

## **ГІДРОТЕХНІЧНІ МЕЛІОРАЦІЇ**

**УДК 626.862.3**

**Ткачук Р. М., аспірант, Ткачук М. М., д.т.н., професор, Рокочинський А. М., д.т.н., професор** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

### **ПОКРАЩЕННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ ҐРУНТІВ ДРЕНАЖНО-МОДУЛЬНИХ СИСТЕМ ДВОРІВНЕВИМИ РЕГУЛЮЮЧИМИ ДРЕНАМИ**

**Наведена технологія регулювання рівнів ґрунтових вод за допомогою саморегулюючих дренажних модулів.**

**Ключові слова:** дренажно-модульна система, рівень ґрунтових вод, дренажні модулі мілкої і глибокої закладки.

**Аналіз опадів стану рівнів ґрунтових вод (РГВ)** у вегетаційний період в зоні Полісся дає підстави стверджувати, що в передпосівний період необхідно інтенсивно понижувати рівні ґрунтових вод до глибини 0,5 м, щоб забезпечити проведення посівних робіт, з наступним регулюванням рівнів ґрунтових вод (РГВ) до необхідної норми осушення.

Практика і дослідження науковців [4, 6, 8] осушувальних систем і дренажів зокрема, показала, що оптимальний водний режим ґрунтів у кореневмісному шарі шляхом шлюзуванням, за допомогою споруд типу РТ (регулятори трубчасті) або РТК (регулятори трубчасті з коробчастим затвором) не завжди досягається, тому що вирішальний вплив чинять багато факторів, в тому числі втрати води від нещільності шандорів, інфільтрації води через дно і укуси каналів з боку верхнього б'єфу споруди, фільтрації поза межами споруди і під її флотбетом тощо.

За таких обставин на традиційному дренажі (дрени влаштовані в одній площині), динаміка вологи в кореневмісному шарі є похідною динаміки РГВ, які вже на початку вегетаційного періоду досягають рівня глибин дрен, а при певних погодних умовах опускаються нижче дрен.

Таким чином, необхідна для культур вологість, у вегетаційний період, формується тільки під впливом опадів, які в зоні Полісся вкрай нерівномірні і часто випадають з тривалими проміжками часу і у великій кількості (місячної чи більшої норми). Особливо несприятливі

умови вологозабезпеченості складаються у весняно-літній період вегетації [3, 5, 8]

При цьому вологість кореневмісного шару в вегетаційний період набуває критичного стану (культури в'януть чи взагалі гинуть або вимокають). Частіше всього це призводить до низьких врожаїв. Саме тому, ефективний вплив РГВ на водний режим кореневмісного шару залежить від удосконалення способів регулювання РГВ (удосконалення конструкцій дренажних мереж і методики їх розрахунків) і залишається питанням надзвичайно актуальним.

**Враховуючи значну мінливість гідромеліоративних факторів** у вегетаційний період в Гумідній зоні, необхідно будувати нові і проводити реконструкцію морально застарілих гідромеліоративних систем, які б забезпечили комплексне використання водних ресурсів на основі перерозподілу місцевого стоку і максимального використання, завдяки акумулюючої здатності дренажів, так званої надлишкової вологи без відведення її у провідну мережу, і які б забезпечили ефективне регулювання РГВ. Для забезпечення акумулюючої здатності води в ґрунтах завдяки конструктивним особливостям дренажу, а також покращення регулювання РГВ впродовж вегетаційного періоду за рахунок ґрунтової і інфільтраційної води, і взагалі не допущення залежності необхідного водного режиму ґрунтів на гідромеліоративних територіях від погодних умов, нами запропоновані в зоні осушення дренажно-модульні системи [2, 8], що включають мережу дрен мілкої і глибокої закладки (рис. 1), при цьому глибокі і мілкі дрени знаходяться у функціональній залежності між собою. Принциповою особливістю дренажно-модульних систем при мілкій і глибокій закладці суміжних дрен (рис. 1) є:

1) інтенсивне відведення надлишкової ґрунтової води в критичні періоди роботи (літні зливові дощі і в період повені);

2) регулювання РГВ впродовж вегетаційного періоду або нагромадження води в посушливі періоди в межах глибин закладки мілкої та глибокої дрен.

