

УДК 626.862.4

Кириша Р.О., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДРЕНАЖНИХ МОДУЛІВ ПРИ ЇХ СУМІСНІЙ РОБОТІ З ФІЛЬТРУЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Наведені результати лабораторних досліджень ефективності роботи дренажного модуля сумісно з фільтруючим елементом. Зроблено аналіз перерозподілу стоку між дренами мілкою та глибокою закладання залежно від використовуваного матеріалу фільтруючого елемента.

Ключові слова: дренажний модуль, фільтруючий елемент, експериментальні дослідження, гідрологічна ефективність.

The resulted results of laboratory researches of efficiency work of the drainage module with a filter element are presented. The analysis of redistribution of flow is done between of the shallow and deep drains depending on material a filter element.

The keywords: drainage module, filter element, experimental researches, hydrological efficiency.

Представлено результати лабораторних досліджень ефективності роботи дренажного модуля сумісно з фільтруючим елементом. Сделан аналіз перераспределения стока между дренами мелкой и глубокой закладки в зависимости от используемого материала фильтрующего элемента.

Ключевые слова: дренажный модуль, фильтрующий элемент, экспериментальные исследования, гидрологическая эффективность.

Фізична та моральна застарілість гідромеліоративних систем у гумідній зоні України є одним з чинників гальмування темпів розвитку сільськогосподарського виробництва. Більшість з них побудовано в 60-ті 80-ті роки 20 ст. за відсутності належної нормативно-законодавчої бази стосовно раціонального використання водних ресурсів при здійсненні осушувальних робіт. Сучасні реалії розвитку аграрного сектору економіки України вимагають застосування нових підходів як до реконструкції вже існуючих, так і до будівництва но-

вих осушувальних гідромеліоративних систем. У зв'язку з тим, що на водно-повітряний режим ґрунту на меліорованому масиві основний антропогенний вплив чинить регульовальна мережа осушувальної системи, зрозуміло, що її удосконалення є основою для підвищення ефективності гідромеліоративних систем у гумідній зоні.

Використання розроблених у НУВГП під керівництвом професора М.М.Ткачука дренажних модулів у якості регульовальної мережі гідромеліоративних систем [7] у зоні надмірного зволоження дає змогу змінювати інтенсивність осушення на меліорованому масиві залежно від положення РГВ. Це досягається завдяки різноглибокому розташуванню суміжних дрен дренажного модуля. Унаслідок чого, при падінні РГВ нижче рівня закладання мілких дрен, вони виключаються з роботи і міждренна відстань регулюючої мережі збільшується мінімум вдвоє. Аналізуючи і порівнюючи роботу традиційної закритої регульовальної мережі та дренажних модулів, спостерігаємо, що використання останніх, дає змогу пришвидшити відведення надлишкових ґрунтових вод. Разом з цим, при використанні дренажних модулів, істотно зменшується кількість відведеної ґрунтової води з осушуваного масиву за умови припинення водного живлення, що мінімізує ймовірність опускання РГВ нижче норми осушення та зменшує навантаження на провідну мережу гідромеліоративної системи [6].

Важливою характеристикою, що свідчить про ефективність роботи регульовальної мережі осушувальної системи, є швидкість опускання РГВ, коли він знаходиться біля поверхні ґрунту, адже в критичні періоди роботи гідромеліоративної системи (повінь, зливові дощі) важливим завданням убачаємо в максимально короткі строки відвести надлишкову воду з верхніх шарів ґрунту для недопущення зриву строків проведення сільськогосподарських робіт і попередження затоплення та підтоплення вирощуваних культур. Для вдосконалення регульовальної мережі, представленої дренажними модулями, пропонуємо використовувати фільтруючі елементи на дренах мілкового закладання [5]. Це збільшить гідрологічну ефективність дренажного модуля, що призведе до швидшого розвантаження поверхневих шарів ґрунту від надлишкової води.

Фільтруючі елементи – це площинні, вертикально встановлені та гідравлічно зв'язані з дреною мілкового закладання дренажного модуля матеріали (природні або штучні), коефіцієнт фільтрації яких значно більший за коефіцієнт фільтрації ґрунту на осушуваному масиві. Для визначення гідрологічної ефективності дренажних модулів при їх сумісній роботі з фільтруючими елементами були проведені експериментальні дослідження в лабораторних умовах. У даній статті описана методика досліджень та зроблено аналіз їх результатів.

