

УДК 631.674.4

Ольховик О. І, к.т.н., доцент, Фридель Р. І., студент 5 к. ФВГ
(Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне)

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МЕМБРАННИХ СИСТЕМ ПІДГРУНТОВОГО ЗРОШЕННЯ

Проаналізовані сучасні доробки в області конструювання систем зрошення, що використовують мембранні технології, для підгрунтового зволоження сільськогосподарських культур, запропоновані раціональні зміни та доповнення до відомих рішень і заходи зі зменшення вартості будівництва таких систем.

Ключові слова: потенційна енергія, мембранний контейнер, мембранна вставка.

Проанализированы современные разработки в области конструирования систем орошения, использующие мембранные технологии для подпочвенного увлажнения сельскохозяйственных культур, предложены рациональные изменения и дополнения известных решений, а так же меры по уменьшению стоимости строительства таких систем.

Ключевые слова: потенциальная энергия, мембранный контейнер, мембранная вставка.

The current portfolio in the construction of irrigation systems that use membrane technology to be used for subsoil moisture crops is analyzed, reasonable amendments to the known solutions and measures to decrease cost of building such systems are offered.

Keywords: potential energy, membrane container, membrane insertion.

За даними ЮНЕП з 332 мільйонів кубічних кілометрів води в рідкому стані на Землі, більш як 97,5 відсотка непридатна для сільського господарства через високий зміст солей та забрудненості внаслідок господарської діяльності людства.

У той же час два мільярди людей в усьому світі відчувають нестачу продовольства і 1,1 млрд. людей не мають чистої питної води. При загальній чисельності населення Землі, що досягне 10 мільярдів до 2050 року, в найближчі декілька десятиліть буде спостерігатися збільшення попиту на продовольство, фураж, і прісноводні ресурси.

Але в той же час зміна моделі погоди, збільшення площ пустель, істотний дефіцит прісної води призводять до зменшення площ орних земель, зменшення площ сільськогосподарських угідь, що зрошуються, а також зниження продуктивності сільського господарства в деяких частинах світу. Поєднання цих факторів, за прогнозами експертів, призведе до суттєвого збільшення де-

фіциту продовольства і, як наслідок, до посилення бідності, активізування конфліктів.

За таких умов у багатьох країнах активно вишукуються можливості збільшення площ зрошувальних земель і шляхів досягнення цієї мети з якомога меншими витратами прісної води.

Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є використання солоної морської води та скидних вод промислових, сільськогосподарських підприємств та скидів комунального господарства.

Найбільш розповсюдженими способами подачі води на зрошувальне поле як у більшості країн світу, так і в Україні є дощування та поверхневе зрошення. Проте, зрозуміло, що такі способи не придатні для використання засоленних або забруднених вод без попереднього дороговартісного їх опріснення або очищення. Крім того, зрошувальні норми при цих видах зволоження часто-густо перевищують виробничі можливості підготовчих і очисних споруд.

Багато проблем і недоліків, які існують при звичних способах поливу, певною мірою, компенсує краплинне зрошення. Така технологія дозволяє підтримувати оптимальний рівень вологості ґрунту в різні періоди вегетації рослин за рахунок подачі у прикореневий шар рослин невеликих доз води за допомогою надземних або вмонтованих у підземний трубопровід крапельниць спеціальної конструкції. На даний час в Україні існують технологічні методи, які забезпечують можливість подачі разом із водою мінеральних добрив та хімічних сполук. Такі системи можуть ефективно працювати в автоматичному режимі. Технологія передбачає очищення поливної води, її подачу в автоматичному режимі до рослин та мікродозування води (або водного розчину добрив, хімічних елементів) за допомогою крапельниць спеціальної конструкції. Використання технології забезпечує економію поливної води від 50 до 80%, електроенергії та добрив – 20-40%.

Проте, системи краплинного зрошення надто чутливі до якості води, і це певною мірою обмежує їхнє використання. Крапельниці можуть забиватися і виходити з ладу при подачі води, яка має у собі вміст твердих часток. І, звісно, про використання солоної води без її попереднього опріснення не може бути і мови.

