УДК 626.862.4

Ткачук М. М., д.т.н., професор, Кириша Р. О., старший викладач, Дацишина І. Б., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ДРЕНАЖНО-МОДУЛЬНІ СИСТЕМИ З ВЕРТИКАЛЬНИМИ ФІЛЬТРАМИ ГІДРАВЛІЧНО ЗВ'ЯЗАНИМИ З ДРЕНАМИ

Наведені переваги дренажно-модульних систем над традиційними та результати порівняльного аналізу різних конструкцій фільтруючих елементів, що застосовуються на дренажних модулях.

Ключові слова: дрени, дренажно-модульні системи, вертикальні фільтри, гідравлічно зв'язані.

Меліоративний фонд у гумідній зоні України складає 5,4 млн га, з яких загальна площа осушених земель становить біля 3,3 млн. га (60%), в тому числі площі з закритим дренажем більше 2,0 млн га. Значні площі цих земель майже не використовуються, тому що перебувають в незадовільному стані. Головною причиною незадовільного стану традиційних систем є їх недосконалість щодо сучасних вимог, а разом з тим моральна й фізична застарілість. Саме тому вони не виконують функцій регулювання водно-повітряного режиму грунтів і вимагають реконструкції та модернізації.

У НУВГП розроблені дренажно-модульнісистеми (рис.1), що дозволяють покращати водний режим грунтів на гідромеліоративних системах у зоні надмірного і нерівномірного зволоження.

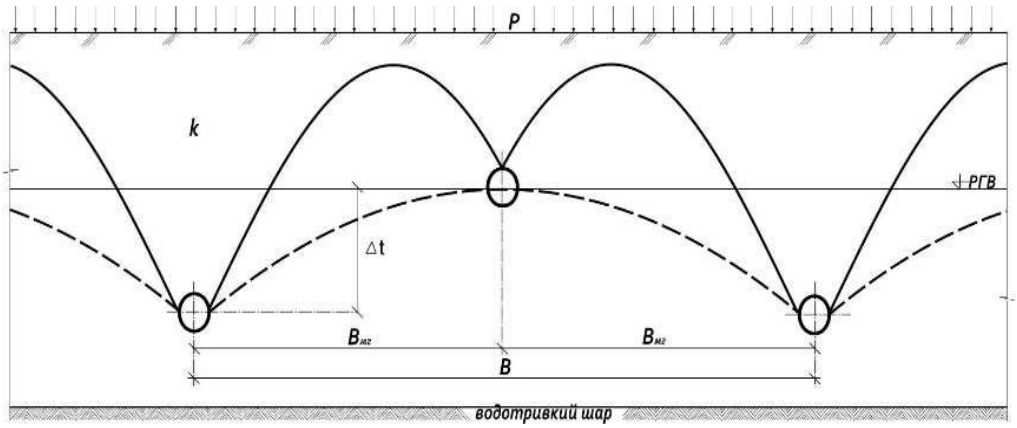

Рис. 1. Схема дренажно-модульна система для регулювання водного режиму грунтів

Водний режим грунтів на гідромеліоративних системах досягається завдяки різноглибокому розташуванню суміжних дрен дренажного модуля. Унаслідок чого, при пониженні РҐВ нижче рівня закладання мілких дрен, вони виключаються з роботи і міждренна відстань регулюючої мережі збільшується мінімум вдвоє. Аналізуючи і порівнюючи роботу традиційної закритої регулювальної мережі та дренажних модулів, стає очевидним, що використання останніх, дає змогу пришвидшити відведення надлишкових ґрунтових вод. Разом з тим, при використанні дренажних модулів істотно зменшується кількість відведеної ґрунтової води з осушуваного масиву за умови припинення водного живлення, що мінімізує ймовірність пониження РҐВ нижче норми осушення та зменшення

навантаження на водовідвідну мережу гідромеліоративної системи [1].

Для вдосконалення регулюючої мережі, представленої дренажними модулями, нами пропонується використання фільтруючих елементів на дренах мілкого закладання, що значно збільшує гідрологічну ефективність дренажного модуля та пришвидшує розвантаження поверхневого шару ґрунтів від надлишкової води [2].

Фільтруючі елементи– це площинні, вертикально встановлені та гідравлічно зв'язані з дреною мілкого закладання дренажного модуля матеріали (природні або штучні), коефіцієнт фільтрації яких значно більший за коефіцієнт фільтрації ґрунту на осушуваному масиві (рис. 2) [3]. Для визначення гідрологічної ефективності дренажних модулів при їх сумісній роботі з фільтруючими елементами були проведені експериментальні дослідження в лабораторних умовах.

