

МЕТОД ВИПРОБУВАНЬ НА ВТОМУ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИЗНАЧЕННЯМ ПОВЗУЧОСТІ

ГАМЕЛЯК І.П., СЛІЗЬКОВ А.М., ДМИТРЕНКО Л.А.

Формостійкість геосинтетичних матеріалів (ГМ) (незмінність лінійних розмірів під час експлуатації) є важливим фактором в забезпеченні якості і довговічності автомобільних та залізничних доріг і транспортних споруд на них. Тому в номенклатуру показників, за якими визначають придатність до використання геосинтетичних матеріалів, входить показник «повзучість» - повільне неперервне видовження матеріалу під дією статичного розтягувального навантаження.

Методики випробування на повзучість при розтягуванні та розрив при повзучості (ISO 13431:1999, СОУ 45.2-00018112-025-2007) побудовані на дослідженні повзучості в умовах деформування сталим навантаженням меншим від розривного в визначений час, або на визначенні тривалої міцності (випробування на розрив при повзучості). Методиками рекомендується вибирати постійне навантаження при випробуваннях в діапазоні від 40 до 90 % від фактичної граничної міцності, а час витримування зразків під навантаженням 1000 годин (41,7 доби), а при тривалих навантаженнях до 10000 годин (417 діб) і більше до руйнування зразків.

Враховуючи тривалість випробувань на визначення повзучості при статичному навантаженні, їх рекомендують проводити тільки при постановці на виробництво нового асортименту геосинтетичних матеріалів. Періодичний контроль при виробництві геосинтетичних матеріалів за показником «повзучість» як правило, не проводять, що унеможливорює мати цю характеристику кожної партії геосинтетичних матеріалів, а відповідно і чітко прогнозувати поведінку геосинтетичного матеріалу.

Прискореним методом визначення повзучості геосинтетичного матеріалу може бути метод визначення повзучості при вібраційних навантаженнях, який більш наближений до умов їх експлуатації. Під час використання, геосинтетичні текстильні матеріали руйнуються від втоми внаслідок багаторазових навантажень значно менше розривних, під дією вібрації відбувається розхитування структури геотекстильного матеріалу і накопичення залишкової деформації. Вивчення поведінки матеріалів при багато цикловому розтягуванні дозволить повніше оцінювати і використовувати їх властивості в дорожньому будівництві.

При оцінці стійкості геотекстильних матеріалів до вібраційних навантажень (втоми) доцільно застосовувати багаторазові короткочасно-перемінні еластичні навантаження з заданою амплітудою розтягування при постійній визначеній межі навантаження, досліджуючи при цьому цілісність зразків впродовж випробування (видовження матеріалів, еластичну і необоротну частини деформації та збереження міцності).

Таки умови випробувань може забезпечити вібраційний прилад для випробувань матеріалів на втомлення типу FF-05 (6-24-1) (Угорщина), який має такі технічні характеристики:

- відстані між затискними головками - 100 мм;
- ширина зразка матеріалу - 50 мм;
- межа навантаження 50 кг \pm 10 %;
- межа видовження 170 мм (%);
- кількість циклів (навантаження-розвантаження) за хв 1000; 1600; 2000;
- амплітуда циклу навантаження-розвантаження до \pm 5 мм.

Принципова схема приладу FF-05 показана на рис. 1.

Зразок матеріалу (1), що закріплений під визначеним навантаженням у затискні головки приладу у статично натягнутому стані, піддається механічним багаторазовим циклічним навантаженням-розвантаженням з заданою амплітудою та частотою. Зразок матеріалу, внаслідок вібраційних навантажень, видовжується, втрачає свою міцність і врешті руйнується.