Конструкція дренажно-модульної системи (ДМС), що приведена на рис. 1, є ефективною для регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів за особливих погодних умов – надмірного або недостатнього зволоження ґрунтів [8]. Разом з тим, конструкція модуля рівномірно і інтенсивно регулює водно-повітряний режим ґрунтів при надмірному зволоженні – під час дощів чи при високому стоянні РГВ (ґрунтові води знаходяться біля поверхні землі), а під час посухи акумулює ґрунтову воду в кореневмісному шарі. Як показує практика, акумулююча здатність ДМС (рис. 1) є високою, як і можливість перерозподілу над-

лишкової вологи, в залежності від вимог культур у вегетаційний період. Крім того, дослідження регулюючої здатності дренажних модулів більш удосконалених конструкцій показали, що ці конструкції спроможні акумулювати воду більшими об'ємами. Високу ефективність регулювання РГВ показали дренажні модулі [2], при удосконаленні їх шляхом зміни положення закладання глибоких дрен і підключенням їх до мілких і глибоких колекторів одночасно.

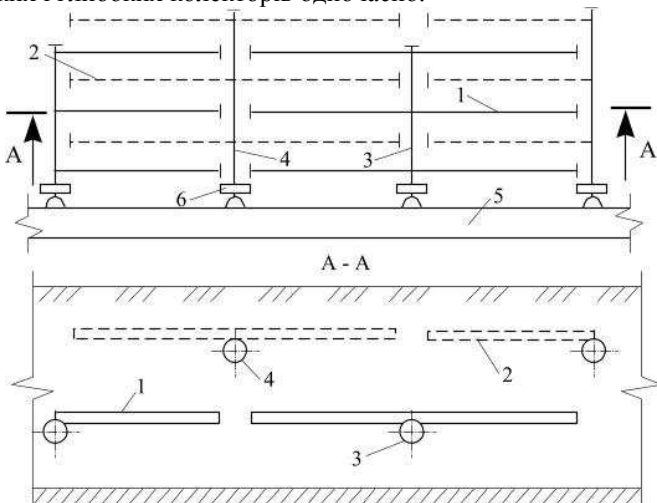


Рис. 1. Дренажні модулі мілкої і глибокої закладки суміжних дрен: 1 – дрена глибокої закладки; 2 – дрена мілкої закладки; 3 – глибокий колектор; 4 – мілкий колектор; 5 – відкрита мережа; 6 – гірлові споруди

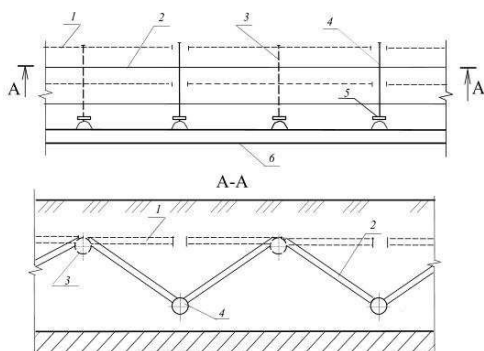


Рис. 2. Дренажний модуль із дрен мілкої і глибокої укладки в якому витокова частина глибоких дрен підключена до мілкового колектора, а гірлова до глибокого колектора [2]

За технічними ознаками, дренажно-модульна система, що включає дренажні модулі (рис. 2), складається з паралельних, розташованих на різних глибинах дрен і колекторів і містить регулюючу мережу представлену мілкими дренами 1, глибокими дренами 2. Провідною мережею є підсистема мілких 3 та глибоких 4 колекторів, які приєднанні до колектора вищого порядку 6 через запірну арматуру 5.

