

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

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ ТА
ШИРИНИ ЗРАЗКА НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
ТЕРМОСКРІПЛЕНОГО ГЕОТЕКСТИЛЮ.**

Анотація. Розглянуті методи випробувань сучасних геосинтетичних матеріалів (ГМ). Для встановлення впливу параметрів випробувань (швидкості деформування та ширини зразка) на механічні властивості ГМ, проведені випробування нетканих термоскріплених геотекстилів Тураг різних марок. Представлена методика і результати проведених досліджень. Розроблені програмні модулі в прикладних пакетах (Mathcad і EXEL) для розрахунків граничної міцності та відносного видовження під час розтягання ГМ випробуваних при різних параметрах.

Ключові слова: геотекстиль, швидкість деформування, навантаження при розриві, швидкість навантаження, відносна деформація, видовження при граничній міцності, ширина випробного зразка.

Аннотация. Рассмотрены методы испытаний современных геосинтетических материалов (ГМ). Для установления влияния параметров испытаний (скорости деформирования и ширины образца) на механические свойства ГМ, проведены испытания нетканых термоскрепленных геотекстиля Тураг различных марок. Представлена методика и результаты проведенных исследований. Разработаны программные модули в прикладных пакетах (Mathcad и EXEL) для расчетов предельной прочности и относительного удлинения при растяжении ГМ испытываемых при различных параметрах.

Ключевые слова: геотекстиль, скорость деформирования, нагрузки при разрыве, скорость нагружения, относительная деформация, удлинение при предельной прочности, ширина испытательного образца.

Annotation. Considered methods for testing modern heosyntentetychnyh material (GM). To establish the influence of test parameters (rate of deformation and the width of the sample) on the mechanical properties of the GM tested nonwoven geotextiles termoskriplenyh Typar different brands. The presented method and results of the studies. The software modules in application packages (Mathcad and EXEL) to calculate the marginal strength and relative elongation during stretching GM tested with different parameters.

Keywords: geotextile, the rate of deformation, stress at break, load speed, relative deformation, elongation at marginal strength, width test specimen.

Мета випробувань: Дослідження впливу швидкості навантаження та ширини випробного зразка на показники міцності та видовження під час розтягання термоскріпленого нетканого геотекстилю в лабораторних умовах .

Обґрунтування роботи. Згідно з EN ISO 10319 «Геотекстиль. Випробовування на міцність при розтягненні широкої смуги», регламентована робоча ширина зразків при випробуваннях 200 мм, довжина 100 мм, швидкість навантаження (переміщення затискача) регулюють так, щоб забезпечити швидкість деформування, як мінімум 20%/хв вимірної довжини. Швидкість деформування (V,%/хв.) визначається за формулою

$$V = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot t} \cdot 100\% , \quad (1)$$

де l_0 - робоча довжина проби, мм; t - час випробування, хв; Δl - приріст видовження на момент граничної міцності, мм.

Національним стандартом ДСТУ EN ISO 10319 [1] для проведення випробувань регламентовані такі ж параметри. Враховуючи, що лабораторії підприємств і науково-дослідних інститутів здебільше оснащені розривними машинами з недостатньою потужністю по навантаженню та обмеженими можливостями затискачів проб (забезпечують затискання проб шириною до 100мм) в національних стандартах України на геотекстильні матеріали внесені доповнення стосовно робочої ширини проб - допускається ширина проб від 50 мм [3-4]. Швидкість навантаження в різних нормативних документах на методи випробувань встановлена від 20 до 100 мм/хв [5-6].

Іноді під час вхідного контролю споживачі геотекстильних матеріалів отримують результати, які не відповідають технічним характеристикам продукції наданими постачальниками, останні не визнають недостатню якість продукції, а посилаються на різницю в параметрах випробувань.

Багаторічний досвід випробувань показав, що в більшості випадків характеристики при розтяганні геотекстильних матеріалів надані постачальниками продукції і отримані при вхідному контролі споживачам співпадають.