У навчально-дослідній лабораторії кафедри гідромеліорацій НУВГП були проведені лабораторні дослідження на великому фільтраційному лотку (рис. 1).

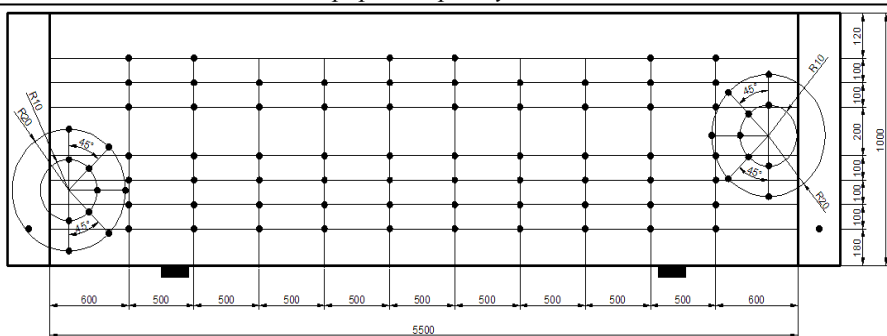


Рис. 1. Загальний вигляд і розташування п'єзометрів великого фільтраційного лотка

Великий фільтраційний лоток є моделлю водоносного горизонту. Граничні умови фільтрації в лотку задавались рухомими воронками – водозливами, які розміщувалися в бокових відсіках лотка і встановлювалися на необхідних відмітках.

Дренажний модуль складався з двох різноглибоких дрена, які були встановлені в торцях робочого відсіку лотка (на глибину 71 см дрена глибокого закладання і на глибину 41 см дрена мілкового закладання). У якості дослідних дрена використовувалася перфорована пластмасова труба діаметром 50 мм. Полотно з нетканих матеріалів використовувалося як захисний фільтруючий матеріал.

Для визначення гідрологічної ефективності роботи дренажного модуля сумісно з фільтруючим елементом (ФЕ) при моделюванні різних умов роботи регульовальної мережі в натурних умовах проведено дві стадії досліджень:

I – моделювання атмосферного живлення;

II – моделювання ґрунтового живлення.

У кожній стадії досліджень було проведено два варіанти дослідів:

1) дренажний модуль влаштовувався без фільтруючого елемента (контроль);

2) фільтруючий елемент розташовувався біля дрена мілкового закладання.

Для визначення оптимальних параметрів фільтруючих елементів використовувалися матеріали з різною товщиною і різним коефіцієнтом фільтрації (табл. 1). Використовувані матеріали мають високі експлуатаційні характеристики, що зумовило їх широке використання у водогосподарському будівництві [4]. Крім того, Рівненщина має великі виробничі потужності для виготовлення даних матеріалів, що сприятиме впровадженню представлених розробок як у вказаному, так і в суміжних регіонах [3].

Характеристики матеріалів досліджуваних у якості фільтруючого елемента в складі дренажного модуля

№ з/п	Матеріал	Товщина $t_{\Phi E}$, мм	Коефіцієнт фільтрації $k_{\Phi E}$, 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

При моделюванні роботи дренажного модуля при інфільтраційному живленні над ґрунтом в лотку, за рахунок постійної подачі води, створювався постійний напір (3 см). Надлишкова вода відводилася в бокові відсіки, з яких витікала за межі системи. Робочий відсік лотка з ґрунтом відділявся від бокових відсіків водонепроникним екраном. Схема установки наведена на рис. 2, а результати досліджень наведені на рис. 3.

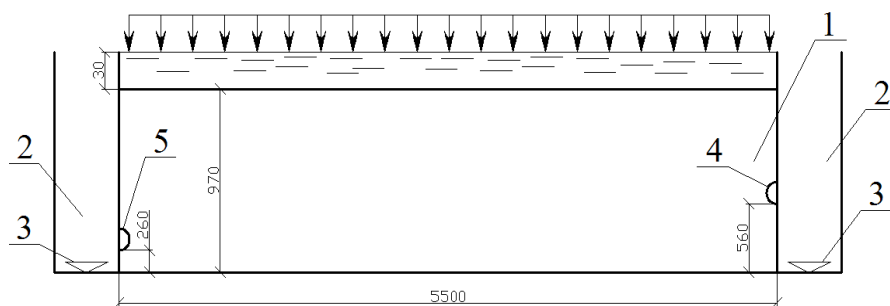


Рис. 2. Схема лабораторної установки для дослідження гідрологічної ефективності ФЕ в складі дренажного модуля при моделюванні інфільтраційного живлення
1 – робочий відсік, 2 – бокові відсіки, 3 – воронки зливу води, 4 – дрена мілкового закладання, 5 – дрена глибокого закладання