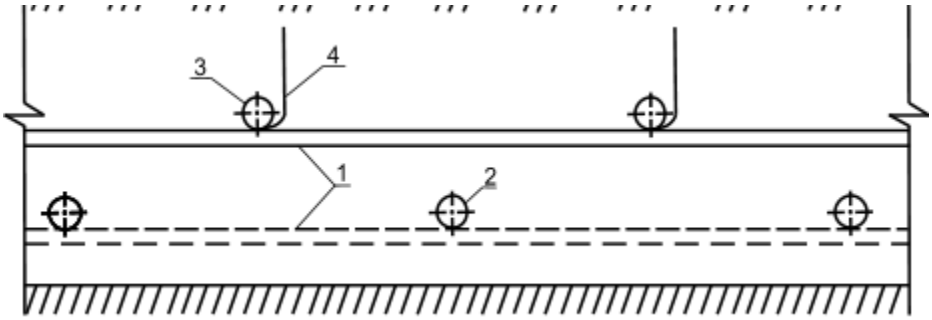

Рис. 2. Схема дренажно – модульної системи з вертикальними фільтрами: 1 – колектори мілкої та глибокої закладки; 2 – дрени глибокої закладки; 3 – дрени мілкої закладки; 4 – вертикальний фільтр

Для вертикальних фільтрів на дренажно-модульних системах в ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації більше 0,5 м/добу нами досліджувались природні та штучні матеріали [4]. В якості штучних матеріалів досліджувались фільтруючі елементи з склотканинних матеріалів і геотекстилю (рис. 3, 4). Щодо склотканинних матеріалів, то вони мають наступні необхідні для водогосподарського використання властивості: високу водопроникність, некольматованість, відсутність суфозійних явищ, високу міцність, довговічність, хімічну і біологічну стійкість, транспортабельність і економічність. Цим вимогам відповідають і геотекстилі [5].

Крім того, склотканини та неткані матеріали забезпечують кращу проникність води в дренажні труби ніж інші фільтруючі матеріали. Вони зменшують ймовірність небезпеки суфозійних явищ та кольматажу дренажних труб [2] на межі ґрунту і фільтруючого елементу.

Рис. 3. Скловолокнисті тканини (ДСТУ 2243)

В теперішній час геотекстилі (рис. 4) виготовляються з термічно закріплених волокон з поліпропілену. Це забезпечує стійкість до вологи і хімічних сполук, зокрема лугів, кислот,

відсутність гниття від впливу різноманітних грибків і цвілі, гризунів і комах, проростання коріння.

Рис. 4. Геотекстиль (ДСТУ EN13257:2008)

У водогосподарському будівництві геотекстиль найчастіше застосовується для:

1) укріплення похилів поверхні для будь-яких типів ґрунтів, з метою підвищення стійкості насипів і рівномірного розподілу навантажень на земляні споруди;

2) захисту ґрунтів від ерозії верхніх шарів ґрунту, деформації земляних споруд і недопущення їх руйнуванню [6, 7].

Аналіз характеристик структурних матеріалів – скло тканинних, геотекстилю та інших показує, що найважливішою характеристикою для використання їх в якості фільтруючих елементів для дренажно-модульних систем є їх пористість, що є функцією коефіцієнта фільтрації. Крім того, пористість фільтруючих матеріалів є визначальною для виникнення суфозійних явищ на границі ґрунту і фільтруючого елементу. Для цього за гранулометричним складом ґрунту визначаються максимальні діаметри суфозійних частинок $d_{ci}^{\max}$. Згідно критерію А.Н. Порташева фільтр не буде кольматуватись, якщо виконується умова:

$$D_{0,1} \geq 1{,}1 \cdot a_{\bullet} \cdot d_{ci}^{\max} \quad , \tag{1}$$

де $D_{0,1}$ – максимальний діаметр пор фільтру;

$a_{\bullet}$ – коефіцієнт, що залежить від властивостей кольматуючих частинок і числа Рейнольдса, визначається за таблицею 1.

Таблиця 1

Властивості кольматуючих частинок

Кольматуючі частинки, мм	a_*	Re
Пилуваті від 0,001 до 0,005	4,0	1,0
Дрібний пісок від 0,05 до 0,25	3,0	0,5
Середній пісок 0,25 до 0,5	2,5	0,1

Непросипуваність частин скелета ґрунту буде забезпечуватися, тоді коли діаметр пор фільтру буде задовольняти умову:

$$D_{0,2} \leq 1{,}8 \cdot d_{60}, \tag{2}$$

d_{60} – 60% -ий діаметр частинок грунту.