Питанню впливу параметрів випробувань текстильних матеріалів на характеристики отримані при розтяганні присвячені роботи багатьох дослідників [7], на основі яких можна зробити наступні загальні висновки:

- з збільшенням ширини зразка спостерігається зростання навантаження при розриві. Приблизно до ширини зразка 50 мм навантаження при розриві збільшується в прямолінійній залежності;

- при більш широких зразках на показники навантаження і видовження при розриві більше впливають такі фактори як збільшення числа дефектів, нерівномірність розподілу зусиль, нерівномірність по щільності матеріалів, тому національними стандартами України при визначенні розривних характеристик тканин трикотажних і нетканих полотен встановлена ширина – 50мм;

- із збільшенням швидкості навантаження при визначенні характеристик при розтяганні збільшується показник навантаження і зменшується видовження вимірюваного зразка.

Для усунення сумнівів, щодо збіжності результатів випробувань отриманих при обраних для вимірювань ширинах випробних зразків і швидкостях навантаження при розтяганні (від 20 до 100мм/хв.) проведенні дослідження впливу параметрів випробування на характеристики при розриві нетканих геотекстильних матеріалів.

Об'єкти досліджень і методика проведення роботи.

Для проведення дослідження обрані нетканинні термоскріплені геотекстильні полотна Тураг виробництва DuPont марок SF 40, SF 56, SF 77, які за властивостями та структурою відображають побудову промислового асортименту виробництва геотекстильних нетканих матеріалів.

Експеримент проведений за наступним планом:

1) визначені, при вибраних параметрах випробувань кожної марки вибраних полотен :

- гранична міцність, (кН/м);
- навантаження при видовженні на 5 %;
- видовження при граничній міцності;
- час видовження проби до граничної міцності, (хв);
- швидкість деформації проби (%/хв);

Параметри випробувань вибирали виходячи з регламентованих різними стандартними, а саме:

- довжина проби, (мм) – 100;
- ширина проби, (мм) - 50, 100, 200;
- швидкість навантаження (пересування нижнього затискача) (мм/хв) - 20, 50, 100.

Значення граничної міцності (Р, кН/м) проб різної ширини розраховувались за формулою:

$$P = \frac{P_0 \cdot 1000}{Ш}, \quad (2)$$

P_0 – навантаження при граничній міцності під час розтягування, кН

$Ш$ – ширина проби, мм.

Відносне видовження (ε , %) при граничній міцності визначалось за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де Δl - приріст довжини під час випробувань, мм.

l_0 - відстань між затискачами розривної машини, мм.

За отриманими вимірами показників навантаження і видовження при граничній міцності визначені:

- середні арифметичні значення серії випробувань:

$$X_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (4)$$

n - число випробувань.

Додатково розраховувалась невизначеність (невизначеність вимірювань - це параметр, що пов'язаний з результатом вимірювання і характеризує розсіяння значень, які могли б бути обґрунтовано приписані вимірюваній величині);

- стандартну невизначеність (середнє квадратичне відхилення) (U_{cm}), розраховували за формулою :

$$U_{cm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^2}{n-1}}, \quad (5)$$

Межа розширеної невизначеності (U):

$$U = K \cdot U_{cm} , \quad (6)$$

Для рівня довіри $p=0,95$ коефіцієнт охоплення становить $K=2$.

Результати випробувань і їх аналіз.

Випробування виконані в лабораторії АДВЛ «ТЕКСТИЛЬ ТЕСТ» КНУТД. За методикою наведеною вище випробовувались дані марки геотекстилів (результати наведені в (табл.1).

Таблиця 1 - Характеристики досліджених марок нетканого термоскріпленого геотекстилю Тураг

Показники властивостей	Од. вим.	SF 40	SF 56	SF 77
Поверхнева щільність	г/ м ²	136	190	260
Товщина при навантаженні 2 кН / м ²	мм	0,45	0,54	0,65
Товщина при навантаженні 200 кН / м ²	мм	0,39	0,48	0,59
Розривне навантаження при подовженні	кН/м	8,5	12,8	20
Видовження при розриві	%	60	65	70
Навантаження при 5%-ому видовженні	кН/м	4	5,7	8,1
Абсорбція енергії при розриві	кН/м	4	7	11
Продавлювання пуансоном (CBR)	Н	1340	1950	2800
Продавлювання конусом	мм	29	24	25
Грейферних міцність	Н	745	1100	1680
Навантаження при розриванні	Н	370	460	475
Навантаження при розриві	Н	1272,7	2014,5	3123,2

За результатами визначення залежності «розтягуюче навантаження - відносна деформація» при зміні швидкості навантаження та ширини зразка для ТУРАР SF 40, SF 56 та SF 77 розраховані: середні значення показників,

середньоквадратичні відхилення (СКВ), коефіцієнти варіації характеристик геотекстилю (міцності на розрив, відносного видовження, міцності при деформації 5% тощо). Результати обробки даних випробувань по визначенню розтягуючого навантаження від швидкості розтягання 1 - 20мм/хв.; 2 - 50мм/хв.; 3 - 100мм/хв. наведені на рис. 1 - 3.