Дренажно-модульна система, що включає регулюючі дренажні модулі із дрен мілкої і глибокої укладки (рис. 2), при умові, що глибока дрена не паралельна по висоті до мілкої дрени, регулює водний баланс в кореневмісному шарі наступним чином: в повеневий чи паводковий період, коли рівень ґрунтових вод знаходиться близько біля поверхні землі, мілкі дрена 1 підсистеми мілкового колектора і глибокі дрена 2, підсистеми глибокого колектора працюють всією довжиною інтенсифікуючи відвід надлишкової вологи з ґрунту. При опусканні рівня ґрунтових вод до глибини мілких дрен, стік з мілких дрен призупиняється, а разом з тим зменшується напір над глибокою дренаю. При цьому зменшується робоча довжина глибокої дрени, за рахунок зменшення її волого поглинаючої здатності в тій частині де напори достатньо малі. Зменшення робочих довжин дрен, в наслідок пониження РГВ, призведе до сповільнення дренажного стоку, що дозволить акумулювати ґрунтову вологу нижче мілких дрен. У випадку випадання інтенсивних дощів (інфільтраційного живлення) глибокі дрена будуть працювати не тільки на пониження ґрунтової води, але й на водовідведення як водопровідна мережа, пришвидшуючи відведення поверхневої води у нижчі ґрунтові шари. А при посусі глибокі дрена використовуються для подачі води на зволоження. Завдяки такій технології регулювання дренажного стоку на меліоративній системі, перезволоження кореневмісного шару і переосушення ґрунту на осушувальній системі є неможливим.

**Теоретичний розрахунок дренажу при проектуванні** залежить від багатьох параметрів, а особливо від співвідношення двох ключових параметрів – міждренної відстані і глибини закладання дрен. Від оптимального визначення міждренної відстані  $B$  залежить не тільки інтенсивність осушення ґрунтів, але й вартість будівництва дренажної мережі, потреба в матеріалах, а в кінцевому рахунку економічна ефективність дренажу. Теоретичному розрахунку дренажу (відстаней між дренами) для усталеного режиму фільтраційного потоку в ґрунті присвячено багато наукових робіт [1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Розрахунки усталеної і неусталеної фільтрації ґрунтової води до дрени при інтенсивному пониженні РГВ (односторонньому регулюванні) пов'язані з розв'язком диференціальних рівнянь, отриманих на

основі основного рівняння теорії ламінарної фільтрації, яке зв'язує швидкість фільтрації  $V$  з градієнтом напору  $i$  (закон Дарсі)

$$V = k_{\phi} \cdot i, \quad (1)$$

де  $k_{\phi}$  – коефіцієнт пропорційності  $k = \text{tg} \alpha$ , ( $\epsilon$  – коефіцієнтом фільтрації ґрунту);  $i$  – гідравлічний похил або градієнт напору ( $dy/dx$ ).

Для усталеної фільтрації при  $k = \text{const}$ , має місце диференціальне рівняння Лапласа [13]

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0. \quad (2)$$

Для випадку усталеної фільтрації ґрунтової води до дрена, розташованих на водотривкому шарі, розв'язок рівняння Лапласа (2) має вигляд

$$Q = \frac{k \pi h (1 - 1.5 \frac{q}{k})}{\frac{\pi B}{4(h + 2d)} - \ln \frac{\pi d}{h + 2d}}, \quad (3)$$

де  $Q$  – фільтраційний притік води до дрена;  $k$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту;  $h$  – напір води на дрена;  $B$  – відстань між дренами;  $d$  – діаметр дрена.

Теоретично відстань між дренами, для однорідного ґрунту в випадку усталеної фільтрації ґрунтової води до дрена і коли дрена влаштовується на водотривкому шарі, можна розрахувати за рівнянням Дюпюї [14]

$$k y \frac{dy}{dx} = q(l - x), \quad (4)$$

де  $q$  – інтенсивність живлення дрена;  $l$  – половина відстані між традиційними дренами,  $l_1 = B/2$  (рис. 3);  $B$  – відстань між традиційними дренами;  $k$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту;  $y$  – площа живого перетину потоку на погонний метр довжини дрена на відстані  $x$  від дрена.

Якщо проінтегрувати рівняння (4), то отримаємо:

$$\frac{k y^2}{2} = \frac{q(l - x)^2}{2} + C. \quad (5)$$

Якщо припустити, що над дренаю (рис. 3) при  $x=0$  напір  $y=h_0$ , а на міждренні при  $x=l$  напір  $y=h$ , отримаємо:

$$\frac{k(h^2 - h_0^2)}{2} = \frac{q l^2}{2}. \quad (6)$$

Звідки

$$l = 2 \sqrt{\frac{k}{q} (h^2 - h_0^2)}. \quad (7)$$

Широке застосування в практиці розрахунку відстані  $E$  між традиційними дренами, недосконалими за ступенем розкриття водоносного шару, отримала формула С. Ф. Авер'янова [1]

$$E = 2 h_0 \sqrt{\frac{k_\phi}{q} \left( 1 + \frac{2 m_1}{h_0} \right) \alpha}, \quad (8)$$

