

ГЕОТЕКСТИЛЬ НЕТКАНИЙ: ВИБІР ПОКАЗНИКІВ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ РІВНЯ ЯКОСТІ ТА ФОРМУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ

Доведена необхідність дослідження наявної номенклатури показників властивостей геотекстильних нетканних матеріалів з метою побудови ієрархічної структури показників якості. Сформована ієрархічна структура, враховуючи поліфункційність геотекстилю під час застосування у облаштуванні ландшафту. Вибрана номенклатура основних показників якості геотекстильних нетканних матеріалів, що дозволяє оцінювати їх якість та оптимізувати асортимент.

Ключові слова: геотекстильний нетканний матеріал, показник якості, номенклатура показників якості, ієрархічна структура, ландшафтне будівництво.

O.V. KYRYCHENKO

Poltava University of Economics and Trade

NONWOVEN GEOTEXTILES: CHOICE OF INDEXES OF PROPERTIES FOR ESTIMATION OF LEVEL OF QUALITY AND FORMING OF ASSORTMENT

Abstract – The aim of the research – informed choice range of quality indicators for the construction of complex quality, which provides for the evaluation of quality nonwoven geotextile and possible execution of basic functions in landscape construction, namely, separation, reinforcement, filtration, drainage, protection.

For nonwoven geotextile important not only to determine the functional ability, but also to identify the impact of chemical raw, material structure, the manufacturing capabilities for effective use in geotechnical systems and in the system "material – property – function". This system is multifunctional, while working individual properties during the enforcement of several functions. The hierarchical structure is constructed of quality indicators. Indicators on the first level combined into four main groups: structural parameters, functional, technological and durability.

The range main indicators for quality nonwoven geotextile for landscape areas selected by using expert assessments. This nomenclature allows fully assess the quality of materials, optimizing their range considering polyfunctionality.

Keywords: nonwoven geotextile, index of quality, range of quality indexes, hierarchical structure, landscape building

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Геотекстиль, у широкому значенні цього терміну, – плоский матеріал із волокон (ниток), що використовується в контакт з ґрунтом або іншими матеріалами у різних галузях господарювання. Визначення цього терміну і його видів (геотекстиль нетканний, геотекстиль тканий, геотекстиль трикотажний, геосинтетика, геотекстилеподібний матеріал) наводиться в різних нормативних документах, наукових роботах тощо [1, 2, 3]. На нашу думку, ці визначення узагальнені і окреслені за певною характерною ознакою, як то: волокнистий склад, спосіб виготовлення, особливості структури, обробка, лінійні розміри, галузь використання та інші [4, 5].

На сьогодні різноманітність геотекстилю вплинула на його поширене застосування в будівництві: дорожньому (автомобільні, залізничні полотна, тротуарні покриття); цивільному (спорудження фундаментів, облаштування стін, покрівель, дренажних систем); гідротехнічному (берегові укріплення, басейни, канали, резервуари); підземному (тунелі, паркінги); природозберігаючому (полігони відходів, під'їзні шляхи, парковки).

У ландшафтному будівництві геотекстиль використовується для армування насипів та схилів, у рекультивацийних і протиерозійних конструкціях, у спорудженні штучних земляних терас, для обмежування росту коренів рослин тощо. Геотекстиль нетканний має перспективу застосування у підсилені несучої здатності ґрунту в складних ландшафтних умовах в якості укріплювального шару, в тому числі при облаштуванні настилу терас на ґрунті, під час опорядження доріжок, бордюрів, будівництва водойм, дренажних і фільтрувальних конструкцій, гідротехнічних споруд узагалі. В об'єктах ландшафтно-архітектури геотекстиль використовується у меншій мірі, що пояснюється недостатньою інформацією про його властивості для правильного вибору за цільовим призначенням і відсутністю стандартів на нормативи показників та певних результатів наукових і практичних досліджень.

