



Co-funded by the
Tempus Programme
of the European Union

Публікація є результатом реалізації проекту:
TEMPUS CERES: Центри передового досвіду для молодих вчених
This publication is the result of the project implementation:
TEMPUS CERES: Centers of Excellence for young REsearchers.
Reg.no.544137-TEMPUS-1-2013-1-SK-TEMPUS-JPHES



УДК 625.7/8

Усиченко О.Ю., канд.техн. наук, Миколаєнко О.А.,

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПІДБОРУ ГЕОСИНТЕЧНИХ МАТЕРІАЛІВ В ДРЕНАЖНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Анотація. В процесі будівництва об'єктів, а також при реконструкції існуючої забудови будівельникам часто доводиться мати справу з ґрунтовими і поверхневими водами. Кінцева вартість об'єкта безпосередньо залежить від ефективності і витрат на протипаводкові і фільтраційно-дренажні заходи. На сьогоднішній день існують різні системи, що дозволяють забезпечити постійний стійкий дренаж. Одним з сучасних підходів є застосування геосинтетичних матеріалів в дренажних системах, що дозволяє значно скоротити витрати при будівництві та вирішити питання надійності та довговічності об'єктів будівництва[1].

Ключові слова: геосинтетичний матеріал, геокомпозит, дренаж, фільтраційний прошарок, водопроникність, водопропускна здатність.

УДК 625.7/8

Усиченко Е.Ю., канд.техн. наук, Миколаєнко О.А.,

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОДБОРА ГЕОСИНТЕЧНИХ МАТЕРИАЛОВ В ДРЕНАЖНОЙ КОНСТРУКЦИЯХ

Аннотация. В процессе строительства объектов, а также при реконструкции, существующей застройки строителям часто приходится иметь дело с ґрунтовыми и поверхностными водами. Конечная стоимость объекта напрямую зависит от эффективности и затрат на противопаводковые и фильтрационно-дренажные мероприятия. На сегодняшний день существуют различные системы, позволяющие обеспечить постоянный устойчивый дренаж. Одним из современных подходов является применение геосинтетических материалов в дренажных системах, что позволяет значительно сократить расходы при строительстве и решить вопрос надежности и долговечности объектов строительства [1].

Ключевые слова: геосинтетические материалы, геокомпозит, дренаж, фильтрационный слой, водопроницаемость, водопропускная способность.

UDC 625.7/8

Usychenko E., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Mykolaienko O.

AN ANALYSIS OF EXISTENT METHODS IS FOR THE SELECTION OF GEOSYNTHETIC MATERIALS IN DRAINAGE CONSTRUCTIONS

Abstract. Often builders have to deal with subsoil and superficial waters in the process of building of objects or at the reconstruction of existent building. The eventual cost of object directly depends on efficiency and charges on torrent-control and filtration and drainage measures. Today there are different systems that allow provide permanent proof drainage. One of modern approaches there is application of geosynthetic materials in the drainage systems. It allows cutting down expenses at building and deciding the question of reliability and longevity of building objects.

Key words: geosynthetics, geocomposites, drainage, filtration layer, permeability, culvert capacity.

Вступ

Класифікація геосинтетичних матеріалів, яка використовується в дорожньому будівництві представлена за такими функціями : армування, розділення, фільтрування, дренажування, боротьба з ерозією, гідроізоляція, теплоізоляція та захисту. Звернемо особливу увагу на такі функції як фільтрування та дренаж. У дренажно-фільтраційних системах застосовуються ткани і неткани геосинтетичні матеріали.

Геосинтетичний матеріал - загальний термін, який описує рулонний, стрічковий або об'ємний (у вигляді трьохмірної структури) матеріал, один із компонентів якого виконаний із синтетичного або натурального полімеру, який використовують у контакт з ґрунтом і (або) іншими матеріалами в дорожньому, геотехнічному та цивільному будівництві.

Дренажі з застосуванням геосинтетиків влаштовують для відведення води від дорожньої конструкції в дренажну систему.

Основна частина

При влаштуванні всіх шарів дорожнього одягу з монолітних матеріалів як площинний горизонтальний дренаж після техніко-економічного обґрунтування допускається застосовувати (замість дренажного шару) прошарок з геотекстильного матеріалу товщиною не менше 4 мм з коефіцієнтом фільтрації не нижче 50 м/добу з випуском полотнищ на укоси насипу на висоту не менше 0,5 м. Вибір матеріалу в цьому випадку проводиться за спеціальними вказівками.