де  $h_0$  – розрахунковий напір між дренами, м;

$m_1$  – товщина водоносного шару між дренаю та водонапірним шаром, м;

$\alpha$  – коефіцієнт висячості дрена, визначається за формулою (9)

$$\alpha = \frac{B}{B - \frac{8 m_1}{\pi} \ln \sin \frac{\pi r}{m_1}}, \quad (9)$$

де  $r = d/2$ ;  $d$  – діаметр дрена, м.

**Розрахунок параметрів дренажних модулів** із дрен мілкої і глибокої укладки (відстань між дренами, глибину укладки дрен) можна виконувати використовуючи уже відомі методики [8] і схеми (наприклад рис. 3), уточнюючи момент особливого підключення глибокої дрена до колекторів.

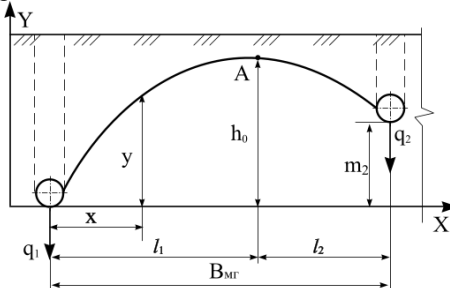


Рис. 3. Схема розрахунку параметрів систематичних дрен мілкої і глибокої закладки

При ґрунтовому живленні використовується рівняння (10) – потоку ґрунтової води до дрен

$$q = \omega V = y k \frac{dy}{dx}, \quad (10)$$

де  $\omega$  – площа поверхні рівного напору, яка приходить на одиницю довжини дрени;  $V$  – швидкість фільтрації води,  $V = k \frac{dh}{dx}$ ;  $dh/dx$  –

градієнт напору, який відповідає даній поверхні напору.

Для розрахунку відстані між мілкою і глибокою дренами дренажного модуля за схемою (рис. 3) при ґрунтовому живленні використовуються рівняння (10) – притоку ґрунтової води до глибокої (11) та мілкої (12) дрен

$$-ky_1 \cdot \frac{dy_1}{dx_1} = q_1; \quad \left. \vphantom{\frac{dy_1}{dx_1}} \right\} \quad (11)$$

$$ky_2 \cdot \frac{dy_2}{dx_2} = q_2. \quad \left. \vphantom{\frac{dy_2}{dx_2}} \right\} \quad (12)$$

Розділивши змінні в рівняннях (11 і 12), отримаємо:

$$q_1 dx_1 = ky_1 dy_1, \quad \left. \vphantom{q_1 dx_1} \right\} \quad (13)$$

$$q_2 dx_2 = ky_2 dy_2. \quad \left. \vphantom{q_2 dx_2} \right\} \quad (14)$$

Проінтегрувавши рівняння (13) за  $x$  в межах від  $x_1 = 0$  до  $x_1 = l_1$  і за  $y$  – від  $y_1 = h_{01}$  до  $y_1 = h_0$ , отримаємо відстань від водорозділу, між систематичними дренами, до глибокої дрени

$$l_1 = \frac{k}{q_1} \frac{(h_0^2 - h_{01}^2)}{2}. \quad (15)$$

Проінтегрувавши рівняння (14) за  $x$  в межах від  $x_2 = 0$  до  $x_2 = l_2$  і за  $y$  – від  $y_2 = m_2$  до  $y_2 = h_0$ , отримаємо відстань від водорозділу систематичних дрен до мілкої дрени

$$l_2 = \frac{k}{q_2} \frac{(h_0^2 - m_2^2 - h_{02}^2)}{2}. \quad (16)$$

Загальна відстань між мілкою і глибокою дренами дренажного модуля (рис. 3) дорівнює сумі відстаней від водорозділу, між систематичними досконалими дренами, до глибокої та мілкої дрен ( $B_{м2} = l_1 + l_2$ )

$$B_{м2} = \frac{k}{2} \left[ \frac{(h_0^2 - h_{01}^2)}{q_1} + \frac{(h_0^2 - m_2^2 - h_{02}^2)}{q_2} \right]. \quad (17)$$

### Висновки:

1. Дренажно-модульна система, з дренами під'єднаними до мілкого і глибокого колекторів дозволяє забезпечити рівномірне і інтенсивне регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів впродовж вегетаційного періоду.