Разом з успішним використанням і різноманітністю асортименту геотекстильних нетканних матеріалів (ГНМ) виникає проблема поглибленого дослідження процесів та можливостей реалізації функцій цими матеріалами у ландшафтному будівництві. На нашу думку, дослідження доцільно спрямовувати на встановлення залежностей між функційною здатністю, яка зумовлюється конкретними властивостями матеріалу, та рівнем і набором окремих показників з метою управління як асортиментом, так і якістю ГНМ. Тобто важливо не лише визначити функційну здатність ГНМ, а й виявити вплив хімічного складу сировини (вид волокна), структури матеріалу, способу його виготовлення, додаткової обробки на можливості ефективного використання в геотехнічних системах узагалі і, зокрема, в системі «матеріал – властивість – функція». Ця система характеризується поліфункційністю ГНМ, тобто одночасним спрацюванням окремих властивостей під час забезпечення виконання декількох функцій. Наприклад, під час облаштування

берегових схилів ГНМ, по-перше, утворює армувальний шар, який перешкоджає їх руйнуванню; по-друге, завдяки специфічній структурі виключає проникнення часток ґрунту в наявні отвори і забезпечує фільтрувальну здатність під тиском ґрунту, достатню водопроникність берегового укріплення. При цьому виконує притаманну матеріалу функцію розділення шарів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Широке використання для виробництва ГНМ синтетичних волокон (поліефірних, поліолефінових, поліамідних) вимагає чіткої регламентації показників їх основних властивостей: функційних, технологічних та довговічності. Крім цього, обрані показники цих властивостей повинні бути тісно пов'язані з волокнистим та компонентним складом самих матеріалів. Більше того, висновок про рівень функційної здатності того чи іншого ГНМ не може обмежуватися тільки механічними та структурними показниками, як це буває на практиці. Необхідно враховувати, що ГНМ є поліфункційними, а диференційованість окремих функцій проявляється з урахуванням конкретного цільового використання, кліматичного, ландшафтного (природного, антропогенного) середовища.

На нашу думку, виробникам ГНМ для ландшафтною сфери, розробникам нормативів доцільно враховувати встановлені типи геотехнічних систем у межах окремих територій місцевостей. Вони трактуються [6], як функціонально пов'язані підсистеми господарства та природи, відповідно до яких виникають типи антропогенних ландшафтів, які за змістом поділяються на такі ландшафтні геосистеми: промислові, сільськогосподарські, лісогосподарські, водогосподарські, селитебні, транспортні, рекреаційні, обслуговуючі [7].

Використання ГНМ у сільськогосподарському типі ландшафтною геосистеми вимагає високого рівня показників механічних, гідравлічних властивостей для реалізації таких функцій, як роздільна, армувальна та фільтрувальна, під час контролю за ерозією ґрунтів, у меліоративному будівництві. В інших ландшафтних геосистемах ці матеріали повинні забезпечувати високу якість облаштування під'їзних доріг, парковок, доріжок, зон для відпочинку, майданчиків (спортивних, дитячих, перед торговими комплексами, школами тощо). Отже, кожний тип ландшафтною системи вимагає оптимального вибору геоматеріалів за їх показниками властивостей.

Досягнення необхідного і стабільного рівня виконання функцій цими матеріалами під час їх експлуатації вимагає регламентації вимог до окремих параметрів, перш за все, будови (товщини, поверхневої густини, об'ємної густини, пористості, фактури поверхні), а також різних способів формування волокнистого полотна.

Дослідження науковців, практиків [8, 9] переконують, що структура та волокнистий склад ГНМ суттєво впливають на їх функційні властивості (механічні, гідравлічні) та довговічність. Встановлено [10], що структура голкопробивних ГНМ сформована із неорієнтовано розташованих волокон вздовж полотна. При цьому виявлено, що волокниста маса різних полотен відрізняється наявністю отворів (місць незаповнених волокном), їх локалізація хаотична. Разом з тим, пористість трактується не як сукупність окремих пор, замкнутих або з'єднаних між собою, а як макрооб'єм середовища (повітря), в якому знаходиться більша або менша кількість волокон, що розташовані регулярно або хаотично. Саме це обґрунтовує відсутність капілярів і вкладає інший зміст у фізичний процес поглинання рідини цими матеріалами.

Показники механічних властивостей ГНМ (достатня міцність полотна, швів, високий модуль пружності, великий рівень відносного подовження за найбільшого навантаження, високий опір до роздирання і проколювання) забезпечують виконання основних функцій розділення, армування (укріплення), дренажування і зумовлені як молекулярною структурою самих волокон, так і матеріалу. Високий рівень показників механічних властивостей підсилюється термічним скріпленням волокон шляхом каландрування, під час якого відбувається помітна спайка окремих волокон, а структура стає ізотропною [11].