А саме, розрахунок фільтруючих прошарків у дорожній конструкції застосовують п'ять критеріїв:

- 1) критерій утримання ґрунту – пористість фільтра повинна бути достатньо малою, щоб затримувати ґрунтові частинки;
- 2) критерій водопроникності фільтра – геотекстиль повинен бути достатньо водопроникним, щоб забезпечити максимально вільне протікання води;

Introduction

Classification of geosynthetic materials that used in travelling building presented after such functions: of reinforcement, division, filtration, catchment, fight against erosion waterproofing, insulation and protection. Lets turn the special attention on such functions as filtrations and drainage. The woven and nonwoven geosynthetic materials are used in the drainage and filtration systems.

Geosynthetic material is a general term that describes roll, band or by volume (as a three-dimensional structure) material, one of components of that is executed from a synthetic or natural polymer that is used in a contact with soil and (or) other materials in travelling, geotechnical and civil building.

Drainages using geosynthetics arrange for removal of water from road construction in the drainage system.

Subject matter

When the device of pavement layers of reinforced material like plane horizontal drainage after the feasibility study may be applied (instead of draining layer) layer of geotextile material. Its thickness must be not less than 4 mm with a coefficient of filtration not less than 50 m/day of release panels on the slopes of the embankment on height of not less than 0.5 m. The choice of material in this case is for special instructions.

Specifically, the calculation filter layers in road construction using five criteria:

- 1) Soil retention criterion - porosity filter should be small enough to hold soil particles;
- 2) criterion permeability filter - geotextiles must be water permeable enough to provide a maximum free flow of water;

розрахунків із використанням модифікованої математичної моделі руху рідини у пористому середовищі [1]

3) критерій незабивання фільтра – геотекстиль повинен залишатись високо пористим впродовж строку служби з низькою ймовірністю забивання;

4) критерій міцності – геотекстиль повинен бути достатньо міцним щоб протистояти пошкодженням під час укладання в конструкцію, будівельним та експлуатаційним навантаженням;

5) критерій стійкості – геотекстиль повинен бути стійким до хімічного, біологічного і ультрафіолетового впливу впродовж запроєктованого терміну служби.

При розрахунку за критерієм утримання ґрунту, визначають розмір отворів геотекстильного фільтра [1]:

$$O_{90} < 2 \cdot d_{85}, \quad (1)$$

де O_{90} – необхідний розмір отворів геотекстильного фільтра, мм, згідно з 7.4.1 СОУ45.2-00018112-025; d_{85} – розмір фракції, мм, дрібніше якої в ґрунті міститься 85 % частинок за масою сухого ґрунту.

Мінімально допустиму водопроникність геотекстилю встановлюють з умови (2):

$$k_{ГТ} \geq 10 \cdot k_{ф}, \quad (2)$$

де $k_{ГТ}$ – водопроникність геотекстилю, м/добу, згідно з 7.4.2 СОУ45.2-00018112-025; $k_{ф}$ – коефіцієнт фільтрації ґрунту, який захищають геотекстильним фільтром.

Номинальну водопроникність геотекстилю визначають з умови (3):

$$k_{ГТ.ном} > k_{ГТ} \cdot K_3 \cdot K_{П} \cdot K_{Пр} \cdot K_X \cdot K_B, \quad (3)$$

де $k_{ГТ.ном}$ – номинальна водопроникність геотекстилю, м/добу; K_3 – коефіцієнт зменшення водопроникності внаслідок забруднення і забивання фільтра частинками ґрунту; $K_{П}$ – коефіцієнт зменшення пористості геотекстилю в наслідок повзучості; $K_{Пр}$ – коефіцієнт впливу їх проникнення в структуру геотекстилю; K_X –

3) criteria not clogging the filter- geotextiles must remain highly porous over the lifetime of the low probability of clogging;

4) strength criterion - geotextile should be strong enough to resist damage during styling in the design, construction and operational load;

stability criterion - geotextile to be resistant to chemical, biological and UV exposure over projected service life.

