

УДК 625.731.1

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ТА ТЕРМОСТІЙКОСТІ ГЕОГРАТОК ПРИ АРМУВАННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Бернадський І.І., Дмитренко Л.А.,
Шатило Т.В.

Анотація. В статті наводяться результати випробувань гнучких геограток що використовуються при армуванні асфальтобетонних покриттів з метою визначення їх теплостійкості при дії технологічних температур.

Об'єкт дослідження – армуючий синтетичний матеріал у вигляді поліефірних граток до термообробки та після термообробки.

Мета роботи – дослідження зміни фізико – механічних властивостей армуючих геосинтетичних матеріалів при дії температурних впливів та встановлення показників термостійкості геотекстильної ґратки, виготовленої з поліефірних ниток.

Метод дослідження – експериментальне визначення фізико – механічних властивостей армуючих геосинтетичних матеріалів при дії температурних впливів та статистичний аналіз результатів випробувань.

За результатами досліджень для поліефірних граток при температурі 160 °С встановлено, що розривне навантаження зменшується незначно (всього на 7%).

Однак, при цьому видовження при розриві збільшується в 2,44 рази. Для розрахунків армування необхідно враховувати, що коефіцієнт зменшення міцності при деформації 2% та 5% становить відповідно 1,58 та 2,11.

Розрахункове значення модуля пружності поліефірних ґраток слід приймати для матеріалу до термообробки 560,3 кН/м та 533,7 кН/м при деформації відповідно 2% та 5%. Після термообробки розрахункові значення модуля пружності поліефірних ґраток більш як вдвічі зменшуються і становлять 331,5 кН/м та 268,1 кН/м при деформації відповідно 2% та 5%.

Результати статті можуть бути враховані при використанні полімерних геосинтетичних матеріалів, для армування асфальтобетонних шарів дорожніх та аеродромних одягів.

Ключові слова: ключові слова: геогратка, температурні впливи, міцність на розтяг, відносна деформація, термостійкість, теплостійкість.

Анотація. В статті приводяться результати испытаний гибких геосеток, используемых при армировании асфальтобетонных покрытий с целью определения их теплостойкости при воздействии технологических температур.

Объект исследования - армирующий синтетический материал в виде полиэфирных сеток до термообработки и после термообработки.

Цель работы - исследование изменения физико - механических свойств армирующих геосинтетических материалов при температурных воздействиях и установление показателей термостойкости геосеток, изготовленных из полиэфирных нитей.

Метод исследования экспериментальное определение физико - механических свойств армирующих геосинтетических материалов при воздействии технологических температур и статистический анализ результатов испытаний.

По результатам исследований для полиэфирных решеток при температуре 160 °С установлено, что разрывная нагрузка уменьшается незначительно (всего на 7%). Однако, при этом удлинение при разрыве увеличивается в 2,44 раза. Для расчетов армирования необходимо учитывать, что коэффициент уменьшения прочности при деформации 2% и 5% составляет соответственно 1,58 и 2,11.

Расчетное значение модуля упругости полиэфирных решеток следует принимать для материала до термообработки 560,3 кН/м и 533,7 кН/м при деформации соответственно 2% и 5%. После термообработки расчетные значения модуля упругости полиэфирных решеток более чем в два раза

уменьшаются и составляют 331,5 кН/м и 268,1 кН/м при деформации соответственно 2% и 5%.

Результаты статьи могут быть учтены при использовании полимерных геосинтетических материалов, для армирования асфальтобетонных слоев дорожных и аэродромных одежд.

Ключевые слова: геосетка, температурные воздействия, прочность на растяжение, относительная деформация, термостойкость, теплостойкость.

Annotation. The paper presents the results of tests of flexible geogrid used for reinforcing asphalt pavement to determine their heat resistance at the technological temperatures.

The object of study - a reinforcing material in the form of synthetic polyester grid to heat treatment after heat treatment.

Purpose - investigation change physical - mechanical properties of geogrid reinforced by the action of temperature effects and set the parameters of the thermal stability geogrid made of polyester yarn.

Research method - experimental determining physical - mechanical properties of geogrid reinforcement by the action of temperature effects and statistical analysis of test results.