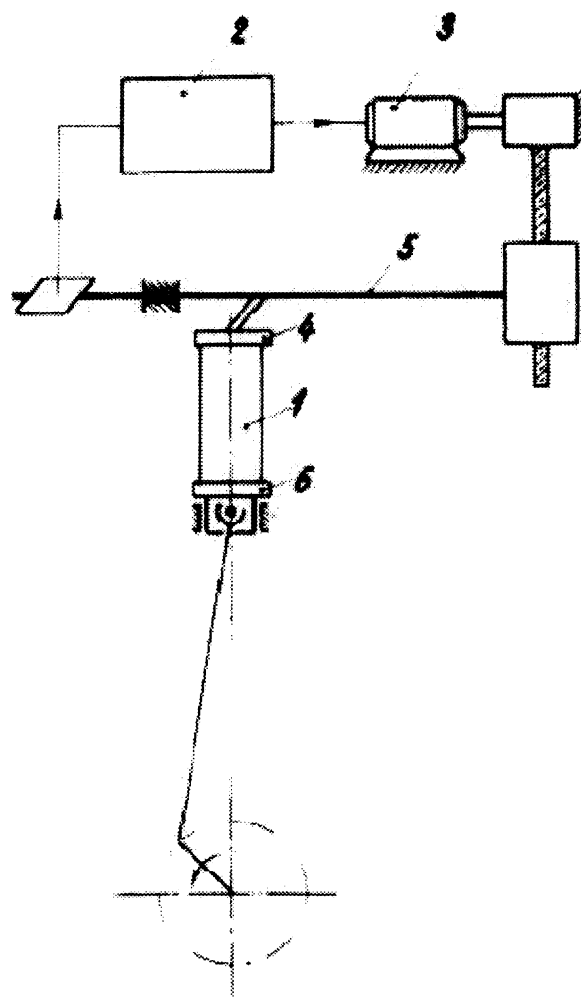


Рис. 1. Схема роботи приладу

Під час випробувань визначена межа навантаження підтримується на постійному рівні за допомогою електронного пристрою регулювання (2). При зменшенні навантажень в свою чергу, сервомотор (3), приведений в дію пристроєм регулювання, підіймає верхню затискну голівку приладу (4) на потрібну величину. Таким чином, відповідним регулюванням статичного навантаження усувається зниження навантаження на зразок, що виникає внаслідок його розтягнення під час випробувань. Навантаження, що виникають у зразку матеріалу, вимірюються кутовим поворотом торсійного валу (5). Під час випробувань сполучені значення зміщення торсійного валу та нижньої затискної голівки (6), що виконує гармонічний коливальний рух, проектується оптичним пристроєм на матове скло.

Залишкове видовження зразка, що виникає під дією гармонічних коливань нижньої затискної голівки, визначаються вимірюванням зміщення верхньої затискної голівки.

Об'єктом дослідження при розробленні методики стійкості геосинтетичного матеріалу до вібраційного навантаження були неткані термоскріплені матеріали. Для прикладу в табл. 1 представлено структурні та механічні характеристики однієї із марок термоскріпленого геотекстилю.

Взаємозв'язок структурних і механічних показників геосинтетичних матеріалів

№ п/п	Поверхнева щільність, г/м ²	Гранична міцність при розриві, Н	Видовження при граничній міцності, %	Видовження % при навантаженнях у % від граничної міцності					
				54,3	59,8	65,2	76,1	89,6	97,8
1	121	271	32,1	3,6	4	6,5	7,2	25,2	32
2	133	375	22	5,2	6,0	10,5	9,8	19	21
3	147	482	54	5,3	6,4	8,3	10,4	50	51
4	148	446	34,3	5	6,8	9,0	8,9	31	32
5	133	419	42	5,9	7,0	8,1	11,0	39	41
6	148	472	44	5,7	7,3	9,7	11,0	42	43
7	138	357	34	4,5	6,9	10,3	10,6	31	33
8	147	470	43	4,9	6,8	9,2	10,7	40	41
9	147	471	41	4,9	7,0	8,8	10,7	39	40
10	147	480	49	5	7,0	9,1	9,9	46	47
Мін	121,0	271,0	22,0	3,6	6,0	6,5	7,2	19,0	21,0
Мах	148,0	482,0	54,0	5,9	7,3	10,5	11,0	50,0	51,0
Середнє	140,9	424,3	39,5	5,0	6,1	9,0	10,0	36,2	38,1
Коеф. варіації	6,60	16,47	23,24	12,7	12,4	14,9	11,2	26,37	22,86

На рис. 2 показана залежність граничної міцності геотекстильного матеріалу від поверхневої щільності.