5) stability criterion - geotextile to be resistant to chemical, biological and UV exposure over projected service life.

For calculating the size of the holes geotextile filter use the criterion keeping the soil [1]:

$$O_{90} < 2 \cdot d_{85}, \quad (1)$$

where O_{90} - a necessary mesh size into geotextile filter, mm, according to SOU45.2-00018112-025 7.4.1; d_{85} - fractions size mm, which is smaller in soil particles contained 85% by weight of dry soil.

Condition of the minimum allowable permeability geotextile set (2):

$$k_{ht} \geq 10 \cdot k_f, \quad (2)$$

where k_{ht} - geotextile permeability, m/day, according to SOU45.2-00018112-025 7.4.2; k_f - coefficient of soil filtration, which protects geotextile filter.

Nominal permeability geotextile determined from the condition (3):

$$k_{ht.nom} > k_{ГТ} \cdot K_3 \cdot K_P \cdot K_{Pr} \cdot K_H \cdot K_B, \quad (3)$$

where $k_{ht.nom}$ - rated geotextile permeability, m/day; K_3 - rate reduction of permeability due to pollution and clogging of the filter soil particles; K_P - coefficient geotextile porosity reduction as result of creep; K_{Pr} - coefficient of influence surrounding the granular material because of air penetration into the structure geotextiles;

коефіцієнт впливу хімічного забивання фільтра; K_B – коефіцієнт впливу біологічного забивання фільтра [6].

В [6] наведені методики розрахунку дренажних конструкцій, які включають різні параметри підбору та наведені схеми до розрахунків.

Опрацювавши [3] можна побачити, що вимоги до геосинтетиків висуваються наступні:

- фільтр повинен мати стійкість до хімічного складу вод протягом всього терміну служби;
- фільтр повинен пропускати максимальну кількість ґрунтових вод;
- вода в фільтр повинна надходити з усієї змочуваної поверхні;
- фільтр повинен мати оптимальну пористість;
- при постійній роботі фільтра не повинно відбуватися замулення (кольматації) геотекстилю;
- фільтр необхідно підбирати з урахуванням можливої зміни розмірів прохідних отворів в залежності від хімічного складу ґрунтових вод;
- гравійне обсіпання труби сприяє запобіганню від замулення фільтрів і підвищенню термінів їх експлуатації.

Правильно підібраний геотекстиль може використовуватися замість мінеральних матеріалів, що фільтрують, а також в сукупності з ними [4].

Отже, використання геосинтетичних матеріалів дозволяє істотно знизити вартість споруди за рахунок заміни традиційних дорожніх гравійно-галькових фільтрів на тонкі фільтри з нетканого матеріалу, а з іншого боку приводить до вирішення специфічних задач зв'язаних з кольматацією та фільтраційними властивостями.

Геосинтетичні матеріали можуть використовуватись в якості фільтраційного шару при:

- укладанні геотекстилю по периметру траншейної дрени, що дозволяє запобігти міграції частинок ґрунту в дренажний шар;
- використанні геотекстилю під

K_H - coefficient of influence of a chemical filter logging; K_B - factor influence biological filter logging. [6]

In [6] there are methods of calculating drainage structures that include different parameters of selection and some schemes for calculations.

There are seven requirements for geosynthetics [3]:

- Filter should be resistant to the chemical composition of water throughout the service life;
- Pass filter has the maximum number of groundwater;
- Water filter should come with all wetted surface;
- Filter should have optimal porosity;
- At constant work filter performance should not be geotextiles siltation (mudding);
- Filter should be select considering possible changes in the size of through-holes depending on the chemical composition of groundwater;
- Sprinkled gravel pipes helps prevent silting of filters and improve their life.

The correct geotextiles can be used instead of mineral materials filtered and together with them [4].

On one hand, using geosynthetics can significantly reduce the cost structure by replacing costly traditional gravel filter on thin nonwoven filters. On the other hand, it leads to solve specific problems related to mudding and filtration properties.

Geosynthetic materials are using as a filtration layer at:

- Laying geotextiles perimeter trench drains that prevents migration of particles in soil drainage layer;
- The use of geotextiles under sidewalks, providing a collective geocomposites, combined with drainage sewers;

тротуарами, що дозволяє створити збірний геокомпозит, об'єднаний з дренажною каналізацією;

- будівництві підпірних стін, що дозволяє відокремити дренажну систему від зворотної засипки.