Довговічність ГНМ забезпечується стійкістю до різних впливів: УФ-опромінювання, кислот і лугів, температури, вологи, біологічних і мікробіологічних. Рівень механічних і гідравлічних показників властивостей після довготривалої дії різних впливів засвідчує їх високу надійність у використанні.

Аналітичний аналіз поліфункційності ГНМ і показників, які забезпечують цю здатність, спонукає до формування оптимального набору різноманітних показників, наявних у нормативних документах [12] та в рекомендованих науковцями і практиками з метою управління якістю та асортиментом матеріалів.

Постановка завдання

Мета цього наукового дослідження – обґрунтований вибір номенклатури показників якості для побудови комплексного показника якості, за яким передбачається оцінювання рівня якості ГНМ та можливого виконання ними базових функцій у ландшафтному будівництві, а саме: розділення, армування (укріплення), фільтрування, дренажування, захист.

Виклад основного матеріалу

Проведений аналіз структури асортименту ГНМ, їх основних споживних властивостей [13], дозволяє зробити однозначний висновок про виникнення потреби дослідження існуючих номенклатур, переліків властивостей для цих матеріалів з метою формування конкретного набору властивостей та показників для матеріалів ландшафтною призначення.

На даний час у нормативних документах подана певна номенклатура, яка включає різну кількість показників залежно від сфери застосування. Так, для геотекстилю, що використовується у дорожньому

будівництві, крім залізниць і асфальтових покриттів, за ДСТУ EN 13249-2005 [14] передбачено 11 характеристик, які включають як показники, так і властивості, наприклад, довговічність, що називаються «необхідними», «потрібними». У перелік включені характеристики, які застосовують за всіх умов використання, за специфічних умов, і ті, що потребують узгодження. ДСТУ EN 13253-2006 [15] передбачено 14 показників, СОУ 45.2-00018112-025:2007 [2] – 16. У наведених переліках характеристики пов'язуються з функціями, які можуть виконуватись матеріалами завдяки показникам, при чому кількість зазначених функцій різна, від 3 до 7. Стандартні переліки об'єднують від 10 до 26 характеристик, показників, серед яких є не лише показники якості, а і параметри продукції, які пов'язані із призначенням. Наявність у стандартах та інших нормативних документах великої кількості параметрів, показників заважає вибору їх оптимальної кількості для нормування та оцінювання якості матеріалів. Для правильного та обґрунтованого вибору показників, їх важливо розділяти на споріднені групи, підгрупи, рекомендовані як групи показників якості, які в ієрархічній структурі називають показниками різних рівнів.

Ієрархічна структура показників якості (дерево властивостей) ГНМ побудована з висотою у три рівні, правостороння, у табличній формі (табл. 1).

Таблиця 1

Ієрархічна структура показників якості ГНМ

Перший рівень	Другий рівень	Третій рівень
1. Структурні параметри	1.1. Сировинний склад 1.2. Лінійна густина волокна 1.3. Нерівномірність за масою 1.4. Поверхнева густина 1.5. Об'ємна густина	-
2. Функційні	2.1. Механічні	2.1.1. Гранична міцність 2.1.2. Грейферна міцність 2.1.3. Міцність на роздирання 2.1.4. Відносне подовження за найбільшого навантажування 2.1.5. Статичний прокол 2.1.6. Повзучість 2.1.7. Міцність швів 2.1.8. Коефіцієнт тертя ґрунт-геотекстиль 2.1.9. Жорсткість
	2.2. Гідравлічні	2.2.1. Повітропроникність 2.2.2. Товщина 2.2.3. Умовний розмір отворів 2.2.4. Водопроникність 2.2.5. Коефіцієнт фільтрації
3. Технологічні	3.1. Ширина полотна 3.2. Пошкодження при вкладанні 3.3. Довжина полотна 3.4. Міцність при вириванні з ґрунту	-
4. Довговічність	4.1. Тривкість до УФ 4.2. Тривкість до дії кислот, лугів 4.3. Тривкість до дії температури 4.4. Тривкість до мікробіологічних впливів 4.5. Тривкість до дії вологи 4.6. Тривкість до біологічних впливів	-

Дерево властивостей побудоване виходячи із відомих вимог, які повинні задовольнятися показниками ГНМ в умовах їх використання. Крім цього, використані відомі правила побудови ієрархічної структури. Показники на першому рівні об'єднані в чотири основні групи: структурні параметри, функційні, технологічні, довговічність. Група показників першого рівня (структурні параметри) включає чотири показники, які є вихідними параметрами цих матеріалів, впливають на інші групи показників і від їх кількісних і якісних характеристик залежить цільове використання. Друга група показників першого рівня включає функційні показники, які відображають можливість використання матеріалу в певній сфері, що супроводжується задоволенням потреб. Це означає, що важливою групою властивостей є пристосованість матеріалу до функціонування, тобто його використання.