According to the research for polyester grid at 160 ° C revealed that breaking load decreases only 7%. However, while the elongation at break increases by 2.44 times. To calculate the reinforcement should be aware that strength reduction factor for strain of 2% and 5% is respectively 1.58 and 2.11.

Estimated value of elastic modulus polyester grid should be used for treating material to 560.3 kN/m and 533.7 kN/m during deformation under 2% and 5%. After the heat treatment of estimated elastic modulus polyester grsd over half are declining and 331.5 kN/m and 268.1 kN/m during deformation under 2% and 5%.

The results of the article can be taken into account when using polymeric geogrid for reinforcement layers of asphalt road and airfield pavements.

Key words: geogrid, temperature effects, tensile strength, strain, heat resistance, temperature resistance.

Вступ

У процесі будівництва доріг при укладанні асфальтобетонної суміші та ущільненні асфальтобетону геотекстильні матеріали піддаються дії підвищених температур [1].

Тому при виборі полімерних геотекстильних матеріалів для будівництва доріг приділяють увагу їх тепло- і термостійкості [2-3]. Теплостійкість - збереження комплексу механічних властивостей при підвищених температурах; термостійкість - характеризує зміну міцності і видовження матеріалу, які визначаються після нагріву і наступного його охолодження.

На стійкість полімерів до підвищених температур в основному впливають хімічна будова полімеру і обумовлена нею інтенсивність міжмолекулярної взаємодії, середовище (наявність кисню, вологи) в якому полімер прогрівається та час нагріву.

Під дією підвищених температур в полімерних геотекстильних матеріалах можуть відбуватися зворотні і незворотні зміни фізико - механічних властивостей, хімічної структури, зовнішнього вигляду, розм'якшення або розплавлення.

Мета роботи: дослідити зміну фізико – механічних властивостей армуючих геосинтетичних матеріалів (АСМ) при дії температурних впливів та встановити показники термостійкості геотекстильної ґратки, виготовленої з поліефірних ниток.

Основна частина

Дослідження геотекстильних ґраток, виготовленої з поліефірних ниток, 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 наведені в табл. 1.

Для моделювання в лабораторних умовах температурних впливів під час використання геограток був визначений розподіл температурних полів при укладці та остиганні асфальтобетонних шарів. Цей розподіл визначений за допомогою тепловізора. Приклад термограм, отриманих при ремонті покриття на Південному мосту в м. Києві 22.11.2012 року наведено на рис. 1.

Спостереження за остиганням шару із литої асфальтобетонної суміші різної товщини від 2 до 7 см дозволило встановити залежність температури поверхні покриття від часу остигання.

Таблиця 1 - Характеристики АСМ (поліефір)

Найменування показника	Один. виміру	Значення	
Сировинний склад		поліефір	
Кількість ребер на 1 м за довжиною за шириною	шт.		22
	шт..		22
Розтягуюче напруження, EN ISO 10319 та СОУ 45.2-00018112-025: 2007	кН/м	Середнє, MD	60
		Похибка	-5
	кН/м	Середнє, CMD	60
		Похибка	-5
Відносна деформація при максимальному видовженні, EN ISO 10319 та СОУ 45.2-00018112-025: 2007	%	MD	10
		Похибка	+/-1,5
		CMD	10
		Похибка	+/-1,5

За результатами тепловізійного обстеження покриття отримана залежність температури поверхні покриття від часу остигання литої асфальтобетонної суміші різної товщини (від 2 до 7 см) при температурі навколишнього середовища 0 ... 5 °С (рис. 2).