Альтернативою вищеназаним способам зрошення, яка забезпечує використання солоних і стічних вод, може бути використання мембранних технологій [1]. Цей метод зрошення поки що невідомий на території України та на теренах СНД, проте він активно досліджується та впроваджується у провідних країнах світу.

Суть такої технології полягає у використанні для підґрунтового зрошення труб з матеріалу, який вбирає в себе практично всі забруднюючі речовини, дозволяючи чистій воді надходити до коренів рослин. Важливим фактором при такому зрошенні є те, що вода до коренів рослин надходить у вигляді па-

ри, чим забезпечує високу економію води. Це досягається за допомогою процесу первапорації – випаровування [2]. Гідрофільна природа мембрани буде дозволяти тільки чистій воді проходити скрізь стінки мембранної труби, транспортуватися через неї і випаровуватися на поверхні зовнішньої сторони у вигляді водяної пари.

Витрата води при проходженні процесу первапорації, яка проникає через мембрану залежить, серед інших факторів, від вмісту вологи у ґрунті куди планується подача. Таким чином, іригаційні системи можуть бути такими, що саморегулюються. Іншими словами, ґрунт забирає лише необхідну кількість вологи. Це дозволяє уникнути проблем з перезволоженням або підтопленням земель, що в подальшому могло би спричинити їх засолення [3].

Дана система, не вимагає ручного налаштування. Час зрошення та об'єми подачі води регулюються автоматично залежно від випаровування, швидкості всмоктування ґрунту і транспірації рослинами, що робить режим зволоження сприятливим для росту рослин, а систему невибагливою у експлуатації.

Односторонній рух проходження вологи активується, коли потенційна енергія двох сторін мембрани відрізняються (рис. 1). Вода з внутрішньої поверхні мембранної труби, яка має більш високу потенційну енергію, здійснює направлене проникнення в сторону з меншою потенційною енергією.

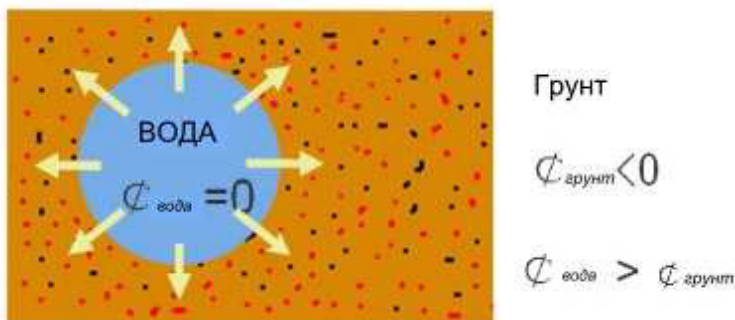


Рис. 1. Принципова схема роботи мембранної труби

Проникнення води припиняється, коли потенційна енергія двох сторін мембрани досягає балансу.

При малій кількості вологи в ґрунті, швидкість проникнення води через мембрану досить висока. Коли ґрунт насичується і набирає необхідний рівень вологості, проникнення через мембранну стінку труби припиняється. Таким чином підтримується баланс. Коли кількість вологи у ґрунті зменшується, то процес проникнення відбувається знову.

Коли поля зрошуються традиційними способами, то з одного літра води, рослина може житися сорок вісім годин після поливу. А при використанні

зрошення мембранними пристроями одного літра води рослині може вистачити, принаймні, на двадцять п'ять днів.

Мембранні труби можуть влаштовуватися прямолінійними або у вигляді спіралі, також вони можуть бути профільними або гладкими. Різні модифікації таких трубопроводів диктуються факторами рельєфу місцевості, ґрунтовими особливостями та наявністю технічних засобів для їх монтування.

Гідрофільний матеріал, з якого виготовляють труби для даної технології зрошення в наш час є досить дорогим. Тому для економії матеріалу при зрошенні садів, виноградників тощо, доцільно застосовувати контейнерні системи підґрунтового зрошення [4].

Зрошувальний контейнер (рис. 2) циліндричної форми виготовляють з мембранних гідрофільних полімерів.

Як показано на (рис. 3), вода до контейнерів поступає через мережу трубопроводів невеликого діаметру. Важливо зазначити, що трубопровідна мережа виготовлена не з дорогих мембранних матеріалів, а з звичайних полімерних труб. Така комбінація дозволяє в значній мірі зменшити вартість капітальних вкладень в її будівництво.