Аналізуючи систему «матеріал – властивість – функція», показники функційної групи на другому рівні згруповані в дві підгрупи: механічні і гідравлічні, з врахуванням споживацької спрямованості, можливості виконання тієї чи іншої функції та методів їх визначення. Підгрупи включають показники, які відображають характер основних функцій, і показники, що опосередковано характеризують допоміжні функції. Наприклад, товщина може впливати на водопроникність і під час її зміни на коефіцієнт фільтрації, а за зміною показника повітропроникності можна оцінювати зміни в структурі і, зокрема, пористості.

При побудові ієрархічної структури показників ГНМ для ландшафтної сфери використання застосовано правило не тільки споживацької та функційної спрямованості, але і такі, як ясність у формулюючих ознаках розділення на різних рівнях структури, достатність кількості показників. Наприклад, у підгрупі гідравлічних представлені показники, за якими в повній мірі можна буде судити про виконання фільтруючої здатності ГНМ.

Група показників технологічності включає чотири показники, які характеризують утруднення або неутруднення під час закладання або виймання ГНМ із ґрунту. Формуючи цю групу показників, використано правило мінімуму показників у групі, тобто широта не більше 10 показників.

Більшість показників, включених у групу довговічність, є незалежними між собою або малозалежними. Це одна із потрібних умов для правильного застосування комплексного показника якості. В цілому довговічність, як експлуатаційна характеристика ГНМ і складова надійності, нами вибрана всупереч розповсюдженому правилу виключення властивостей надійності, як уже врахованих виробником продукції в рамках її ефективності. Саме довговічність, яка обчислюється десятками років, є відмінною перевагою для цих матеріалів.

Також важливим у побудові ієрархічної структури показників є правило випадкового характеру розташування показників у групах, підгрупах, що нівелює можливі помилки оцінювачів, експертів. Відомо, що під час експертного визначення коефіцієнтів вагомості можливе викривлення експертних оцінок, яке пов'язане з тим, що показники розташовані на початку групи, підгрупи підсвідомо будуть рахуватися деякими експертами більш важливими. Тому експертам повідомляють про випадковий порядок розташування властивостей у групі. Крім вище названих правил побудови ієрархічної структури, використане і таке – кожен показник у дереві враховується лише один раз.

Група естетичних показників у ієрархічній структурі відсутня, у зв'язку з малою важливістю для цієї групи матеріалів, так як вони експлуатуються в ґрунті. Показники безпечності також не включені в ієрархічну структуру, оскільки ГНМ не є токсичними речовинами та за ступенем впливу на організм людини відносяться до малонебезпечних речовин (IV клас).

В цілому побудована ієрархічна структура показників ГНМ включає 29 показників. Це ускладнює порівняльний аналіз рівня якості як невеликих груп матеріалів (до 15 одиниць), так і робить його практично неможливим для групового асортименту ГНМ одного призначення, коли об'єкт оцінювання включає декілька десятків і навіть сотень одиниць. Таким чином, виникає необхідність у сумарній оцінці, коли в одному показнику об'єднується комплекс основних показників матеріалу, який визначає його придатність до використання за призначенням.

Тому ієрархічна структура показників ГНМ для ландшафтної сфери використання, що сформована методами кваліметрії, зокрема, методом експертних оцінок, переведена в комплекс основних показників якості з врахуванням їх вагомості в загальній оцінці матеріалу. Багаторічний досвід використання експертних методів у матеріалознавстві, товарознавстві показує їх достатню надійність, у зв'язку з чим у багатьох країнах заключення експерта має юридичне значення. Під час розробки комплексного показника якості передбачається, що при виготовленні ГНМ різного цільового призначення гарантується такий набір їх властивостей, а отже, і рівень якості, який забезпечує виконання ними різноманітних функцій, і разом з цим, задовольняє найвищі потреби споживачів.