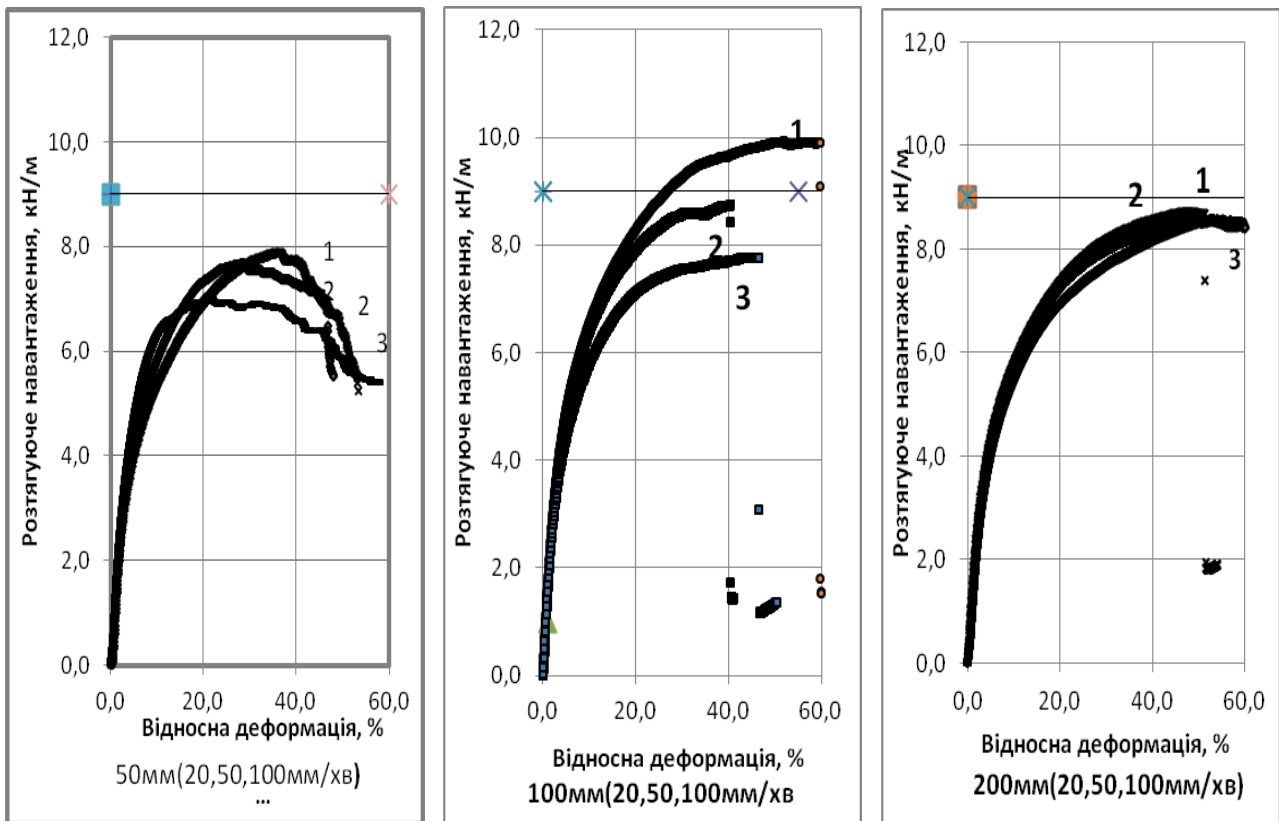


Рисунок 1 - Залежність «розтягуюче навантаження – відносна деформація» при зміні швидкості навантаження та ширини зразка TYPAR SF -40

Виходячи з результатів виконаної обробки даних випробувань зразків ГМ марки SF 40 отриманих при різних швидкостях навантаження $V=20, 50, 100$ мм/хв і різній ширині випробних зразків 50мм, 100мм і 200мм можна зробити такі висновки:

1. Показники граничної міцності і видовження при граничній міцності термоскріплених нетканних полотен TYPAR визначені при ширині зразків 50, 100 і 200 мм і швидкості навантаження 20, 50, 100 мм/хв знаходяться в одних межах невизначеності.