Дана система працює в автоматичному режимі.

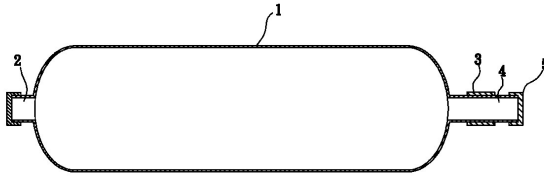


Рис. 2. Зрошувальний контейнер циліндричної форми:
1 – стінка контейнера з гідрофільного матеріалу; 2 – заглушка 3 – клапан водоподачі;
4 – водопідвід; 5 – елемент під'єднання до трубопроводу

Крім того, контейнерна система значною мірою економить електроенергію та воду для зрошення.

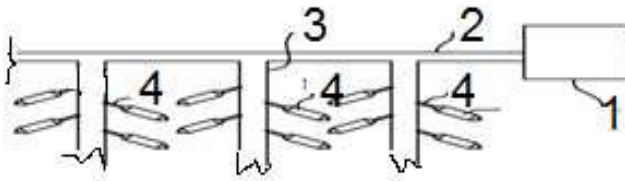


Рис. 3. Схема зрошувальної системи з мембранних зрошувачів:
1 – резервуар води; 2 – транспортуючий трубопровід; 3 – розподільчі трубопроводи;
4 – мембранні контейнери

При проектуванні зрошувальної ділянки з використанням мембранних технологій відповідно до виду рослин, що будуть вирощуватися, та їх пот-

реб; товщина мембрани і об'єм контейнера може бути скорегований, щоб відповідати конкретним умовам.

Контейнер (1) з водопідводом на вході (4) (рис. 2) може бути виготовлений шляхом видувного формування, якщо це дозволяє особливість матеріалу. Для інших матеріалів, він повинен бути виготовлений у плівках чи циліндричній оболонці, які потім обробляються нагріванням або механічним ущільненням у формі контейнера (рис. 2).

Дана зрошувальна система схожа на системи крапельного зрошення, в яких кожен контейнер функціонує як крапельний емітер. Тим не менш, зрошувальна система описана тут, є більш ефективною, що стосуються витрат води, і відсутності різних додаткових пристроїв, необхідних для створення відповідних тисків у трубах або керування системою.

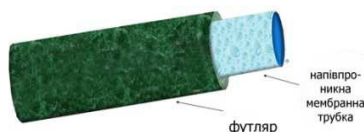


Рис. 4. Мембранний контейнер футлярного типу

Однак контейнерні системи мембранного зрошення призначені переважно для застосування у фруктових садах та виноградниках, до того ж її влаштування потребує значних трудовитрат, оскільки неможливо механізувати процес укладання кожного контейнера у призначене місце, використовуючи безтраншейні технології.

Тому для використання мембранних систем на великих площах для вирощування, наприклад овочевих культур, пропонується класична схема з використанням трубчастих мембранних зрошувачів (рис. 5).

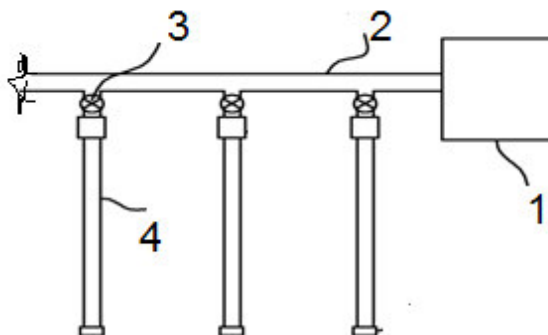


Рис. 5. Система зрошення з використанням мембранних трубчастих зрошувачів:
1 – резервуар води; 2 – розподільчий трубопровід; 3 – вузол подачі;
4 – мембранний трубчастий зрошувач

Така система подібна до модулів краплинного зрошення тільки на трубах відсутні крапельниці, а волога поступає в ґрунт у вигляді пари по всій довжині зрошувача. Відстань між мембранними трубками-зрошувачами корегується залежно від фізико-механічних властивостей ґрунтів. У глинистих ґрунтах ця відстань збільшується, у піщаних – зменшується.