2. Швидко переводити поверхневі води (або ґрунтові, що знаходяться біля поверхні землі) в нижчі шари ґрунту, нагромаджуючи воду в кореневмісному шарі, під час посухи, віддаваючи її культурам з за акумульованого стану.

3. Система є мобільною і надійною при регулюванні РГВ, а також економічною при експлуатації дренажних модулів.

1. Аверьянов С. Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М. : Колос, 1978. – 288 с. 2. Декларативний патент на корисну модель № 4754, E02B11/00. Дренажно-модульна система / М. М. Ткачук, Р. М. Ткачук, бюл. № 2/ 2005. – 2 с. 3. Козловський Б. І. Наукові основи моніторингу осушених земель (на прикладі західних областей України). – Львів : Місіонер, 1995. – 189 с. 4. Кожушко Л. Ф. Науково-технологічні основи технічного та екологічного удосконалення дренажних систем : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук / Л. Ф. Кожушко. – Рівне, 1998. – 55 с. 5. Лазарчук Н. А. Оптимізація параметрів дренажа в зоні осушення УРСР / Лазарчук Н. А., Муранов В. Г., Черенков А. В. // Мелиорация и водное хозяйство. 1989. – № 7. – С. 40-41. 6. Олейник А. Я. Геогидродинамика дренажа / А. Я. Олейник. – Киев : Наукова думка, 1981. – 283 с. 7. Рокочинський А. М. Оптимізація водорегулювання осушуваних земель / А. М. Рокочинський // Водне господарство України. – 1977, № 2. – С. 4-5. 8. Ткачук М. М. Розрахунки параметрів дренажного модуля влаштованого з досконалих дренажів, що працюють на інтенсивне пониження РГВ при надлишковому зволоженні / Ткачук М. М., Ткачук Р. М. // Вісник НУВГП. Зб. наукових праць 1(33). – Рівне, 2006. – С. 69-76. 9. Тумас Р. А. Методи долгосрочного прогнозирования действия дренажа при осушении минеральных почв нечерноземной зоны СССР : дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук / Тумас Р. А. – М., 1978. – 307 с. 10. Черненко В. Я. Осушение болот / В. Я. Черненко. – М. : Россельхозиздат, 1976. – 37 с. 11. Шкинник Ц. Н. Гидрологическое действие дренажа / Шкинник Ц. Н. – Л. : Гидрометиздат, 1981. – 311 с. 12. Эггелсман Р. Руководство по дренажу / Эггелсман Р. – М. : Колос, 1984. – 246 с. 13. Eggelsmann R. Dränanleitung / Eggelsmann R. – Hamburg : Verlag "Wasser und Boden", 1973. – 304 s. 14. Dupuit J. Etudes theoretingues et pratigues sur le mouvement des caux / J. Dupuit. – 2<sup>nd</sup> ed. – Paris : Dunod, 1863. – 304 p.

Рецензент: к.т.н., доцент Герасімов Є. Г. (НУВГП)

---



**Tkachuk R. M., Post-graduate Student, Tkachuk M. M., Doctor of Engineering, Professor, Rokochynskiy A. M., Doctor of Engineering, Professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

### **IMPROVE THE WATER REGIME OF SOIL DRAINAGE MODULAR SYSTEMS TWO-LEVEL REGULATORY DRAINS**

The technology of regulation of ground water level with the help of self-regulating drainage modules is described.

**Keywords:** drainage modular system, ground water level, drainage modules shallow and deep bedding.

---

**Ткачук Р. Н., аспирант, Ткачук М. М., д.т.н., профессор, Рокочинский А. М., д.т.н., профессор** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **УЛУЧШЕНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ ДРЕНАЖНО- МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ ДВУХУРОВНЕВЫМИ РЕГУЛИРУЮЩИМИ ДРЕНАМИ**

Представлена технология регулирования уровней грунтовых вод с помощью саморегулирующих дренажных модулей.

**Ключевые слова:** дренажно-модульная система, уровень грунтовых вод, дренажные модули мелкой и глубокой укладки.

---