of geosynthetic materials resistance to cyclic loading. *Proceedings of the 9th Internet Conference on Geosynthetics*. Guarujá, 2010. 3. P. 631–634.
7. Кашина Н.І. Проектування в'язаних георешіток із заданими експлуатаційними властивостями: дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2014. 172 с.

REFERENCES

1. Industry Building Codes (GBN V.2.3-37641918-544:2014) Zastosuvannia heosyntetychnykh materialiv u dorozhnikh konstruktsiiakh. Osnovni vymohy (Application of geosynthetic materials in road constructions. Basic requirements). Kyiv, 2014. 147 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
2. State Standard of Ukraine (DSTU 8607:2015) Materialy heosyntetychni dorozhni. Metody vyprobuvannia. (Geosynthetic materials for road. Test methods) Kyiv, 2015. 57 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
3. Standard of organization of Ukraine (SOU 45.2-00018112-076:2012) Asfaltobetonni shary z armuiuchymy prosharkamy. Metod vyznachennia rozrakhunkovykh kharakterystyk (Asphalt concrete layers with reinforcing layers. Method of determining the calculation characteristics). Kyiv, 2012. 29 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
4. Р В.2.3-218-21476215-734:2008 Rekomendatsii z zastosuvannia armuiuchykh syntetychnykh materialiv riznoho typu dlia armuvannia asfaltobetonnykh shariv pry proektuvanni konstruktsii pidsylennia dorozhnoho odiahu (Recommendations on the use of reinforcing synthetic materials of various types for the reinforcement of asphalt concrete layers in the design of road pavement). Kyiv, 2008. 57 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
5. Hameliak I.P., Bernadskyi I.I., Dmytrenko L.A., Shatylo T.V. Vyznachennia teplostiikosti ta termostiikosti heogratok pry armuvanni asfaltobetonnykh pokryttiv (Determination of heat resistance and heat resistance of geogrids during reinforcement of asphalt concrete coatings). *Avtomobil'ni dorogi i dorozhne budivnictvo*. Kiev, 2014. Вип. 91. P. 41–51. [in Ukrainian].
6. Gameliak I, Zhurba, G., Kostrycky, V. & Dmitrenko, L. Determination of geosynthetic materials resistance to cyclic loading. *Proceedings of the 9th Internet Conference on Geosynthetics*. Guarujá, 2010. 3. P. 631–634. [in Brazil].

7. Kashyna N.I. Proektuvannia viazannykh heoreshitok iz zadanymy ekspluatatsiinymy vlastyvostiamy (Designing knitted geogrids with given operational properties). Ph.D (Ing.). St. Petersburg, 2014. 172 p. [in Russian].

¹Igor Gameliak, D.Sc., Profesor, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

¹Ivan Bernatsky, <https://orcid.org/0000-0001-5729-4941>

²Liudmyla Dmitrenko, <https://orcid.org/0000-0002-0735-1802>

¹National Transport University, Kyiv, Ukraine

²National University Technology and design, Kyiv, Ukraine

METHOD FOR DETERMINING THE THERMAL RESISTANCE OF REINFORCING SYNTHETIC MATERIALS

Abstract

Introduction. Synthetic reinforcing materials (RSM) of various structures and raw materials are widely used in modern technologies of construction of roads for reinforcement of layers of road structures which ensures their durability and reliability.

Problem statement. When the road surface is arranged, due to the impact of hot asphalt concrete on the reinforcing layer, there is a heat stroke which may cause excessive deformation (increasing or decreasing the linear dimensions) of the RSM.

Purpose. The purpose of this study is to develop a method for determining the resistance to thermal impacts of samples of RSM in contact with granular material heated to the set temperature.

Materials and methods. For the study, typical RSM of different raw materials are selected which are used as a reinforcing material at the arrangement of roads, etc.

Results. Tensile strength of the RSM on the basis of raw material with increasing temperature of heating: from polypropylene - decreases by linear dependence; from fiberglass – does not change; from polyester and polyvinyl alcohol - increases linearly by the linear dependence.

Tensile strength of the RSM along the sample's width on the basis of different raw materials for all tested materials with increasing heating temperature is reduced by linear dependence and is characterized by a significant spread of data (6-10%), especially for fiberglass (up to 12%).