Структура геотекстилю схожа на ґрунтову, він має пори (пори) і частки (нитки і волокна), проте стисливість і взаємне розташування компонентів відрізняються. Структурою геосинтетичного матеріалу є геометричне співвідношення між волокнами і порами, яке на порядок складніше, ніж у ґрунті. Розмір пор визначається лабораторним шляхом.

Основною задачею геосинтетичного матеріалу, який використовується в дренажних системах є переміщення рідини уздовж полотна тканини. Як дренаж найбільш ефективні неткані геосинтетики, водонепроникність яких однаково висока як поперек площини полотна, так і вздовж нього.

Дренуючі геосинтетики застосовують в конструктивних шарах дорожнього одягу, в земляному полотні та в підстиляючій основі та використовують для влаштування траншейного і площинного понижуючого дренажу, горизонтального дренажу в основі земляного полотна чи/під тимчасовим навантаженням, для вертикального та горизонтального дренажу основи з метою прискорення консолідації, для капілярореривання, для горизонтального і прикордонного дренажу конструкції дорожнього одягу, для перехоплюючого дренажу при захисті укосів виїмок, для дренажу армованого укосу та підпірних стінок, при захисті бетонного фундаменту від агресивної дії засолених ґрунтових вод [1].

Швидкість потоку, який проходить через полотно, визначається при випробуваннях на приладах МТ – 162 (рис. 1). Основною задачею випробування є визначення коефіцієнта фільтрації, який являє собою швидкість фільтрації води перпендикулярно до площини або в площині полотна. Отже, коефіцієнт фільтрації заключає в собі два поняття:

- Construction of retaining walls to separate the drainage system of back filling.

Geotextile structure similar to the soil, it has voids (pores) and particles (yarns and fiber) but there are different between the compressibility and the relative position of the components. Structure of geosynthetics are geometric ratio between fibers and pores, which is an order of magnitude more difficult than in soil. The size of the pores is determined by laboratory methods.

The main task of geosynthetics used in drainage systems is to move fluid along the leaf tissue. As the most effective drainage is nonwoven geosynthetics. Permeability are equally high as a plane across the cloth and along it.

Geosynthetics for drainage used in structural layers of pavement, the roadbed and underlying basis. They used for the device trench and planar lowering drainage, horizontal drainage in the basis of the roadbed and/or under temporary load for vertical and horizontal drainage foundations to accelerate consolidation. For intercepting drainage grooves in the protection of slopes for drainage and reinforced slope retaining walls while protecting the concrete foundation of the aggressive action of saline groundwater. [1]

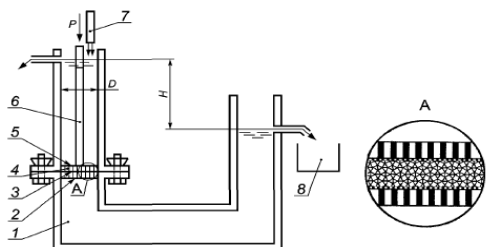
The flow rate, which passes through the canvas, is determined by tests on devices MT - 162 (Fig. 1). The main objective of the test is to determine the coefficient of filtration, which is a filtration rate of water perpendicular to the plane or in the plane of the canvas. Thus, the filtration coefficient concludes two concepts:

- Θ culvert capacity - the ability to hold water in the material plane;

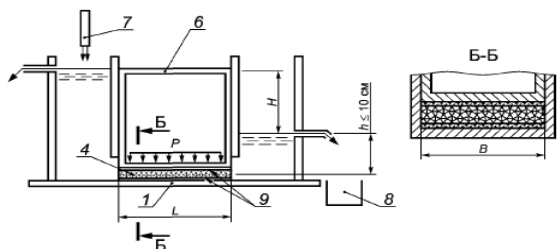
- водопропускна здатність θ – здатність матеріалу пропускати воду в площині;
 - водопроникність ψ – здатність матеріалу відводити воду з площини.
 Саме ці характеристики дозволяють оцінити ефективність роботи дренажної системи [6].