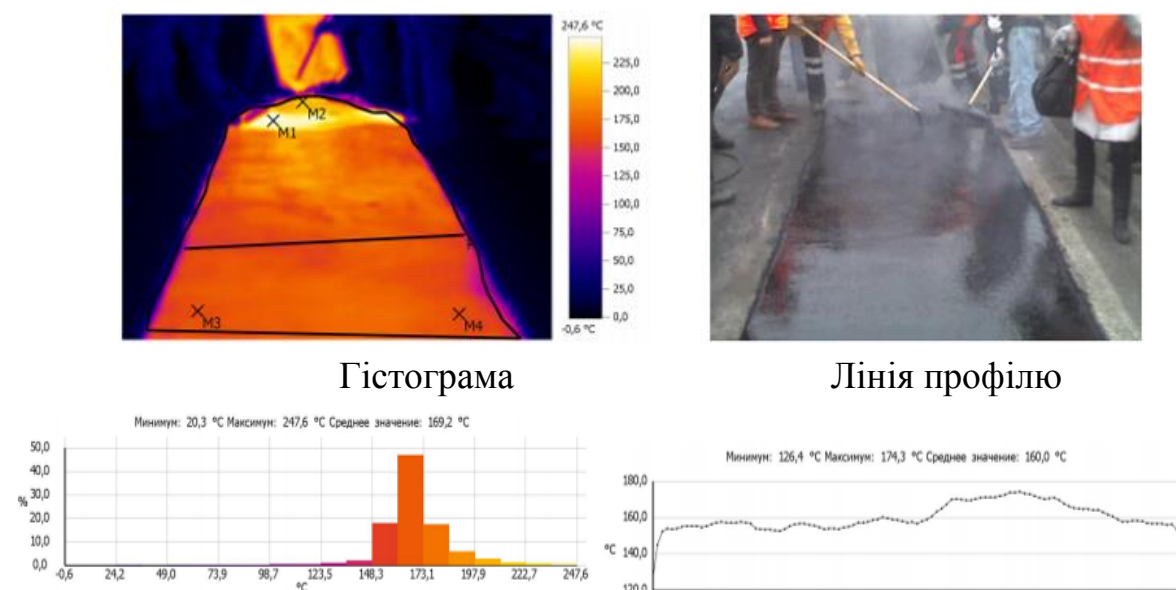


Рисунок 1 - Приклад термограми фотозображення і результати обробки при тепловізійному обстеженні процесу ремонту покриття литою асфальтобетонною сумішшю

Отримані дані є основою для обґрунтування температурних режимів витримання зразків геосинтетики в лабораторних умовах для випробування на термостійкість.

Стійкість геосітки до температури близької температурі укладання асфальтобетонної суміші досліджувалась за наступною методикою: з полотна вирізали дві групи зразків - одну для визначення міцності й видовження зразків за стандартним методом, другу групу зразків піддавали нагріванню в камері при температурі 160 °С протягом 2 год. Після нагріву зразки вилучали з камери, витримували 24 години в нормальних умовах, після чого визначали міцність і видовження при розриві.

Діаграми розтягання – деформація зразків до і після термообробки надані на рис. 3 - 4. Відповідно в табл. 2 та 3 наведені результати обробки випробування ґраток до та після термообробки.