Elongation of RSM: from fiberglass (along the length and width of the specimen) – does not change when the heating temperature of the grid is changed and in average is 3.1 %; from polyester – increases from 10.1 to 25 % by exponential dependence (along the length of the sample) and by linear dependence from 10,1 to 17,0 % (along the width of the sample) with increasing temperature of the grid heating; from polypropylene – slightly increases by linear dependence (along the length of the sample) and practically does not change (along the width of the sample) with increasing temperature of the grid heating and is characterized by a large spread of data.

For RSM from polyvinyl alcohol, the size does not change (the elongation is constant along the length of the sample) and the elongation from 8.8 to 6.0 % (along width of the sample) decreases with increasing the temperature of the grid heating, from the ambient temperature to 250 °C.

Conclusion. In the article, the method for determining the resistance to thermal impact of the reinforcing synthetic materials (RSM) samples in contact with the granular material heated up to the established temperature is developed that is modeling the temperature impacts at the arrangement of asphalt layers of road pavement structures.

Key words: reinforcing synthetic materials, road pavement structure, thermal impact, tensile strength, elongation, change in linear dimensions, criteria for evaluation of thermal stability.

¹Гамеляк И.П., *д-р техн. наук, профессор*, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

²Бернацкий И.И., <https://orcid.org/0000-0001-5729-4941>

²Дмитренко Л.А., <https://orcid.org/0000-0002-0735-1802>

¹Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

²Киевский национальный университет технологий и дизайна, г. Киев, Украина

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОСТОЙКОСТИ АРМИРУЮЩИХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

Введение. Армирующие синтетические материалы (АСМ) различных структур и состава широко используются в современных технологиях строительства дорог для армирования слоев дорожных конструкций, что обеспечивает их долговечность и надежность.

Проблематика. При устройстве дорожного покрытия, вследствие действия горячего асфальтобетона на армирующий слой происходит тепловой удар, вследствие которого возможны чрезмерные деформации (увеличиваются линейные размеры) АСМ.

Цель. Целью данного исследования является разработка метода определения устойчивости к тепловым воздействиям образцов АСМ при контакте с зернистым материалом нагретым до установленной температуры.

Материалы и методы. Для исследования выбраны типичные АСМ различного сырьевого состава, используемые как армирующий материал при обустройстве дорог и тому подобное.

Результаты. Прочность на разрыв АСМ по длине на основе сырья при увеличении температуры нагрева: из полипропилена уменьшается по линейной зависимости; из стекловолокна не изменяется; из полиэфира и поливинилспирту незначительно растет по линейной зависимости.

Прочность на разрыв АСМ по ширине образца на основе различного сырья для всех испытанных материалов при увеличении температуры нагрева уменьшается по линейной зависимости и характеризуется значительным разбросом данных (6 – 10 %), особенно для стекловолокна (до 12 %).

Удлинение АСМ: из стекловолокна (по длине и ширине образца) не изменяется при изменении температуры нагрева решетки и составляет в среднем 3,1 %, из полиэфира растет с 10,1 до 25 % по экспоненциальной зависимости (по длине образца) и по линейной зависимости 10,1 до 17,0 % (по ширине образца) при росте температуры нагрева решетки, из полипропилена незначительно растет по линейной зависимости (по длине образца) и практически не меняется (по ширине образца) при росте температуры нагрева решетки и характеризуется большим разбросом данных.

Для АСМ из поливинилспирта не изменяются размеры (удлинение постоянное по длине образца) и уменьшается удлинение с 8,8 до 6,0 % (по ширине образца) при увеличении температуры нагрева решетки от комнатной до 250 °С.

Выводы. В статье описан метод определения устойчивости к тепловым воздействиям образцов армирующих синтетических материалов при контакте с зернистым материалом, нагретым до установленной температуры, моделирующий температурные воздействия при устройстве асфальтобетонных слоев конструкции дорожной одежды.

Ключевые слова: армирующие синтетические материалы, конструкция дорожной одежды, термовлияние, прочность на разрыв, удлинение, изменение линейных размеров, критерии оценки термостойкости.