Номер досліджу «0» відповідає першому варіанту дослідів (дренажний модуль працює без фільтруючого елемента), номер досліджу «1», «2», «3», «4» відпо-

відає номеру зразка, що використовувався в якості фільтруючого елемента, згідно таблиці при другому варіанті дослідів.

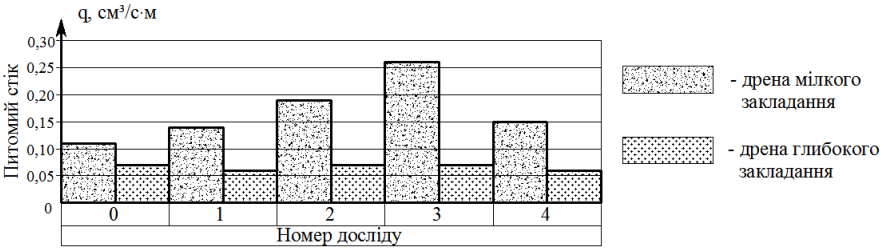


Рис. 3. Діаграма питомого стоку з дрен дренажного модуля при моделюванні інфільтраційного живлення

Дані досліджень (рис. 3) свідчать, що використання фільтруючого елемента на дрени мілкового закладання дренажного модуля підвищує його гідрологічну ефективність. Так, при використанні у ролі фільтруючого елемента геотекстильного полотна з поверхневою щільністю 1000 г/м² (дослід №3, рис. 3) стік з мілкої дрени збільшується в 2,27 рази порівняно з контролем. Для порівняння: дослід №1 – в 1,25 рази, дослід №2 – в 1,67 рази, дослід №4 – в 1,33 рази.

Завдяки використанню в ролі фільтруючих елементів різних матеріалів, змінювалися два їхні основних параметри – коефіцієнт фільтрації та товщина. Аналіз залежності дренажного стоку від зміни цих двох параметрів показав, що більшою мірою на нього впливає коефіцієнт фільтрації (рис. 4).

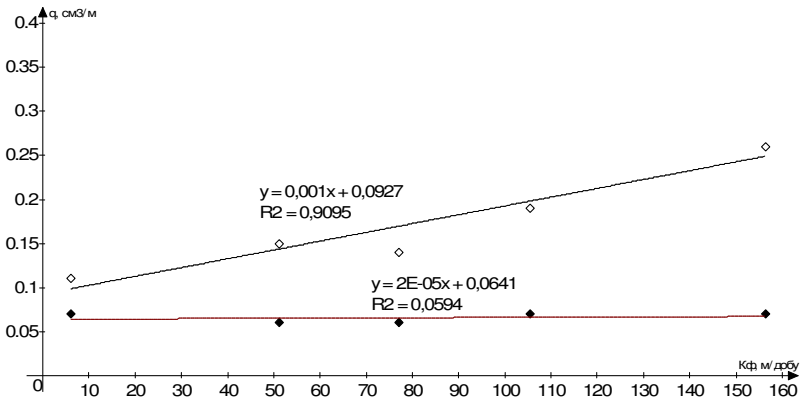


Рис. 4. Графік залежності стоку з дрени мілкового та глибокого закладання від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елемента.

◇ — дрена мілкового закладання; ● — дрена глибокого закладання

За даними лабораторних досліджень (ромбовидні точки на графіку) була зроблена лінійна апроксимація, яка застосовується для змінних, які збільшуються або зменшуються з постійною швидкістю. Оцінка надійності лінії тренду до фактичних даних виконувалася за показником достовірності апроксимації R^2 . Обчислення велись за допомогою табличного процесора Microsoft Excel. Згідно з рис. 4 достовірність апроксимації для залежності питомого стоку з дрени мілкого закладання від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елементу становить $R^2=0,9095$ ($R^2=0,0594$ для залежності питомого стоку з дрени глибокого закладання від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елементу). Достовірність апроксимації для залежності питомого стоку від товщини фільтруючого елементу становить $R^2=0,1037$ – для дрени мілкого закладання і $R^2=0,1250$ – для дрени глибокого закладання.