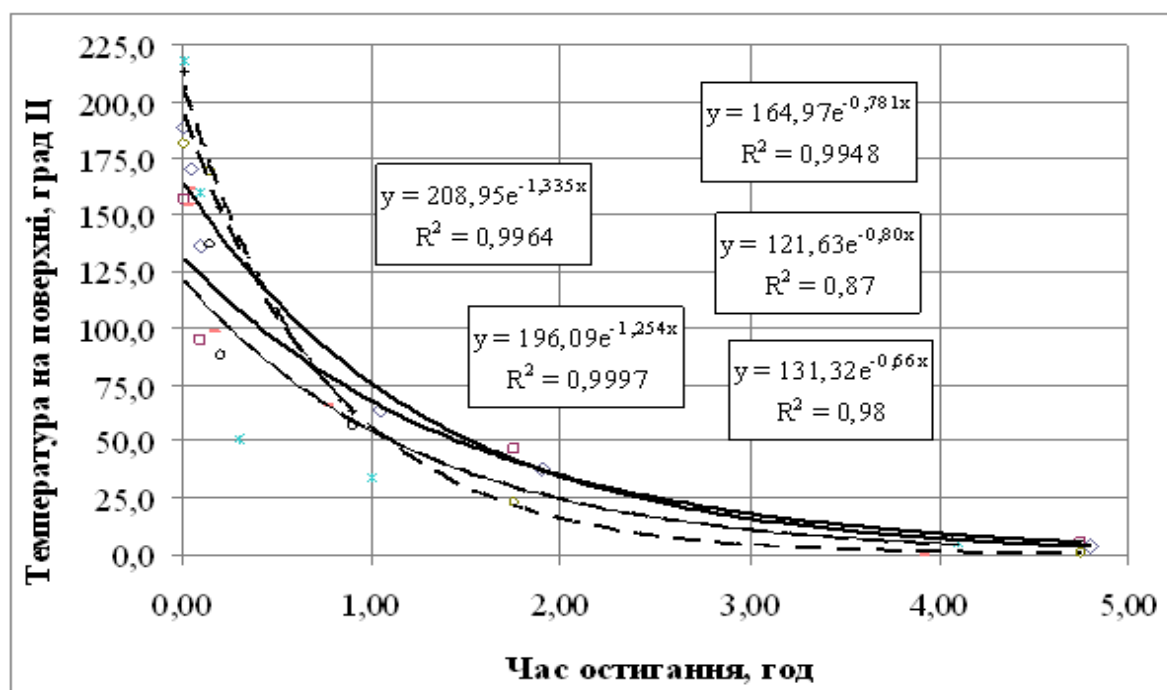


Рисунок 2 - Залежність температури поверхні покриття від часу остигання литої асфальтобетонної суміші різної товщини від 2 до 7 см

Термостійкість АСМ визначалась по незворотнім змінам міцності і видовження після нагрівання.

