СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МЕЛІОРАЦІЇ

УДК 631.62, 626.862

Кожушко Л. Ф., д.т.н., професор, Ткачук М. М., д.т.н., професор, Кириша Р. О., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ФІЛЬТРУЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА В СКЛАДІ ДРЕНАЖНОГО МОДУЛЯ

Зроблено аналіз особливостей роботи фільтруючого елемента у складі дренажного модуля залежно від різних ґрунтових умов. Також обґрунтовані доцільні межі коефіцієнта фільтрації ґрунту та фільтруючого елемента.

Ключові слова: гідромеліоративна система, дренажний модуль, фільтруючий елемент, коефіцієнт фільтрації.

Сделан анализ особенностей роботы фильтрующего элемента в составе дренажного модуля в зависимости от разных почвенных условий. Также обоснованы границы коэффициента фильтрации грунта и фильтрующего элемента.

Ключевые слова: гидромелиоративная система, дренажный модуль, фильтрующий элемент, коэффициент фильтрации.

The analysis of filter element work features is done in composition of the drainage module depending on the different ground terms. The expedient limits of coefficient of soil filtration and filter element are also grounded.

Keywords: hydro-ameliorative system, drainage module, filter element, coefficient of filtration.

Постійно зростаюча потреба населення в продуктах харчування вимагає від галузі сільського господарства отримання сталих високих врожаїв, що неможливо досягти без зменшення впливу на розвиток культур негативних кліматичних умов. Осушувальні (осушувально-зволожувальні, водооборотні) системи – один з основних засобів інтенсифікації сільського господарства в гумідній зоні, який дозволяє регулювати водний і, як наслідок, тепловий та поживний режими ґрунтів. Складність проектування таких систем, значна потреба в капіталовкладеннях для їх будівництва та неуніверсальність експлуатації (частини системи та окремі підсистеми потребують диференційованого підходу при виборі як експлуатаційних заходів, так і їх тривалості в часі) диктували прийняття науково-обґрунтованих і економічно виправданих технічних рішень. Особлива увага приділялася регулюючій мережі гідроме-

ліоративних систем, як основному антропогенному фактору впливу на природно-меліоративний режим. Різноманіття ґрунтових, гідрогеологічних, кліматичних умов в гумідній зоні зумовило розробку різних конструкцій регулюючих мереж, а зростання вимог до осушувальних систем в цілому сприяло збільшенню критеріїв, яким мали б відповідати засоби регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів.

Як свідчить багаторічний досвід експлуатації осушувальних систем, не завжди вдається створити оптимальний водно-повітряний режим ґрунту на меліорованому масиві. Причини цього досить різні і їх походження може бути як на стадії проектування, будівництва гідромеліоративної системи, так і їх експлуатації [4]. Вивченню цього питання присвячена значна кількість праць, аналіз яких спонукав до проведення ґрунтовних і широкомасштабних досліджень в Національному університеті водного господарства та природокористування, які продовжуються і по даний час.

Одним з шляхів удосконалення гідромеліоративних систем в гумідній зоні – це розробка нових конструкцій елементів системи, які б мали покращенні властивості, могли б виконувати нові функції та відповідали сучасним вимогам, що ставляться до природно-технічних систем. В нашому університеті цими питаннями займались Потоцький Г.С., Кожушко Л.Ф., Ткачук М.М., Живиця В.А., та інші.

Авторами були розроблені, досліджені та впровадженні дренажні модулі – регулююча мережа дренажно-модульних (ДМС) та дренажно екранно-модульних систем (ДЕМС) [1, 2]. Дана мережа представляє собою систематичний дренаж у вигляді системи паралельних дрен-осушувачів або збирачів, закладених на періодично повторюваних глибинах і відстанях. Принциповою особливістю дренажних модулів (ДМ) є:

- укладання дрен, що влаштовуються поруч на різну глибину у співвідношенні: мілка-середньоглибока; мілка-глибока; середньоглибока-глибока;
- режимність їх роботи, а саме інтенсивне відведення надлишкових ґрунтових вод в критичні періоди роботи дренажно-модульної системи та регулювання РГВ впродовж вегетаційного періоду.