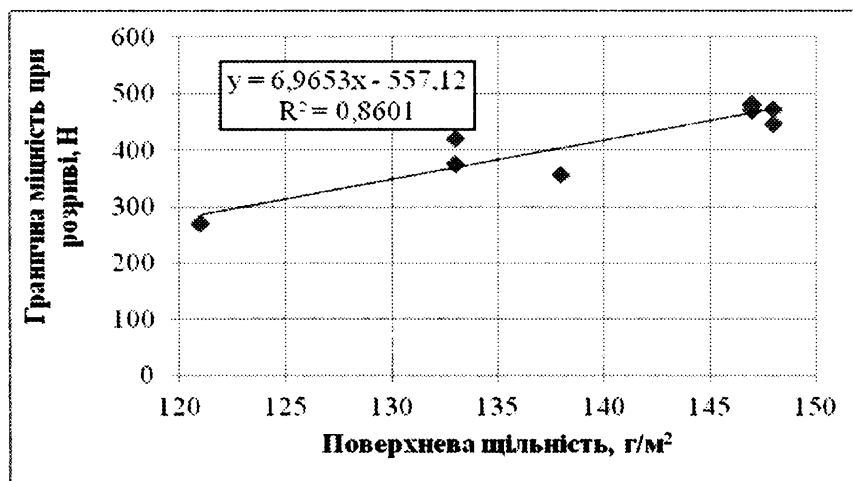


Рис.2. Залежність граничної міцності геотекстильного матеріалу при розриві від поверхневої щільності

Як видно з представлених даних спостерігається тісний зв'язок між показниками поверхневої щільності і граничної міцності, тому, щоб уникнути впливу нерівномірності за поверхневою щільністю зразків на результати випробувань, зразки для проведення експериментів підготовлювали наступним чином: за всією шириною полотна на відстані 10см один від одного вирізали зразки розміром 50мм x 200мм, визначали їх поверхневу щільність і середнє

значення усіх вимірів цього показника.

Для розробки методики відбиралися зразки, поверхнева щільність яких дорівнювала середньому значенню показника $141 \text{ г/м}^2 \pm 10\%$.

Для вібраційного навантаження зразків під час випробувань, вибраний прилад FF-05.

Випробування на приладі FF-05 проведені за двома способами:

При дослідження за першим способом зразки не доводили до руйнування, а вивчали їх характеристики після вібраційних навантажень при вибраних параметрах.

При постійному статичному навантаженні 25 кг (54,3 % від граничної міцності) і амплітуді розтягування $\pm 2,5$ мм зразки піддавались різній кількості циклів вібраційного навантаження. Після досягнення заданої кількості циклів навантаження зразки звільняли з затискачів FF-05, розташовували на горизонтальній поверхні, після 30хв. відпочинку зразка виміряли залишкову деформацію, після чого на розривній машині визначали граничну міцність і видовження зразка при граничній міцності.

Критеріями стійкості до вібраційного навантаження були показники залишкової деформації і коефіцієнт збереження міцності зразка.

В табл. 2 представлені результати проведених випробувань, а на рис. 3 наведено графік залежності видовження зразка від кількості циклів вібраційного навантаження.

Таблиця 2.

Характеристики ГМ після заданої кількості циклів вібраційного навантаження при статичному навантажуванні 25кг.