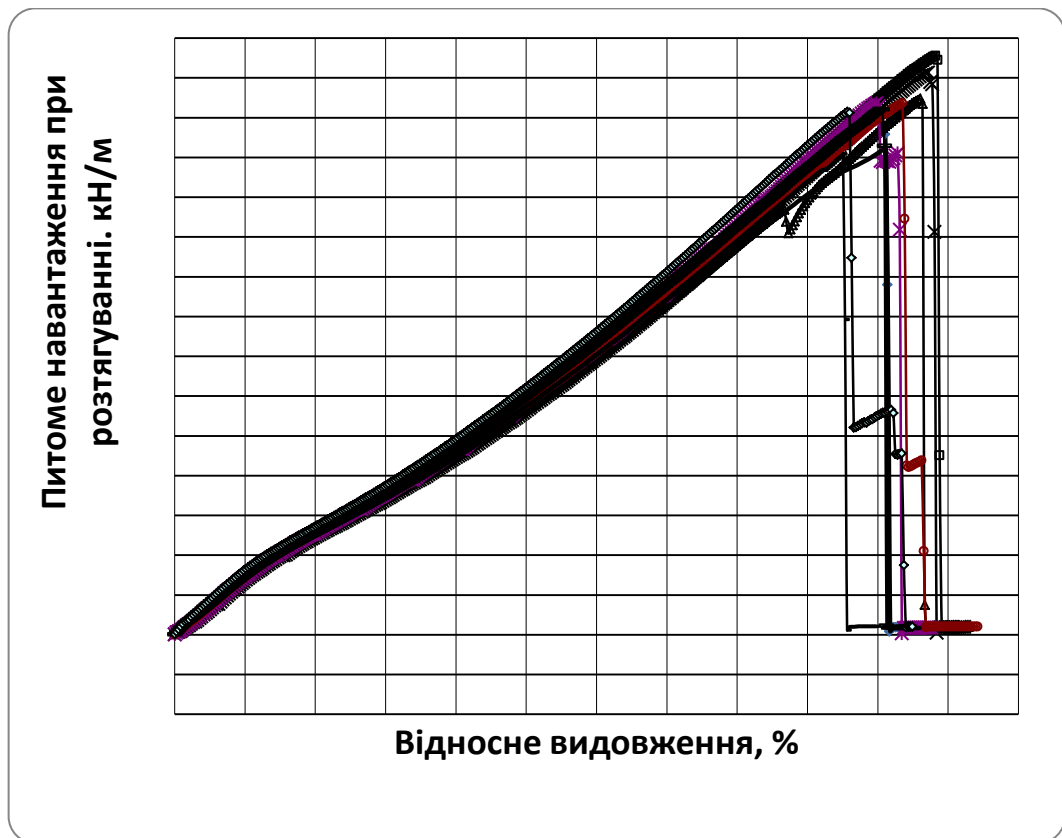


Рисунок 3 - Результати випробування поліефірних ґраток до термообробки

Таблиця 2 - Результати випробування ґраток до термообробки

№ п/п	Міцність, кН/м		Відносне видовження, %			Модуль пружності при видовженні, кН/м	
	при відносному видовженні		при розриві	при розриві	при макс. навантаженні	2%	5%
	$R_{2\%}$	$R_{5\%}$	R_{max}	ϵ_{max}	ϵ_{Rmax}	$E_{2\%}$	$E_{5\%}$
1	12,36	28,28	12,36	10,6	10,0	618	565,6
2	12,86	29,58	12,86	11,3	10,8	643	591,6
3	12,38	28,38	12,38	11,2	10,6	619	567,6
4	12,52	28,32	12,52	11,2	10,7	626	566,4
5	11,28	29,32	11,28	10,8	10,0	564	586,4
6	11,18	28,98	11,18	11,4	10,4	559	579,6
7	12,42	26,02	12,42	10,6	10,1	621	520,4
8	12,82	28,94	12,82	10,0	9,5	641	578,8
9	13,28	29,98	13,28	10,5	10,0	664	599,6
10	13,62	31,2	13,62	10,5	9,6	681	624
мінімальне	11,2	26,02	60,4	10,0	9,5	559	520,4
максимальне	13,62	31,2	72,76	11,4	10,8	681	624
середнє	12,5	28,9	66,3	10,8	10,2	623,6	578,0
СКВ	0,7716	1,3494	3,7310	0,4708	0,4502	38,5809	26,9887
коэф. варіації	6,19	4,67	5,63	4,36	4,43	6,19	4,67
Розрахункове значення	11,2	26,7	10,0	9,4	60,2	560,3	533,7