Така конструкція є досить ефективною для регулювання водно-повітряного режиму ґрунту за умов нестійкого зволоження. Проте при невеликих коефіцієнтах фільтрації ґрунту для ефективної роботи даної регулюючої мережі важливим є використання водозахоплюючої здатності дренажної засипки. Особливо в критичні періоди роботи дренажно-модульної системи (повені та літні зливові дощі), коли регулююча мережа має якомога в більшій кількості та в коротші терміни відводити інфільтраційну воду. Для пришвидшення процесу опускання рівня ґрунтових вод, коли він знаходиться біля поверхні ґрунту ми пропонуємо влаштовувати фільтруючий елемент на дрені мілкого закладання, який буде гідравлічно з нею зв'язаний. Основні параметри такого елемента є його товщина $t^{ФЕ}$, і коефіцієнт фільтрації $k_ф^{ФЕ}$ такий,

що $k_ф^{ФЕ} >> k_ф^{Гр}$, де $k_ф^{Гр}$ – коефіцієнт фільтрації ґрунту (рис. 1).

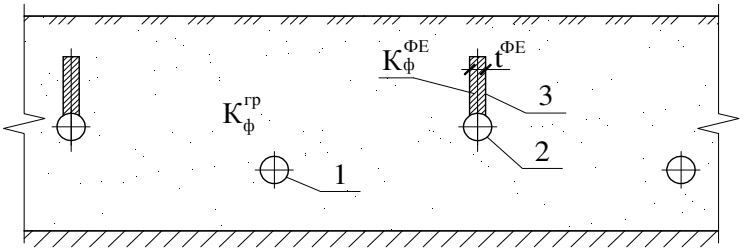

Рис. 1. Конструкція удосконаленої регулюючої мережі дренажно-модульної системи, яка складається з дренажного модуля та фільтруючого елемента: 1 – дрена глибокого закладання; 2 – дрена мілкого закладання; 3 – фільтруючий елемент

Роботи по створенню такої регулюючої мережі є дорожчими ніж при використанні дренажних модулів без фільтруючих елементів, а тому ще на стадії проектування постає проблема вибору параметрів фільтруючого елемента, умов доцільності його застосування. У даній статті розглянемо загальний принцип роботи фільтруючого елемента, а також дамо оцінку його застосування в мінеральних ґрунтах залежно від їх коефіцієнтів фільтрації.

З умов сумісної роботи дренажного модуля та фільтруючого елемента за умови, що коефіцієнт фільтрації фільтруючого елемента $k_ф^{ФЕ}$ значно більший за коефіцієнт фільтрації ґрунту $k_ф^{Гр}$ можна припустити, що напрям фільтрації в зоні наближеній до площини O_1-O_4 (див. рис. 2) буде вертикальний. А сам фільтруючий елемент можна розбити на три зони A-E-F-B, B-F-G-C, C-G-H-D .

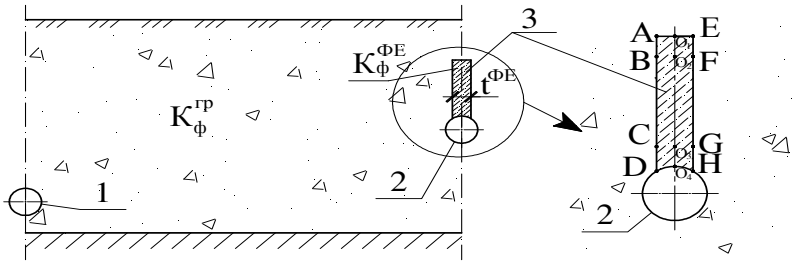

Рис. 2. Схема до визначення особливостей роботи фільтруючого елемента у складі дренажного модуля: 1 – дрена глибокого закладання; 2 – дрена мілкого закладання; 3 – фільтруючий елемент