№ п/п	Кількість циклів навантажування, N	Видовження при вібраційному навантаженні, %	Залишкова деформація після вібраційного навантажування і відпочинку, мм (%)	Гранична міцність зразків після вібраційного навантажування, Н	Коефіцієнт збереження міцності, %
1	20000	6,5	2,2	354,0	83
2	40000	10,5	3,3	370,0	87
3	60000	12,0	4,4	442,0	104
4	80000	1,5	11,0	368,0	87
5	100000	17,0	10,0	370,0	87
6	120000	13,0	9,5	373,0	88
7	210000	29,0	21,0	356,0	84

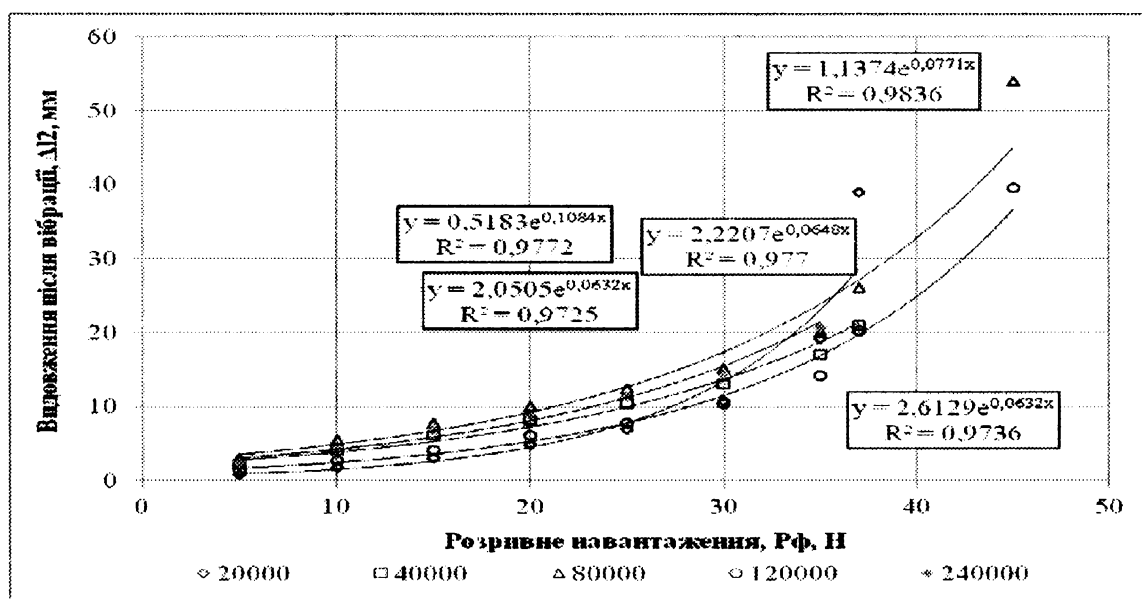


Рис. 3. Залежність видовження зразка після вібрації при заданому навантаженні 25 кг для різної кількості циклів прикладання навантаження

За другим способом (табл. 3) визначалася кількість циклів вібраційного навантажування при руйнуванні зразка при різних рівнях статичного навантажування (54,3; 59,8; 65,2; 76,1; 97,8 відсотків від граничної міцності) і амплітудою розтягування $\pm 2,5$ мм.

Під час випробування проводилося спостереження за динамікою видовження випробовуваних зразків (рис. 4).