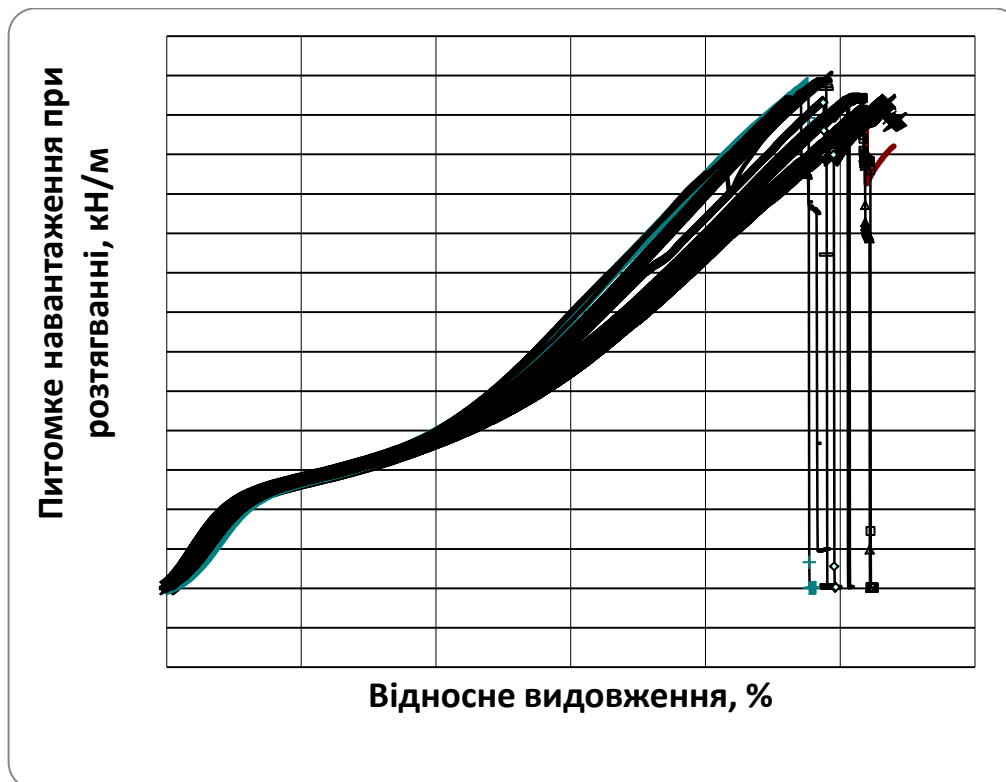


Рисунок 4 - Результати випробування поліфірних ґраток після термообробки

Таблиця 3 - Результати випробування ґраток після термообробки

№ п/п	Міцність, кН/м		Відносне видовження, %			Модуль пружності при видовженні, кН/м	
	при відносному видовженні		при розриві	при розриві	при макс. навантаженні	2%	5%
	$R_{2\%}$	$R_{5\%}$	R_{max}	ϵ_{max}	ϵ_{Rmax}	$E_{2\%}$	$E_{5\%}$
1	8,08	13,46	60,9	27,0	25,9	404	269,2
2	8,64	13,72	62,12	26,3	25,8	432	274,4
3	8,32	13,48	60,82	26,2	25,8	416	269,6
4	8,8	13,62	61,78	27,3	26,8	440	272,4
5	7,74	13,62	61,46	25,5	25,3	387	272,4
6	8,32	13,72	57,7	24,7	24,2	416	274,4
7	6,18	13,6	63,98	24,1	23,8	309	272
8	7,54	13,88	63	24,5	23,5	377	277,6
9	8,24	14	64,48	24,8	24,4	412	280
10	6,96	13,52	61,76	25,1	24,4	348	270,4
мінімальне	6,2	13,46	57,7	23,8	22,6	309	269,2
максимальне	8,8	14	67,04	27,3	26,8	440	280
середнє	7,9	13,7	62,2	25,4	24,8	392,8	274,0
СКВ	0,7463	0,1790	2,3186	1,1311	1,2189	37,3171	3,5796
коэф. варіації	9,50	1,31	3,73	4,45	4,91	9,50	1,31
Розрахункове значення	6,6	13,4	23,6	22,8	58,4	331,5	268,1

Як видно з рис. 5 видовження зразків після нагрівання значно збільшилось - це відбулося внаслідок зникнення еластичної деформації ниток з

яких складається полотно, попередньо розтягнутих в процесі формування АСМ тобто при тепловому впливі відбувся зворотній релаксаційний процес, який викликав усадку полотна і збільшення його видовження під час навантажень.

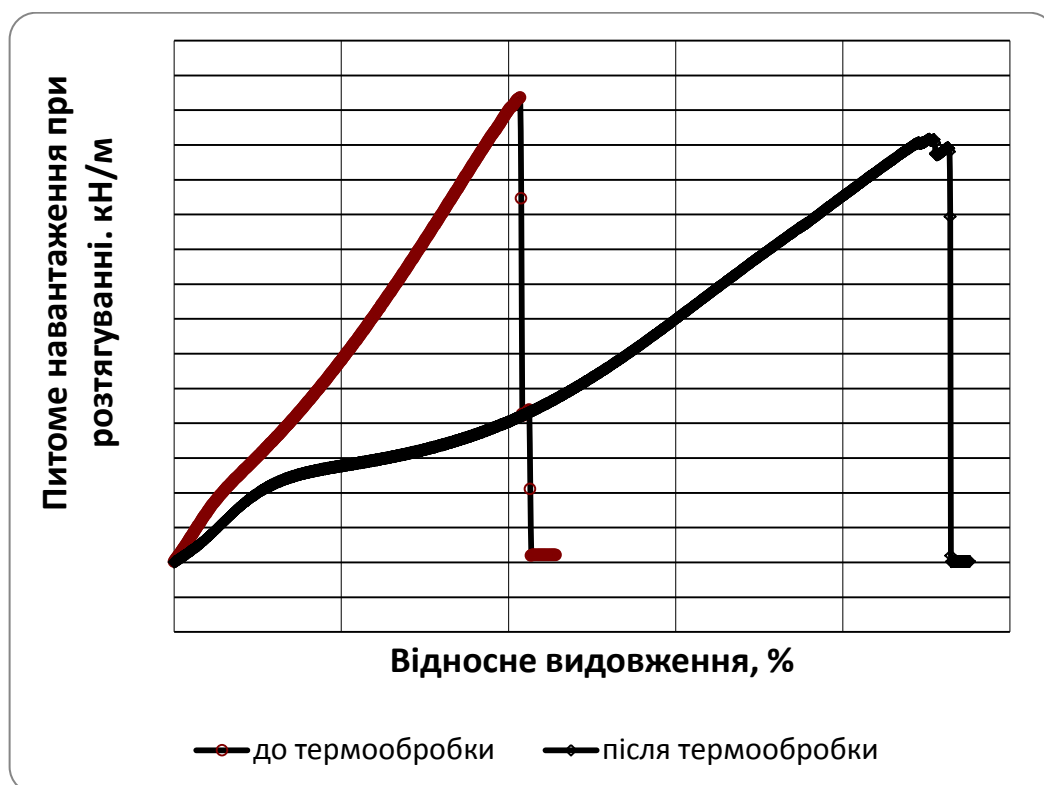


Рисунок 5 - Порівняння зміни кривої “питоме навантаження при ірощтягуванні – відносне видовження” до і після термообробки

Коефіцієнт зміни властивостей ґратки після термообробки наведено в табл. 4.