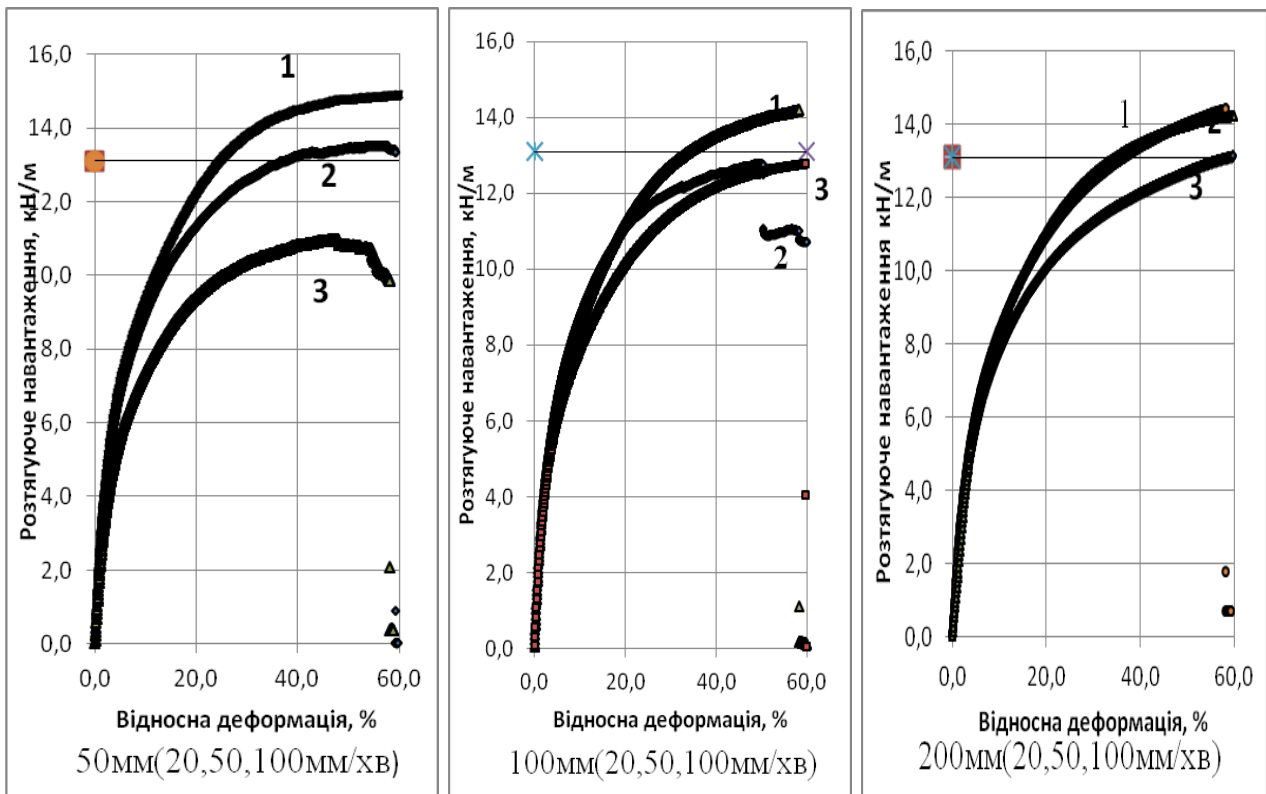


Рисунок 2 - Залежність «розтягуюче навантаження – відносна деформація» при зміні швидкості навантаження та ширини зразка TYPAR SF -56