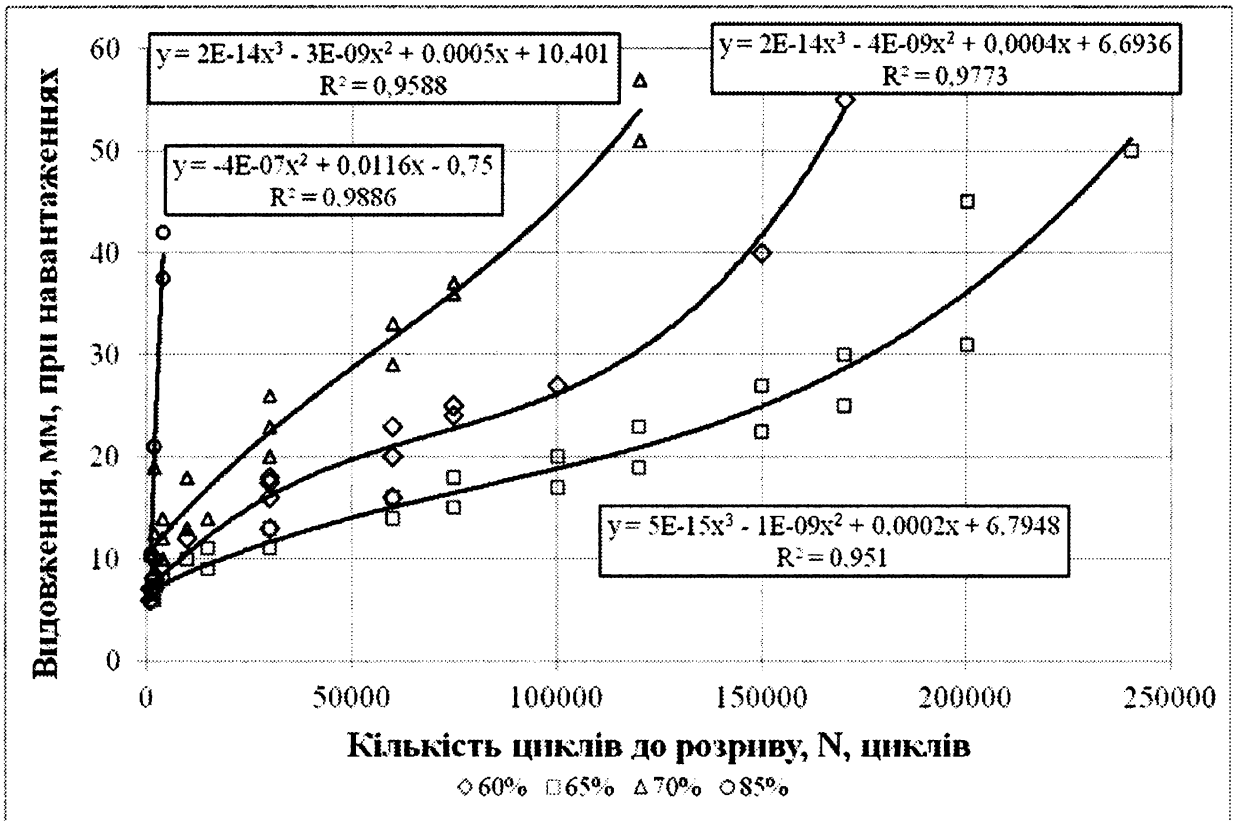


Рис. 4. Зміни видовження ГМ від кількості циклів навантаження

Як видно з рис. 4 під час випробування в перші 2-4 тисячі циклів вібраційного навантажування відбувається початкове видовження зразка, яке відповідає заданому навантаженню, далі відбувається повільне безперервне видовження зразка – повзучість, внаслідок розхитування структури матеріалу і його поступове руйнування. Зміна довжини зразка (видовження) проходить тим динамічніше, чим більше статичне навантаження на зразок. На третьому етапі відбувається прискорена повзучість з руйнуванням зразка.

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

- при випробуваннях за першим способом - зразок вважається таким, що витримав випробування, якщо при заданих параметрах вібраційного навантаження показники коефіцієнта збереження міцності не менше 0,8 %, а залишкової деформації не більше 10 %.

- при випробуваннях за другим способом - зразки при вибраних параметрах статичного навантаження стійкі до вібраційних навантажень, якщо вони витримують 100000 циклів навантаження без руйнування, а їх видовження під час випробування не перевищує 50% від видовження при граничній міцності зразка.