Коефіцієнт фільтрації із скловолокна та геотекстилю та інших фільтруючих матеріалів досліджувався в лабораторних умовах кафедри гідромеліорації та природо облаштування НУВГП і визначався за методикою М.Г. Пивовара :

$$k_{\Phi} = \frac{g \cdot n_1^3 \cdot B}{16(1-n_1)^2 \cdot v}, \tag{3}$$

де $B=f(n_1)$ – коефіцієнт, що залежить від пористості (діаметра пор волокна) з якого зроблений фільтр і діючого на фільтр навантаження;

n_1 – пористість фільтруючих матеріалів, що залежить від діаметру елементарного волокна і діючого на фільтр навантаження;

v – коефіцієнт кінематичної в'язкості води;

d_{60} – 60% діаметр частинок ґрунту [2].

Крім аналізу характеристик структурних матеріалів перевірявся $k_{\text{фф}}$ за методикою Дарсі. Як показали дослідження застосування фільтруючих елементів на дренажних модулях, дозволяє збільшити водо поглинаючу здатність дренажу, за рахунок забезпечення пришвидшення опускання початкового рівня РГВ (рис. 5) в природній зоні на величину h_0, яка є різницею між максимальним значенням стояння РГВ –H_1, відносно площини О-О (точка А), і мінімальним H_2 (точка В). Це забезпечує збільшення гідравлічного похилу кривої депресії АВ, що виходячи із закону Дарсі (4) збільшить швидкість ґрунтового потоку v і, як наслідок, сприятиме зменшенню часу на розвантаження ґрунту від надлишкових вод.

$$v = -k\frac{dH}{dS}, \tag{4}$$

де v – швидкість ґрунтового потоку;

k – коефіцієнт пропорційності, що має назву коефіцієнт фільтрації;

$\frac{dH}{dS}$ – похил кривої депресії.

Для розрахунку витрат води з дрени при спільній роботі з вертикальним фільтром нами використана схема (рис. 5).

За законом Дарсі витрата, що проходить через даний переріз w, прямо пропорційна коефіцієнту фільтрації ґрунту k, і п'єзометричному похилу J

$$Q = wkJ, \tag{5}$$

де Q – витрата, що проходить через даний переріз;

w – площа перерізу через який проходить витрата;

J – п'єзометричний похил.

Для випадку відкритого ґрунтового потоку лінія п'єзометричного напору збігається з вільною поверхнею потоку АВ і може бути представлена залежністю

$$J = -\frac{dH}{dS}, \tag{6}$$

Для розрахункової схеми стосовно рис. 5 витрата, що проходить через переріз

$$Q = -wk\frac{dH}{dS}. \tag{7}$$

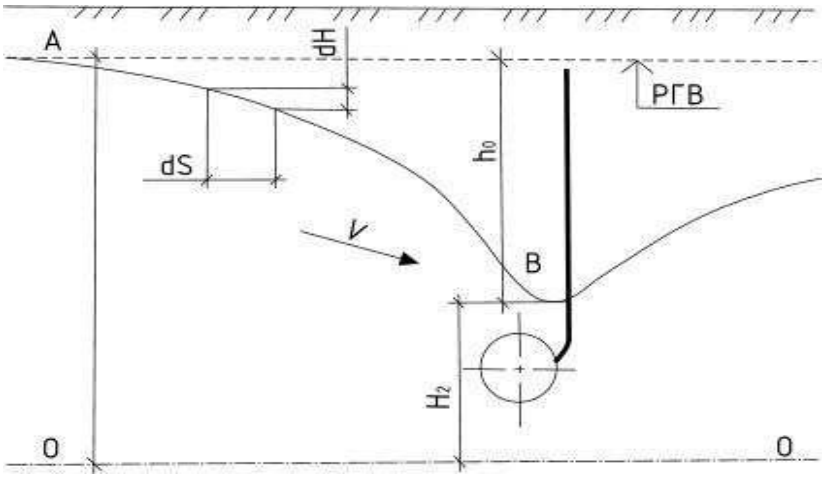

Рис. 5. Схема роботи вертикальних фільтрів

Отже, пришвидшення пониження кривої депресії, можна збільшувати п'єзометричний похил і досягати збільшення притоку води до дрени, а разом з тим пришвидшити розвантаження кореневмісного шару ґрунту від зайвої вологи [5].

Оптимальні параметри фільтруючих матеріалів, що досліджувались нами в лабораторії кафедри гідромеліорацій НУВГП наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика матеріалів, що досліджувались

№ з/п	Матеріал	Товщина $t_{ФЕ}$, мм	Коефіцієнт фільтрації $k_Ф$, м/добу
1	Геотекстильне полотно з поверхневою щільністю 210 г/м^2	1,6	77,1
2	Геотекстильне полотно з поверхневою щільністю 550 г/м^2	4,5	105,4
3	Геотекстильне полотно з поверхневою щільністю 1000 г/м^2	8,5	156,4
4	Мінеральна вата	47	51,13

Із таблиці 2 видно, що кращими фільтруючими матеріалами є геотекстилі.