Експертна оцінка включає такі етапи: формування групи спеціалістів-експертів; підготовка опитування експертів; опитування експертів; опрацювання експертних оцінок. Критеріями, за якими підбираються спеціалісти в якості експертів є: достатня професійна компетентність та інформативність щодо властивостей ГНМ та їх використання у ландшафтному будівництві; зацікавленість у результатах експертизи, об'єктивність, діловитість та комунікабельність. До опитування, шляхом анкетування, були залучені провідні спеціалісти з ландшафтної архітектури та садово-паркового мистецтва, виробничої сфери та викладачі вишів.

Так, як відповіді експертів можуть мати випадкові помилки, у зв'язку з поліфункційністю досліджуваного об'єкта, в пояснювальній частині анкети наведено рисунок з відображенням чинників впливу як в ґрунті, так і в навколишньому середовищі, в системному зв'язку «матеріал – властивість – функція» (рис. 1).

Експерту пропонувалось оцінити значущість обмеженого числа показників властивостей першого, другого та третього рівнів у частках (від 0,01 до 0,99) залежно від їх важливості та участі в реалізації конкретної функції під час експлуатації матеріалу.

Обробка експертних оцінок полягала у визначенні ступеню узгодженості думок експертів і підрахунку зведених характеристик опитування групи експертів. Середня відносна гарантована помилка коефіцієнтів вагомості досліджуваних ГНМ при ймовірності 0,95 знаходилась у межах 6-10%, а коефіцієнти варіації змінювались в інтервалі 0,15-0,80.

Після попереднього відбору показників була встановлена їх вагомість, а в комплекс включали лише найбільш значущі показники в мінімально можливій кількості. Отриманий ранжувальний ряд основних і найбільш значущих показників якості ГНМ для ландшафтного будівництва наведений у таблиці 2.

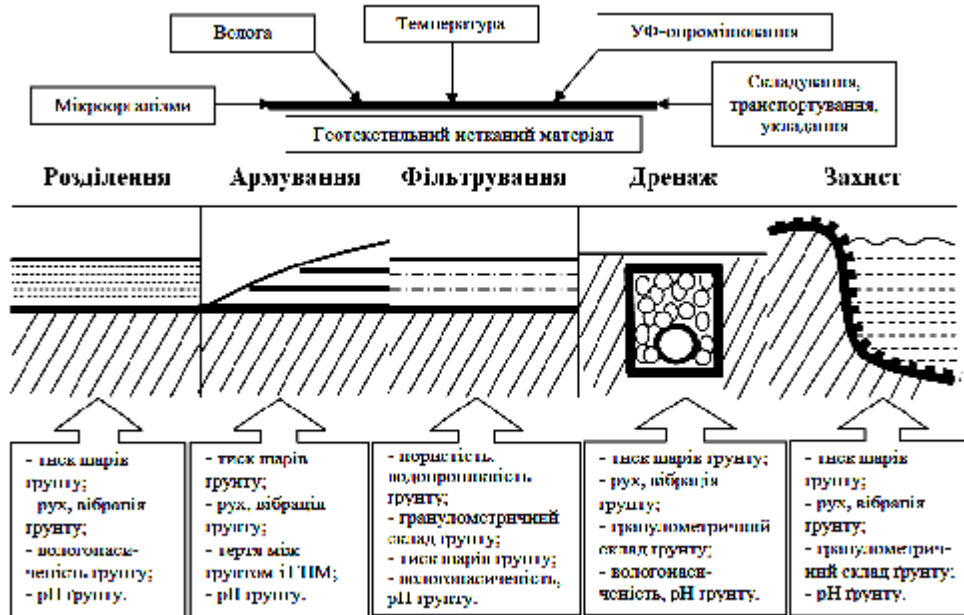


Рис. 1. Чинники, що впливають на ГМ до вкладання в ґрунт та в ґрунті

Таблиця 2

Номенклатура найбільш значущих показників споживних властивостей ГМ для ландшафтного будівництва

Показник, його умовне позначення, одиниця виміру	Коефіцієнт вагомості
Гранична міцність, Гм, кН/м	0,22
Водопроникність, В, $\text{дм}^3/\text{дм}^2 \cdot \text{с}$	0,19
Відносне подовження за найбільшого навантажування, Вп, %	0,15
Поверхнева густина, Пг, $\text{г}/\text{м}^2$	0,14
Грейферна міцність, Грм, Н	0,11
Товщина, Т, мм	0,10
Тривкість до мікробіологічних впливів, Тмв, КУО в 1 г (залишкова міцність, %)	0,09
Разом	1,00

Як видно із даних табл. 2, перелік показників якості включає показники різних груп властивостей, що дозволяє оцінювати матеріали одним комплексним показником, аналізувати їх рівень якості, розділяти за градаціями якості та відповідно оптимізувати асортимент великих груп матеріалів.