Особливості роботи фільтруючого елемента у зоні A-E-F-B полягає в тому, що вода з ґрунтового середовища, потрапляючи в середовище фільтруючого елемента, має спільну вільну поверхню, виходячи з умови нерозривності гідравлічного потоку. Для зони роботи фільтруючого елемента

C-G-H-D характерним є те, що нижня її частина H-D гідравлічно зв'язана з дреною, що робить можливим притік води до дрени. В зоні B-F-G-C відбувається інтенсивний притік ґрунтової води до фільтруючого елемента. Разом з тим на межі ґрунту і фільтруючого елемента внаслідок різниці їх коефіцієнтів фільтрації є відхилення ліній току від свого початкового напрямку (лінія ab на рис. 3).

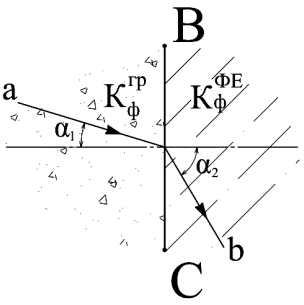

Рис. 3. Зміна напрямку ліній току на межі ґрунт – фільтруючий елемент

Якщо позначити α_1 і α_2 кути, створювані лініями току до нормалі фільтруючого елемента то, згідно [3], отримаємо:

$$\frac{tg\alpha_1}{tg\alpha_2} = \frac{K_ф^{гр}}{K_ф^{ФЕ}}. \qquad (1)$$

Аналогічне відхилення (перелом) спостерігається і в ліній рівних напорів при переході з ґрунтового середовища в фільтруючий елемент [3]. Якщо прийняти, що β_1 і β_2 кути утворювані дотичними до ліній рівних напорів з нормаллю до межі двох середовищ, то отримаємо:

$$\frac{tg\beta_1}{tg\beta_2} = \frac{K_ф^{ФЕ}}{K_ф^{гр}}. \qquad (2)$$

Проаналізувавши (1, 2), можна зробити висновок, що в фільтруючому елементі в основному переважає вертикальна складова фільтрації. При чому величина кута α_2 (за якою і оцінюємо переважаючий напрям руху фільтраційного потоку) впливає різниця коефіцієнтів фільтрації ґрунту та фільтруючого елемента.

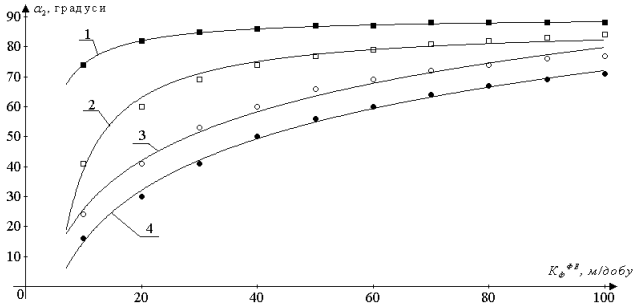

Рис. 4. Графік залежності кута заломлення ліній току α_2 (див. рис. 3) від коефіцієнта фільтрації фільтруючого елемента при $\alpha_1 = 10^\circ$ та $K_\phi^{гр}$=0,5 м/добу (крива 1), $K_\phi^{гр}$=2 м/добу (крива 2), $K_\phi^{гр}$=4 м/добу (крива 3), $K_\phi^{гр}$=6 м/добу (крива 4)

Із залежностей зображених на рис. 4 видно, що при збільшенні коефіцієнтів фільтрації фільтруючого елемента, лінії току, переходячи з середовища ґрунту в середовище матеріалу фільтруючого елемента, зазнають більшого заломлення. Проте, слід відмітити, що при коефіцієнтах фільтрації ґрунту менше 2 м/добу, цей вплив мінімальний, і лінії току мають стабільно-високий (80-87°) кут заломлення.