Таблиця 4 - Коефіцієнт зміни властивостей після термообробки

№ пп	Зміна міцності, кН/м			Зміна відносного видовження. %		Зміна модуля пружності	
	при відносному видовженні		при розриві	при розриві	при макс. навантаженні	2%	5%
	$R_{2\%}$	$R_{5\%}$	R_{max}	ϵ_{max}	ϵ_{Rmax}	$E_{2\%}$	$E_{5\%}$
Відношення показників властивостей після термообробки до початкових значень							
мінімальне	0,55	0,52	0,96	2,38	2,39	0,55	0,52
максимальне	0,65	0,45	0,92	2,48	2,39	0,65	0,45
середнє	0,63	0,47	0,94	2,44	2,35	0,63	0,47
СКВ	0,97	0,13	0,62	2,71	2,40	0,97	0,13
коэф. варіації	1,54	0,28	0,66	1,11	1,02	1,54	0,28

Ще більше проблем виникає при використанні екструдованих (витягнутих) геограток з поліпропілену для армування асфальтобетонних

шарів. Даний різновид АСМ більше, порівняно з поліефірними ґратками, піддається незворотнім змінам при дії високих температур. Технологічні питання використання ґраток із різної сировини вирішує пряме зіставлення результатів випробувань матеріалів на теплостійкість у діапазоні робочих температур (рис. 6) [4].