При моделюванні процесів фільтрації при сумісній роботі мілкої дрени з фільтруючим елементом з геотекстилю було встановлено, що значно більший ефект при регулюванні водного режиму ґрунтів досягається при застосуванні саме фільтрів з геотекстилю.

Аналізом отриманих даних лабораторних досліджень було також встановлено, що при сумісній роботі дренажного модуля та фільтруючих елементів з геотекстилю, за умови інфільтраційного живлення, що додатково влаштовані фільтруючі елементи на дренажних модулях значно підвищують гідрологічну ефективність дрени мілкого закладання. Причому, більшою мірою це підвищення залежить від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елемента і його фільтраційних характеристик. Аналіз даних лабораторних досліджень сумісної роботи дренажного модуля і фільтруючого елемента при моделюванні ґрунтового живлення свідчить, що перерозподіл стоку між дреною мілкого та глибокого закладання залежить від застосування матеріалу, що використовується для фільтруючого елементу. Так, стік з дрени мілкого закладання значно збільшується в залежності від фільтруючого елемента і його фільтраційних характеристик [3].

ВИСНОВКИ

1. Проектування регулюючої мережі гідромеліоративних систем на основі дренажних модулів і структурних фільтруючих матеріалів – якісно новий підхід, який може бути використаний як при будівництві нових, так і реконструкції вже існуючих систем.

2. Як показують лабораторні дослідження, використання фільтруючого елемента дозволяє збільшити ефективність мілкої дрени та збільшити гідрологічну ефективність дренажного модуля, в критичні періоди роботи гідромеліоративної системи.

3. Використання геотекстилю дозволяє максимально механізувати процес укладання дренажу та підвищити продуктивність дреноукладачів при будівництві дренажно-модульних систем з фільтруючими елементами.

1. Регулювання водного режиму ґрунтів дренажними модулями спільно з спорудами на відкритій мережі / М. М. Ткачук, Р. О. Кириша, Р. М. Ткачук, А. Є. Бондар // Вісник НУВГП. – 2012. – № 1(57). – С. 3–12.

2. Використання фільтруючих елементів на дренажно-модульних системах / М. М. Ткачук, Р. О. Кириша // Вісник НУВГП. – 2009. – № 3(47). – ч. 1. – С. 219–224.
3. Експери-ментальні дослідження гідрологічної ефективності дренажних модулів при їх сумісній роботі з фільтруючими елементами / Р. О. Кириша// Вісник НУВГП. – 2010. – № 4(52). – С. 13–20.
4. Особливості роботи фільтруючого елемента в складі дренажного модуля / Л. Ф. Кожушко, М. М. Ткачук, Р. О. Кириша // Вісник НУВГП. – 2011. – № 4(56). – С. 3–8.
5. Використання геотекстилю для підвищення ефективності роботи дренажно-модульних систем / М. М.Ткачук, Р. О. Кириша, Р. М. Ткачук, М. М. Тагорній // Вісник НУВГП. – 2012. – № 2(58). – С. 3–10.
6. Використання фільтруючих елементів на дренажно-модульних системах / М. М. Ткачук, Р. О. Кириша // Вісник НУВГП. – 2009. – № 3(47). – Ч. 1. – С. 219–224.
7. Геотекстиль в гідротехнічному будівництві ТОВ «Пульсар і Ко» // Режим доступу: http://7259.ua.all.biz.
8. Компанія «Термопласт» //Режим доступу: http://termoplast.com.ua/

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А. М. (НУВГП)

Tkachuk M. M., Doctor of Engineering, Professor, **Kirisha R. A., Senior Lecturer, Datsyshyna I. B., Assistant** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

DRAINAGE-MODULAR SYSTEMS WITH VERTICAL FILTERS OF HYDRAULIC BOUND DRAINS

Advantages of drainage-modular systems over traditional ones and results of comparative analysis of different designs of filtrating elements which are used in drainage modules have been outlined.

Keywords: drains, drainage-modular systems, vertical falters, hydraulic binders.

Ткачук Н. Н., д.т.н., профессор, Кириша Р. А., старший преподаватель, Дацишина И. Б., **ассистент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ДРЕНАЖНО-МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ ГИДРАВЛИЧЕСКИ СВЯЗАННЫМИ С ДРЕНАМИ

Наведены преимущества дренажно-модульных систем над традиционными та результаты сравнительного анализу разных конструкций фильтрующих элементов, что используются на дренажных модулях.

Ключевые слова: дрена, дренажно-модульные системы, вертикальные фильтры, гидравлично связанные.