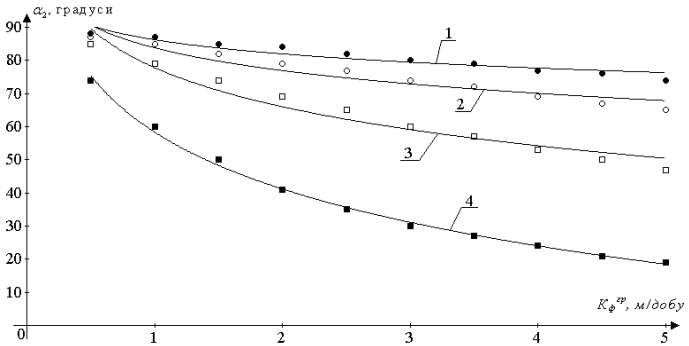

Рис. 5. Графік залежності кута заломлення ліній току α_2 (див. рис. 3) від коефіцієнта фільтрації ґрунту при $\alpha_1 = 10^\circ$ та $K_\phi^{ФЕ}$=100 м/добу (крива 1), $K_\phi^{ФЕ}$=60 м/добу (крива 2), $K_\phi^{ФЕ}$ = 30 м/добу (крива 3), $K_\phi^{ФЕ}$ = 10 м/добу (крива 4)

Проаналізувавши графік залежності кута заломлення ліній току від коефіцієнта фільтрації ґрунту при різних значеннях коефіцієнта фільтрації фільтруючого елемента (рис. 5), можна зробити висновок, що фільтруючий еле-

мент доцільно застосовувати в умовах, коли коефіцієнт фільтрації ґрунту менше 1,5 м/добу і наближається до 0,5 м/ добу. В іншому випадку при русі фільтраційного потоку в матеріалі фільтруючого елемента буде присутня горизонтальна складова, що перешкоджатиме швидкому відведенню води, що в нього потрапила. Використання ж матеріалів в якості фільтруючого елемента, коефіцієнт фільтрації яких менше 30 м/добу, відповідно до рис. 4 також призведе до збільшення горизонтальної складової фільтрації у фільтруючому елементі, що зумовить збільшення його товщини, що призведе до подорожчання собівартості влаштовуваної регулюючої мережі.

На особливості руху води в зоні контакту ґрунту і фільтруючого елемента значною мірою впливає різниця коефіцієнтів фільтрації цих середовищ. Збільшення вертикальної складової фільтрації у фільтруючому елементі, а значить і пришвидшення відводу ним води, спостерігається при його коефіцієнтах фільтрації більше 30-40 м/добу. Збільшення ж коефіцієнта фільтрації ґрунту сприяє зменшенню кута заломлення ліній току відносно нормалі до фільтруючого елемента, що уповільнює відвід води фільтруючим елементом. Зі зробленого аналізу слідує, що застосування фільтруючих елементів доцільне при коефіцієнтах фільтрації ґрунту від 0,5 до 1 м/добу. Слід також відмітити, що дослідження ефективності використання фільтруючих елементів в ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації нижчим 0,5 м/добу не проводились, оскільки це «тяжкі» ґрунти, і постановка задач та їх вирішення в такому випадку буде відрізнятися від розглянутої методики.

1. А.с. 2004031531 Україна, МПК EO2B 11/00. Дренажно-модульна система / Л. Ф. Кожушко, М. М. Ткачук, Р. М. Ткачук (Україна). – № 4754; заявл. 02.03.2004, опубл. 15.02.2005, Бюл. № 2. **2.** А.с. 2002118728 Україна, МПК EO2B 11/00. Дренажна екранно-модульна система / М. М. Ткачук, Р. М. Ткачук, С. В. Клімов (Україна). – № 58819; заявл. 04.11.2002, опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. **3.** Аравин В. И. Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений /В. И. Аравин, С. И. Нумеров. – М:, 1955. – 290 с. **4.** Кожушко Л. Ф. Удосконалення дренажних систем / Кожушко Л. Ф. – Рівне: видавництво РДТУ, 2001. – 279 с. **5.** Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах / Рокочинський А. М. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351 с. **6.** Ткачук М. М. Дренажно модульні системи та використання на них фільтруючих елементів / М. М. Ткачук, Р. О. Кириша // Таврійський науковий вісник: [науковий журнал]. – Херсон, 2009. – Вип. 65. Ч. 2. – С. 31-37.

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