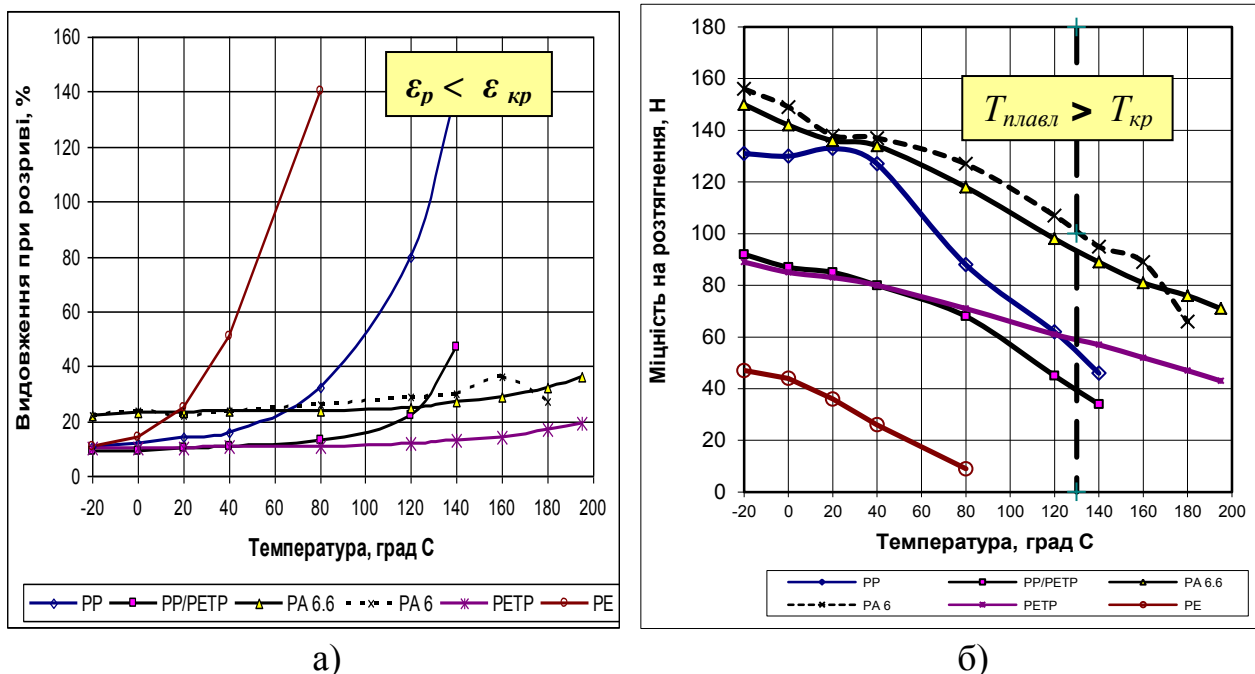


Рисунок 6 - Залежність подовження при розриві а) й міцності при розтягненні б) від температури різних видів волокон

Як слідує з графіків волокна із поліпропілену (PP) втрачають міцність більш як у два рази (із 130 Н до 55 Н) в діапазоні температур від +20 до 120 °С. Але ще більш суттєвим є зростання відносного видовження матеріалу після нагрівання. Від 20 до 120 °С видовження поліпропілену змінюється за законом експоненти і зростає від 12% до 80% або майже в 7 раз. Це є причиною технологічних труднощів при укладці геосинтетиків із поліпропілену (матеріал у виді хвилі піднімається із шару не ущільненої асфальтобетонної суміші при укладці). Якщо навіть вдасться укласти геосинтетик із поліпропілену, то в подальшому при експлуатації відбувається швидке його руйнування (наприклад, ділянки відремонтованого покриття на АД Київ – Чоп на виїзді з м. Києва та на АД Київ – Глухів – Бачівськ), що потребує подальших досліджень.

Висновки

Матеріали для армування асфальтобетонних покриттів повинні бути тепло- і термостійкими, зберігаючи свої властивості після дії температурних впливів у діапазоні 130 – 175 °С при влаштуванні шарів основи та покриття і 180 ... 240 °С при ремонті покриттів литим асфальтобетоном.

На етапі проектування і розрахунків надійності та довговічності конструкцій дорожніх одягів автомобільних доріг необхідно враховувати зміни фізико – механічних властивостей АСМ, які відбуваються під час влаштування асфальтобетонних покриттів.

За результатами досліджень для поліефірних ґраток при температурі 160 °С встановлено, що розривне навантаження зменшується незначно (всього на 7%). Однак, при цьому видовження при розриві збільшується в 2,44 рази. Для розрахунків армування необхідно враховувати, що коефіцієнт зменшення міцності при деформації 2% та 5% становить відповідно 1,58 та 2,11.

Розрахункове значення модуля пружності поліефірних ґраток слід приймати для матеріалу до термообробки 560,3 кН/м та 533,7 кН/м при деформації відповідно 2% та 5%. Після термообробки розрахункові значення модуля пружності поліефірних ґраток більш як вдвічі зменшуються і становлять 331,5 кН/м та 268,1 кН/м при деформації відповідно 2% та 5%.

Необхідно продовжити дослідження з використанням інших типів волокон та розробити доповнення до нормативних документів стосовно випробування геосинтетичних матеріалів на термо- і теплостійкість. Також необхідно в розрахунках по існуючих нормах [5] враховувати коефіцієнти зменшення міцності та збільшення відносного видовження геосинтетиків після температурних впливів при армуванні асфальтобетону.

Література

1. Мерзликин А.Е., Гладков В.Ю., Гамеляк И.П. Армирование асфальтобетонных покрытий при строительстве и реконструкции дорожных одежд. Автомоб. дороги: Обзорн. информ. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР.- М.: 1990.- Вып. 5.- 45 с.
2. Гамеляк И.П., Кострицкий В.В., Малантьев В.Ю. Порівняння властивостей геограт для армування асфальтобетонного покриття. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - Вип. 75, 2008.- С. 157 - 167.
3. Гамеляк И.П., Журавський Д.Л., Примук Є.О. Вплив технологічних параметрів на властивості армованого асфальтобетону // Проблеми транспорту. - Вип. 7, 2010.- С. 178 - 183.
4. Rieger R., Hufenus R. Bauen mit Geokunststoffen – SVG 2003. ISO 3-9522774-01, VSS-Forschungsprojekt 2000/450.
5. ВБН В.2.3-218-544: 2008. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві. – К.: Укравтодор, 2008. – 120 с.