Висновки

Доведена необхідність дослідження наявної номенклатури показників властивостей ГМ з метою побудови ієрархічної структури показників якості. Ієрархічна структура сформована із застосуванням аналітичних та кваліметричних методів. Номенклатура основних показників якості ГМ для ландшафтно-ї сфери використання вибрана за допомогою експертних оцінок.

Встановлена номенклатура показників підтверджує вимоги спеціалістів та споживачів до ГМ ландшафтного призначення і дозволяє всебічно оцінювати якість цих матеріалів, оптимізувати їх асортимент з урахуванням поліфункційності.

Література

1. Геотекстиль. Словник термінів (ISO 10318 : 1990, IDT) : ДСТУ ISO 10318-2002. – [Чинний від 2004-01-07]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с. – (Національний стандарт України).
2. Дорожньо-будівельні матеріали. Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань : СОУ 45.2-00018112-025 : 2007. – Офіц. вид. – К. : Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2007. – 115 с. – (Нормативний документ Укравтодор. Стандарт).
3. Мануйленко В. Г. Геосинтетические материалы: классификация, свойства, область применения / В. Г. Мануйленко, Е. Ф. Орел, Е. Ю. Кабернюк, О. В. Слотюк // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2011. – № 126. – С. 234–238.
4. Бугай Н. Г. Гибкие крепления откосов земляных гидротехнических сооружений с использованием геотекстиля / Н. Г. Бугай, А. И. Кривоног, В. В. Кривоног, В. Л. Фридрихсон // Прикладна гідромеханіка. – 2006. – 8, № 1. – С. 3–21.
5. Боднар І. Д. СОУ «Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань» / І. Д. Боднар, І. П. Гамеляк, Г. В. Журба // Дороги і мости». – К. : ДерждорНДІ, 2008. – Вип. 10. – С. 39–42.
6. Геоэкологические основы территориального проектирования и планирования / под ред В. С.

Преображенского, Т. Д. Александровой. – М. : Наука, 1989. – 144 с.

7. Вивчення ландшафтної структури району балки Кобильної, з метою розробки проекту по її заповіданню : звіт по НДР / Казаков В. Л., Шипунова В. О., Калініченко О. О., Ярков С. В., Завальнюк О. Й. – Кривий Ріг : КДПУ, 2000. – 171 с.

8. Трещалин М. Ю. Исследование процесса капиллярного подъема жидкости в нетканых материалах / М. Ю. Трещалин, В. С. Мандрон, Г. К. Мухамеджанов // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 4. – С. 24–26.

9. Трещалин М. Ю. Оценка высоты подъема жидкости в нетканых полотнах «Холлофайбер» / Ю. М. Трещалин // Легпромбизнес. Рабочая одежда. – 2014. – № 4. – С. 11–13.

10. Кириченко О. В. Дослідження структури нетканних геотекстильних матеріалів / О. В. Кириченко // Формування і оцінювання асортименту, властивостей та якості непродовольчих товарів : матеріали 1-ї міжнародної наук.-практ. конф. (Львів, 22 листопада 2013 року) : в III ч. Ч. II / відп. ред. П.О. Куцик – Львів : Львів. комерц. академ., 2013. – С. 71–73.

11. Бугай Н. Г. Прочность геотекстиля при продавливании галькой и щебнем / Н. Г. Бугай, А. И. Кривоног, В. В. Кривоног, В. Л. Фридрихсон // Прикладна гідромеханіка. – 2009. – Т. 11, № 4. – С. 9–16.

12. EN 13255:2014 Geotextiles and geotextile-related products – Characteristics required for use in the construction of canals [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://standards.cen.eu>. – Назва з екрану.

13. Hsu-Yeh Huang, Xiao Gao. Geotextiles [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.engr.utk.edu>. – Назва з екрану.

14. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для застосування в дорожньому будівництві (за винятком залізничних колій та асфальтових покриттів) (EN 13249:2000, IDT) : ДСТУ EN 13249:2005. – [Чинний від 2006-01-07]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 24 с. – (Національний стандарт України).

15. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для використання в роботах з контролювання ерозії (захист узбережжя, берегові покриття) (EN 13253:2000, IDT) : ДСТУ EN 13253:2006. – [Чинний від 2008-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 24 с. – (Національний стандарт України).

References

1. Heotekstyl. Slovník terminiv (ISO 10318 : 1990, IDT) : DSTU ISO 10318-2002, Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2004, 8 p.
2. Dorozhno-budivelní materialy. Materialy heosyntetichni. Metody vyprobuvan : SOU 45.2-00018112-025 : 2007, Kyiv, Derzhavna sluzhba avtomobilnykh dorih Ukrainy (Ukravtodor), 2007, 115 p.
3. Manuilenko V. H., Orel E. F., Kaberniuk E. Yu., Slotiuk O. V. Heosynteticheskiye materyaly: klassyfykatsiya, svoystva, oblast prymenyeniya. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainiskoi derzhavnoi akademii zaliznychnoho transportu*, 2011, No. 126, pp. 234-238.
4. Buhai N. H., Kryvonoh A. Y., Kryvonoh V. V., Frydrykhson V. L. Hybkye krepleniya otkosov zemlianykh hydrotekhnicheskyykh sooruzheniy s yspolzovaniem heotekstylya. *Prykladna hidromekhanika*, 2006. Vol. 8, No. 4, pp. 3-21.
5. Bodnar I. D., Hameliak I. P., Zhurba H. V. SOU «Materialy heosyntetichni. Metody vyprobuvan». *Dorohy i mosty*, 2008, Vol. 10, pp. 39-42.
6. Heoekologicheskyye osnovy terrytorialnogo proektyrovaniya y planyrovaniya. Ed. By V. S. Preobrazhenskoho, T. D. Aleksandrovoi. Moscow, Nauka, 1989, 144 p.
7. Kazakov V. L., Shypunova V. O., Kalinichenko O. O., Yarkov S. V., Zavalniuk O. Y. Vychennia landshaftnoi struktury raionu balky Kobylnoi, z metoiu rozrobky proektu po yii zapovidanni. *Zvit po NDR. Kryvyi Rih, KDPU*, 2000, 171 p.
8. Treshchalyn M. Yu, Mandron V. S., Mukhamedzhanov H. K. Yssledovanye protsessa kapyllyarnoho podema zhydkosty v netkanykh materialakh. *Yzvestiya VUZov. Tekhnolohiya tekstylnoi promyshlennosty*, 2009, Vol. 4S, pp. 24-26.
9. Treshchalyn M. Yu. Otsenka vysoty podema zhydkosty v netkanykh polotnakh «Khollofaiber». *Lehprombyznes. Rabochaia odezhda*, 2014, Vol. 4, pp. 11-13.
10. Kyrychenko O. V. Doslidzhennia struktury netkanykh heotekstylnykh materialiv. *Formuvannia i otsiniuvannia asortymentu, vlastyvoستي ta yakosti neprodovolchyykh tovariv : v III chast. materialy 1 mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf.* Lviv, Lviv komerts. akadem., 2013, Ch.II, pp. 71-73.
11. Buhai N. H., Kryvonoh A. Y., Kryvonoh V. V., Frydrykhson V. L. Prochnost heotekstylya pry prodavlyvaniy halkoi y shchebenem, *Prykladna hidromekhanika*, 2009, Vol. 11, No. 4, pp. 9-16.
12. EN 13255:2014 Geotextiles and geotextile-related products – Characteristics required for use in the construction of canals, URL: <http://standards.cen.eu>.
13. Hsu-Yeh Huang, Xiao Gao. Geotextiles, URL: <http://www.engr.utk.edu>.
14. Gheotekstylj ta vidneseni do gheotekstylju vyroby. Neobkhidni kharakterystyky dlja zastosuvannja v dorozhnjomu budivnyctvi (za vynjatkom zaliznychnyykh kolij ta asfaljtovykh pokryttiv) (EN 13249:2000, IDT) : DSTU EN 13249:2005, Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006, 24 p.
15. Gheotekstylj ta vidneseni do gheotekstylju vyroby. Neobkhidni kharakterystyky dlja vykorystannja v robotakh z kontroljuvannja eroziji (zakhyst uzberezhzhja, berehovi pokryvvy) (EN 13253:2000, IDT) : DSTU EN 13253:2006, Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009, 24 p.

Рецензія/Peer review : 8.6.2015 р. Надрукована/Printed : 29.8.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Кожушко Г. М.