Аналіз даних отриманих при моделюванні в лабораторних умовах сумісної роботи дренажного модуля та фільтруючого елемента за умови інфільтраційного живлення свідчить, що він підвищує гідрологічну ефективність дрени мілкого закладання. Причому зроблений регресійний аналіз вказує, що більшою мірою це підвищення залежить від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елемента.

При моделюванні ґрунтового живлення на фільтраційному лотку вода до робочого відсіку подавалась із бокових відсіків через перфоровану діафрагму покриту дрібною сіткою. Величина напору в бокових відсіках встановлювалась за допомогою водозливних воронок, які переміщались вертикально і через які відводилась зайва вода. Рівень води в бокових відсіках встановлювали на висоті 0,2 м; 0,4 м; 0,6 м; 0,8 м; 1,0 м від дна лотка. Схему лабораторної установки наведено на рис. 5.

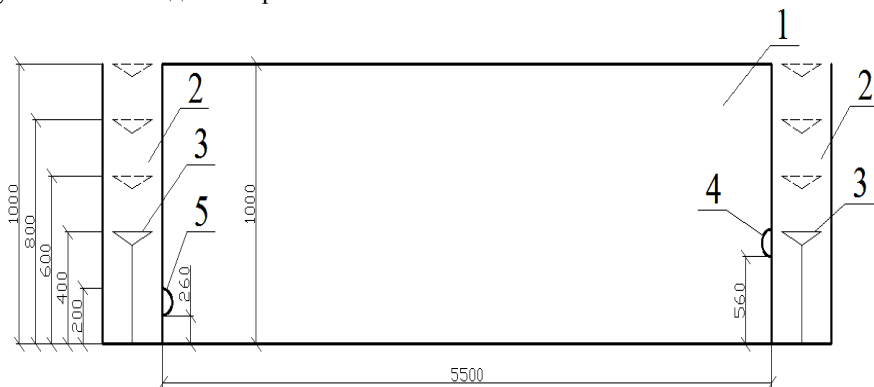


Рис. 5. Схема лабораторної установки для дослідження гідрологічної ефективності ФЕ в складі дренажного модуля при моделюванні ґрунтового живлення

На основі отриманих даних побудовано графіки залежності питомого стоку з дрени мілкого закладання (рис. 6) та дрени глибокого закладання (рис. 7)

від створюваного в бокових відсіках напору.

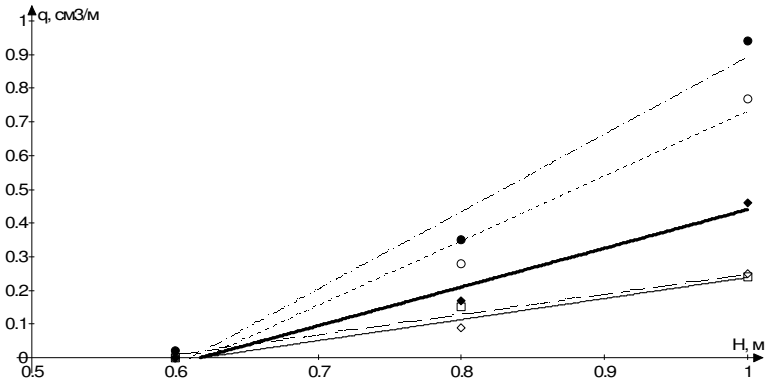


Рис. 6. Графік залежності $q = f(H)$ для дрена мілкового закладання
————— контроль; — — — — ФЕ – геотекстиль 200 г/см²; - - - - - ФЕ – геотекстиль 500 г/см²; - . - . - ФЕ – геотекстиль 1000 г/см²; ———— ФЕ – мінеральна вата