Принципова схема системи мембранного зрошення наведена на рис. 5.

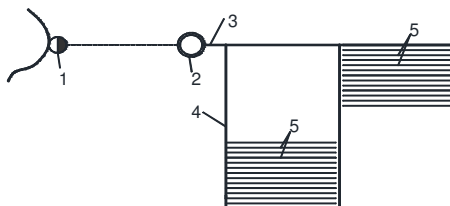


Рис. 6. Схема ділянки модульного зрошення:
1 – насос для поповнення запасу зрошувальної води; 2 – водонапірна башта;
3 – польовий трубопровід; 4 – ділянковий трубопровід;
5 – мембранні труби зрошувачі

Суттєвою особливістю мембранної системи зрошення є те, що немає потреби у високих напорах у транспортуючій та поливній мережах і на порядок меншій кількості поливної води у порівнянні з крапельним зрошенням.

Запас води для зволоження ґрунту може зберігатися у резервуарі (нами рекомендується водонапірна башта) звідки за рахунок геодезичних перепадів вона подається у крайню точку поля. Розрахунок водонапірної вежі здійснюється аналогічно розрахунку таких споруд для систем водопостачання.

Об'єм резервуара повинен бути таким, щоби води з нього було достатньо для первинного заповнення системи. В процесі зволоження ґрунтів запас води в резервуарі напірної башти за даними відповідного датчика рівня автоматично поповнюється насосом, що знаходиться біля джерела зрошення.

На жаль, при сучасному економічному стані, більшість українських сільгоспвиробників не можуть собі дозволити будівництво доволі капіталоемних систем вищенаведених конструкцій.

На наш погляд, найбільш раціональним використанням можливостей мембранної технології зрошення для умов України було б налагодження виробництва зрошувальних трубопроводів, які лише частково містять у собі мембранні елементи, що з інтервалом в 2-3 м (залежно від ґрунтових умов) розміщуються у полімерному трубопроводі.

Нами пропонується конструкція комбінованого зрошувача, де мембранні елементи виконують роль крапельниць і розташовані на відстані радіуса спроможності проникнення пари у ґрунт, що утворюється в процесі перапарації (рис. 7).

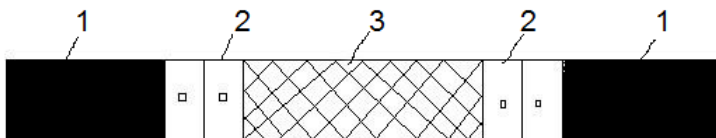


Рис. 7. Мембранна вставка на поліетиленовому трубопроводі-зрошувачі:

1 – поліетиленовий трубопровід; 2 – з'єднувальна муфта;

3 – мембранна трубка-вставка

Це дозволяє значною мірою економити мембранний матеріал при збереженні можливості доволі ефективно зволожувати прилеглий ґрунт.

Для полегшення монтажу таких комбінованих зрошувачів нами пропонується відмовитися від зварного з'єднання мембранних вставок виготовлених у заводських умовах, а використати пластмасові з'єднувальні муфти, що широко використовуються при будівництві дренажу (рис. 7).



Рис. 8. З'єднувальна пластмасова муфта

Підсумовуючи викладене у статті, можна зробити висновок, що мембранні зрошувальні системи розглянутих конструкцій дають можливість впроваджувати штучне зволоження ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур в місцевостях зі значним дефіцитом прісної води. Такі системи дають можливість перейти від класичного, апробованого віками принципу «зберігання води в ґрунті» до нового методу «зберігання води у трубі», який може задовольнити потребу рослини у воді в будь-який час.

1. 2436222 /GB/ Irrigation device/ М. Tonkin. – 2009. 2. www.waldimord.ru
3. Ольховик О. І., Фридель Р. І. Застосування мембранних технологій для підґрунтового зрошення // Вісник національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Рівне, 2011. 4. EP 2 153 714 A1 /CN/ Irrigation method with semi permeable membrane, irrigation container and irrigation system made of semi permeable membrane and their application/ Y. Qingli. – 2007.
5. <http://www.irrigation.hk/Technology.asp>.
6. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/cwwa9/hot.pdf>

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