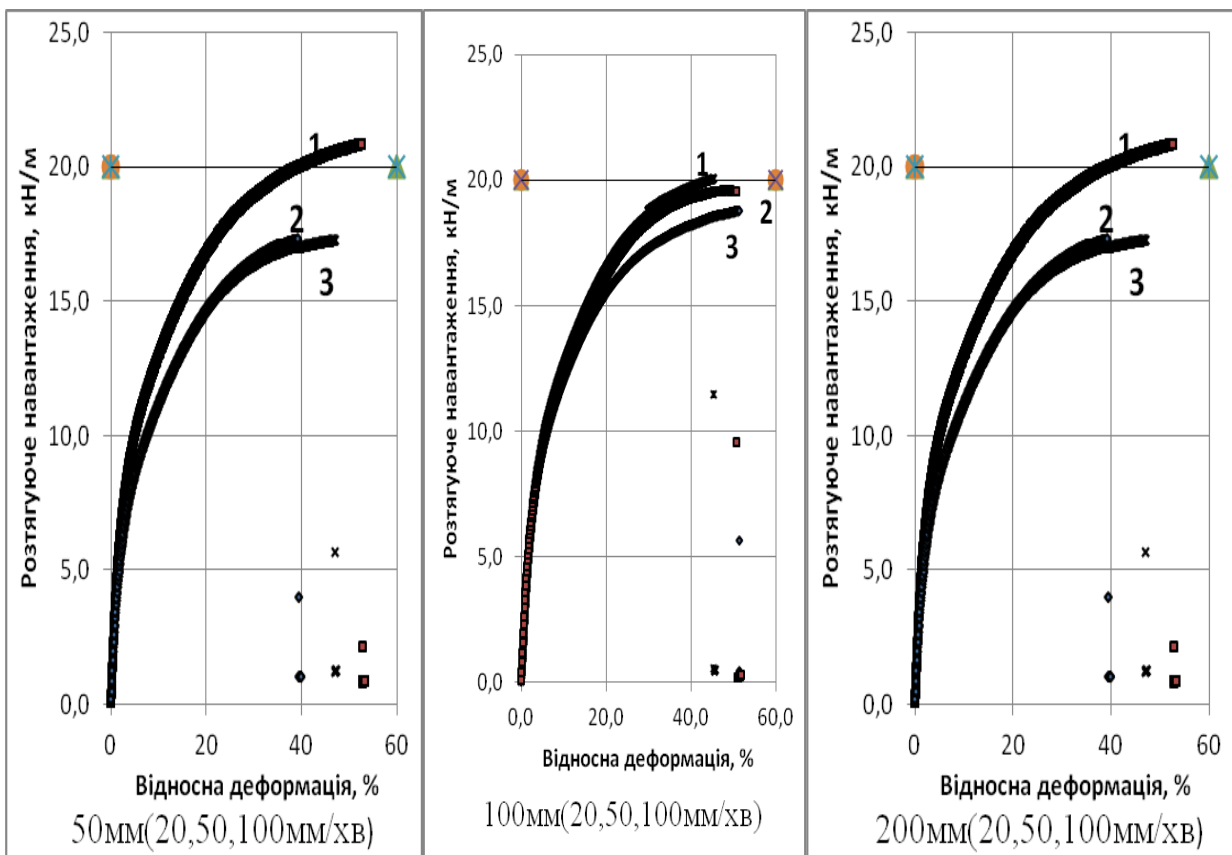


Рисунок 3 - Залежність «розтягуюче навантаження – відносна деформація» при зміні швидкості навантаження та ширини зразка TYPAR SF -77

2. Середні значення розривних характеристик значно залежать від розсіювання результатів випробувань. Наприклад, значення коефіцієнту варіації для марки SF 40 лежать в межах:

- від 7,3% до 11,3% в середньому 8,2% для ширини 50мм;
- від 6,4 до 24,3 в середньому 10,5% для 100мм;
- від 8,1 до 11,6 в середньому 10,2% для 200мм.

3. Введення в номенклатуру технічних характеристик нормативних показників межі невизначеності і коефіцієнта варіації дозволить точніше оцінювати характеристики при розриві полотен.

4. Швидкості навантаження при випробуванні визначені в мм/хв і %/хв. (за EN ISO 10319) співпадають.

5. Швидкості навантаження при випробуваннях зразків регламентуються національними стандартами 50 мм/хв, відповідає вимогам EN ISO 10319.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN ISO 10319. Геотекстиль. Методи випробування на розтяг широкою смугою.

2. ДСТУ ISO 9073-3-2003 Матеріали текстильні. Методи випробування нетканих матеріалів. Частина 3. Визначення розривного навантаження та видовження під час розриву (ISO 90733:1989, IDT)

3. ВБН В. 2.3.-218-544-2008. Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві.

4. СОУ 45.2-00018112-025:2007. Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань.

5. ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и искусственные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении (с Изменениями N 1, 2, 3).

6. ГОСТ 8847-85 п 2.3.5. Полотна нетканые. Методы определения прочности

7. Кукин Г Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. – М.: Легкая индустрия, 1964. – 377 с.