- Ψ permeability - the ability to divert water from the material plane.
 These characteristics allow evaluate the efficiency of the drainage system. [6]

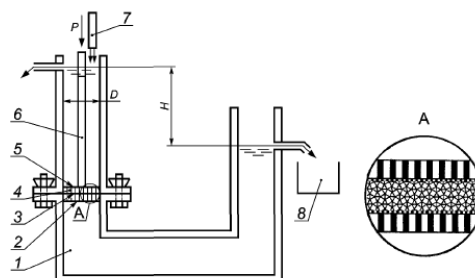
А)



Б)



А)



Б)

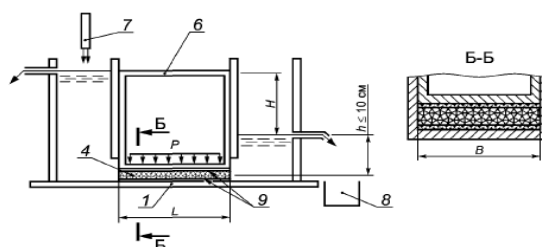


Рисунок 1 – Приклад схеми приладів для визначення водопроникності геосинтетичних матеріалів

А- в напрямі, перпендикулярному до площини полотна, Б- в площині полотна.

1 - фільтраційна камера з внутрішнім діаметром D (для А) або довжиною L і шириною B (для Б); 2 – перфорований диск; 3 – сітка; 4 – зразок геотекстильного матеріалу; 5 – перфорований штамп; 6 – прилад для передачі тиску (P) на пробу; 7 – прилад для подачі води; 8 – ємкість для збору води; 9 – резинові прокладки; H – значення напору; h – рівень води на виході з приладу.

Figure 1 – Example circuit devices for permeability of geosynthetics.

А- Perpendicular to the plane of the canvas, а В-plane of the canvas

1 - filtration chamber with an internal diameter D (for A) or length L and width B (for B); 2 - perforated disc; 3 - net; 4 - like geo-textile material; 5 - perforated punch; 6 - a device for transferring pressure (P) in the sample; 7 - A device filling water; 8 - capacity to collect water;

9 - rubber gaskets; H - value of pressure; h - the water level at the output of the device.

Водопропускна здатність і водопроникність оцінюються при різних значеннях тиску, що дає можливість визначити, як буде вести себе геосинтетичний матеріал на різних глибинах і при різному навантаженні, в конкретних будівельних конструкціях. У процесі випробування на приладі необхідно забезпечувати безперервний потік рідини. Таким чином, повинен зберігатися рівень води на вході і виході води з проби, при цьому необхідна незмінність положення зразка в процесі випробувань. За результатами випробування за коефіцієнт

Culvert capacity and permeability are measured at different values of pressure, which makes it possible to define how to behave geosynthetic material at different depths and at different load, in particular building structures. During the test instrument must provide a continuous flow of liquid. So the water level should be maintained at the inlet and outlet of water samples, with the necessary provisions immutability sample during testing. As a result of tests on filtration coefficient taken the arithmetic mean calculated values (at least 5 - perpendicular to

фільтрації приймається середнє арифметичне обчислених значень (не менше 5 - перпендикулярно до площини полотна, не менше 6 - в площині полотна), визначених при однаковому тиску на проби [2].

Ефективними геосинтетиками для дренажу є: геотекстильні неткані скріплені механічним (голкопробивним), термічним та комбінованим способами; дренажні геоконструкції. Найбільш ефективними для дренажу є геоконструкції, які складаються з дренажного ядра та геотекстильних фільтрів, які можуть виконувати дренажування з однієї чи обох сторін від геоконструктивного полотна. Дренажні геоконструкції - один з видів геосинтетиків, являють собою геосітки (георешітки), з осередками ромбовидної форми, що виготовляються з композицій поліетилену низького і високого тиску або поліпропіленові екструдовані геомати. Георешітка або геомати використовуються в якості каркаса, покритого по верхній і нижній площинах фільтром з нетканого голкопробивного геотекстильного матеріалу. Така структура забезпечує високу і стабільну водонепроникність в площині матеріалу. Використання геоконструктивного матеріалу дає широкі можливості по підбору фільтра в залежності від конкретних ґрунтових, гідрологічних умов, прийнятого конструктивного рішення.