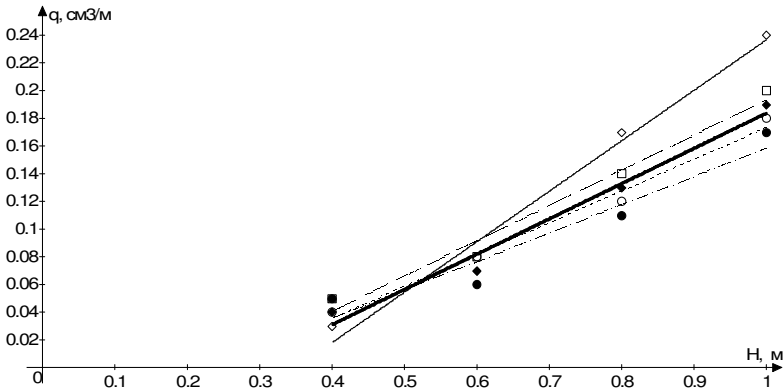


Рис. 7. Графік залежності $q = f(H)$ для дрена глибокого закладання
————— контроль; — — — — ФЕ – геотекстиль 200 г/см²; - - - - - ФЕ – геотекстиль 500 г/см²; - . - . - ФЕ – геотекстиль 1000 г/см²; ———— ФЕ – мінеральна вата

Аналіз даних лабораторних досліджень сумісної роботи дренажного модуля і фільтруючого елемента при моделюванні ґрунтового живлення свідчить, що перерозподіл стоку між дренаю мілкового та глибокого закладання за-

лежить від застосовуваного матеріалу в ролі ФЕ. Так, стік з дрени глибокого закладання зменшується пропорційно до його збільшення з дрени мілкового закладання. Коефіцієнт пропорційності залежить від використовуваного матеріалу і створюваного напору в бокових відсіках лотка.

Теоретично обґрунтовані твердження про можливість покращення гідрологічної дії регулювальної мережі дренажно-модульних та дренажно-екранно-модульних систем використанням фільтруючих елементів [1, 2, 5] підтверджуються експериментальними дослідженнями в лабораторних умовах. Так, при моделюванні сумісної роботи дренажного модуля і фільтруючого елемента за умови інфільтраційного живлення стік з дрени мілкового закладання збільшувався більше ніж у два рази порівняно з контролем. Регресійний аналіз показав, що, в основному, це залежить від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елемента. При моделюванні сумісної роботи дренажного модуля та фільтруючого елемента за умов ґрунтового живлення спостерігався перерозподіл стоку між дренами глибокого та мілкового закладання в сторону збільшення з останньої.

Отже, проектування регулюючої мережі гідромеліоративних систем на основі дренажних модулів – якісно новий підхід, який може бути використаний як при будівництві нових, так і реконструкції вже існуючих систем. Разом з тим збільшення гідрологічної ефективності дренажного модуля, як свідчать лабораторні дослідження, за рахунок використання фільтруючого елемента дозволить покращити роботу регулювальної мережі, представленої дренажними модулями в критичні періоди роботи гідромеліоративної системи.

1. А.с. u200902154 Україна, МПК ЕО2В 11/00. Дренажна екранно-модульна система / М.М. Ткачук, С.В. Клімов, Р.О. Кириша, Р.М. Ткачук (Україна). – № 43243; заявл. 12.03.2009; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 15. 2. А.с. u201000013 Україна, МПК ЕО2В 11/00. Дренажно-модульна система з фільтраційними елементами / М.М. Ткачук, Р.О. Кириша (Україна). – № 52263; заявл. 11.01.2010, опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16. 3. Геотекстиль в гідротехнічному будівництві: за даними ТОВ “Пульсар і Ко” [Електронний ресурс]// Виробник нетканих матеріалів 2011. – Режим доступу: <http://pulsarua.com/geotextile.html>. 4. Пивовар Н.Г. Дренаж с волокистыми фильтрами / Н.Г. Пивовар, Н.Г. Бугай, В.А. Рычко. – К.: Наукова думка, 1980. – 216с. 5. Ткачук М.М. Дренажно-модульні системи та використання на них фільтруючих елементів / М.М.Ткачук, Р.О. Кириша // Таврійський науковий вісник . – 2009. – Вип. 65. Ч 2. – С. 31-37. 6. Ткачук М.М. Ефективність роботи дренажних модулів в якості регулюючої мережі осушувальних систем / М.М. Ткачук, Р.О. Кириша // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2009. – Вип. 34. – С. 37-44. 7. Ткачук М.М. Особливості роботи модуля з дрен вкладених на різних глибинах / М.М. Ткачук // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво – 1999. – Спецвипуск. – С. 58-61. 8. Чугаев Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учебник – 4-е изд. доп. и перераб / Р.Р. Чугаев. – Ленинград: Энергоиздат, 1982. – 272 с.

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