Цікавою є методика використання геосинтетичного матеріалу в поєднанні з глинами. Експерименти були проведені П. Кенделом та Дж. Баклі в Австралії. Так званий «сендвіч», який вкладається в основу конструкції і працює одночасно як капілярноперериваючий шар так і дренажний прошарок, що збирає і відводить зайву вологу [7].

Висновки

На сьогоднішній день вчені займаються питанням оптимізації розрахунку дренажних прошарків з природних матеріалів чи повної їх заміни на геосинтетичний матеріал. Можна сказати, що геосинтетичні матеріали є альтернативою для сипучих матеріалів. Відмовившись або скоротивши використання природних матеріалів можна зменшити затрати праці на влаштування дренажної конструкції при забезпеченні необхідних показників надійності та довговічності.

the plane of the canvas no less than 6 - in the plane of the canvas) defined at the same pressure tests [2].

Effective for geosynthetic drainage are: non-woven geotextile mechanically fastened (punched) by thermal and combined methods; geocomposites draining. Most effective for drainage geocomposites is composed of core and draining geotextile filters that can perform draining from one or both sides of geocomposites canvas.

Drainage geocomposites - a type of geosynthetics represent geogrid with diamond-shaped mesh made from polyethylene compositions of low and high pressure or polypropylene extruded geomats. Geomats or geogrid used as a skeleton, covered on the top and bottom planes punched nonwoven filter from geotextile material. This structure provides a stable and high permeability in the plane of the material. Use geocomposites material provides many opportunities for the selection of filter depending on the specific soil, hydrological conditions and the adopted constructive solutions.

An interesting technique is the use of geosynthetics in combination with clay. J. P. Kendel and Buckley conducted the experiments in Australia. The so-called "sandwich", which is embedded in the foundation design and works both as capillaries interrupting layer and a drainage layer that collects and removes excess moisture. [7]

Conclusions

Nowadays scientists involved in the optimization calculation drainage layers of natural materials or their complete replacement by geosynthetic material. We can say that geosynthetic materials is an alternative for bulk materials. Refusing or reducing the use of natural materials can reduce labor costs for the arrangement of drainage structures while ensuring the required parameters of reliability and durability.

Now conducts many experimental studies

Зараз проводиться багато експериментальних досліджень за кордоном по підбору оптимального геосинтетика для тих чи інших умов. Науковці з Англії, Франції та Німеччини в своїх працях описують дані, які були отримані експериментальним шляхом і демонструють переваги використання геосинтетичних матеріалів перед дисперсними матеріалами

Література

1. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги.
2. Посібник № 1 з проектування земляного полотна і дорожніх одягів із застосуванням геосинтетичних матеріалів (до ГБН В.2.3-37641918-544:2014)
3. ОДМ 218.2.055-2015 Рекомендации по расчёту дренажных систем дорожных конструкций.
4. Литвиненко А.С. Щодо питання відмови від влаштування «дренуючих» піщаних шарів в основі дорожніх одягів автомобільних доріг/стаття.
5. ОДМ 218.5.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
6. ПНСТ 20-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дренирования. Общие технические условия.
7. P. Kendall & J. Buckley Investigation of GCL Overlap Techniques Using a Large Scale Flow Box

Рецензенти:

Славінська О.С., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Slavinska O.S., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Gameliak I.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

abroad for the selection of optimal geosynthetics for different conditions. Scientists from Britain, France and Germany are describe in their writings the data obtained by experiment and demonstrate the advantages of using geosynthetics materials to disperse.

References

1. HDN V.2.3-37641918-544: 2014 Application of geosynthetics in road construction. Basic requirements.
2. Guide number 1 on the design of the roadbed and road pavements using geosynthetics (HDN to V.2.3-37641918-544: 2014).
3. Recommendations on ODM 218.2.055-2015 Guidance on calculating drainage of road structures.
4. Litvinenko AS On the issue of failure of the device "draining" sand layers in pavements on highways/article.
5. ODM 218.5.003-2010 Recommendations on Application geosynthetic materials in the construction and repairs of roads.
6. PNST 20-2014 Automobile public roads. Geosynthetic materials for drainage. General specifications.
7. P. Kendall & J. Buckley Investigation of GCL Overlap Techniques Using a Large Scale Flow Box.

Стаття надійшла до редакції: **15.09.2016 р.**