

ПІДЗЕМНЕ КРАПЕЛЬНЕ ЗРОШЕННЯ. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ

Сидоренко В.,

e-mail: sid_vladimir@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5988-2904>

Макаренко І.,

e-mail: makaro_o@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9809-1569>

Мігальов А.,

e-mail: aamigalev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9767-1737>

Південно-Українська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Вступ. Одним з основних напрямків інтенсифікації с.-г. виробництва в умовах змін клімату та дефіциту вологи є зрошення. Тому в умовах дефіциту водних та енергетичних ресурсів правильним рішенням є впровадження технологій крапельного зрошення.

Новим трендом у зрошувальному землеробстві є підземний крапельний полив – крапельні системи SDI (Subsurface Drip Irrigation). На сьогодні це ще новизна у технологіях зрошення для українських аграріїв і є одним з передових методів іригації, однак недостатньо ще досліджена.

Метою дослідження є оцінка та техніко-технологічна експертиза технології підземного крапельного зрошення, визначення за результатами випробувань ефективності застосування мобільних пристроїв для підземного прокладання крапельних ліній.

Методи досліджень: теоретичні – аналіз досліджуваних інформаційних ресурсів, лабораторно-польові – проведення випробувань для одержання інформаційних даних.

Результати. Підземне крапельне зрошення є різновидом наземного, у якому крапельні лінії розташовані під поверхнею ґрунту. Його використання має ряд переваг: тривалий термін експлуатації, практична відсутність поверхневого випаровування, економія поливної води.

Основна особливість такого зрошення – це подача води та підживлювальних речовин безпосередньо в кореневу зону, що сприяє підвищенню якості та кількості врожаю.

У 2017-2019 р.р. Південно-Українською філією були проведені випробування підземних систем SDI ізраїльської компанії «Netafim» та української ТОВ «Техносервіс». Система SDI складається з фільтростанції, вузла для внесення добрив, магістральних і розподільчих трубопроводів, крапельних ліній. Якісна фільтрація є одним з ключових аспектів – ступінь фільтрації не менше 120-200 меш, мінімальна товщина крапельної стрічки не менше 16 mil (0,4 мм).

Особливістю SDI є наявність промивних трубопроводів та вузлів промивки, що значно скорочує час і затрати на проведення технічного обслуговування.

Використання систем SDI повністю об'єднує та автоматизує технологічні процеси фільтрації, фертигації та промивання контролерами і датчиками, що набагато спрощує їх експлуатацію.

Найбільш трудомістким і складним процесом у монтажі систем SDI є прокладка крапельних ліній на визначеній глибині спеціальними машинами – мобільними трубоукладачами.

У 2018 р. в Південно-Українській філії проходили їх випробування: «Титан 01/4» українського виробництва та ZACH 40-60-18, – ізраїльського.

Оцінювання агротехнологічних показників проводилося на прокладанні підземних крапельних ліній (стрічки марки «EOLOS GRANDE» з товщиною стінки 0,45 мм та «Dripnet PC AS 22250» – 0,63 мм).

Випробуваннями встановлено, що машини в агрегаті з відповідними тракторами забезпечують технологічний процес укладання крапельних ліній на заданій глибині із задовільними показниками якості та технологічності.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлені основні переваги крапельних систем SDI, визначені основні агротехнологічні показники складових обладнання – ступінь фільтрації поливної води (не менше 120-200 меш), товщина стінки та глибина закладання крапельних ліній (не менше 16 тил та 30-40 см відповідно), максимальна варіація потоку через емітери по довжині поливних блоків (не більше 10 %).

За результатами випробувань пристроїв для підземного укладання крапельних ліній визначені основні показники їх якості роботи та встановлено, що вони забезпечують технологічний процес укладання крапельних ліній на заданій глибині із задовільними показниками якості та технологічності, що відповідають вимогам, які висуваються до застосування технології підземного зрошення.

Ключові слова: крапельне зрошення, підземний полив, фільтростанція, товщина стінки крапельної стрічки, емітер, глибина закладки стрічки, промивний трубопровід.

Постановка проблеми. Процес глобального потепління клімату має все більший вплив на розвиток та продуктивність сільськогосподарства. За розробленими сценаріями очікуваних змін клімату до 2030 р. для різних регіонів нашої планети прогнозовано збільшення теплого періоду на 16-23 доби, а сума ефективних температур (більше 5 °C) – на 437-481°C [1]. Тому одним з основних напрямків розвитку та інтенсифікації сільгоспвиробництва в умовах зміни клімату, та як наслідку – гострого дефіциту вологи для розвитку с.-г. культур, є штучне зволоження ґрунту зрошенням.

Особливо це стосується зони Степу України, де основним стримувальним фактором розвитку сільськогосподарської галузі та реалізації агроресурсного потенціалу є недостатня забезпеченість опадами в умовах посушливого клімату та посухи, особливо у найважливіші періоди вегетації с.-г. культур.

Водночас подальший розвиток зрошення вимагає і залучення додаткових водних ресурсів на його розвиток, оскільки існують тенденції до зростання норм водопотреби с.-г. культур, прояв якої є наслідком появи та використання продуктивніших сортів і гібридів і впливом зростання посушливості клімату [2].

Поєднання тенденції на зростання норм водопотреби, які складають 10-20 % [2], зі значними змінами в структурі посівних площ на зрошуваних землях (вирощування переважно вологолюбних куль-

тур) є причиною підвищення витрат води на полив 1 га, ціна якої для с.-г. виробників з кожним роком все більше зростає.

Разом з тим, ріст населення, зменшення посівних площ та зміна клімату спонукає до більш ретельної розробки техніко-технологічних рішень для забезпечення продовольчої безпеки у найближчі десятиліття як на глобальному рівні, так і в Україні [3].

Тому у сучасних умовах наростання дефіциту водних та енергетичних ресурсів, погіршення еколого-агроекологічного стану зрошуваних земель на значних площах найбільш правильним рішенням є впровадження технологій крапельного зрошення, які поєднують у собі збереження й підвищення продуктивності поливних угідь, раціональне використання трудових, водних та енергетичних ресурсів з екологічною збалансованістю і безпекою.

Новим трендом у зрошуваному землеробстві України, зокрема у мікрозрошенні є підземний крапельний полив – крапельні системи SDI (Subsurface Drip Irrigation). Останні два-три роки все більше с.-г. виробників, вже маючи значний теоретичний і практичний досвід з наземного крапельного поливу, застосовують підземне крапельне зрошення. На сьогодні ця технологія зрошення є ще новизною для українських аграріїв і вважається одним з передових методів іригації с.-г. культур, однак ще недостатньо досліджена.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасний стан розвитку крапельного зро-

шення в Україні характеризується як такий, що визначається наявною стійкою тенденцією до постійного розширення площ поливу за одночасного розширення переліку с.-г. культур, для поливу яких воно використовується [4].

Найголовнішим чинником розширення обсягів та сфери застосування краплинного зрошення є те, що завдяки своїм перевагам і технологічним можливостям, воно перетворилося у визначальний елемент вирощування великої кількості с.-г. культур, завдяки чому вдається отримувати високі врожаї, які за дотримання технологій вирощування часто наближаються до рівня потенційно можливих.

Тому впровадженню та розвитку технології краплинного зрошення було присвячено багато праць провідних українських вчених та дослідників. Зокрема дослідженням практики впровадження крапельного зрошення у технологіях вирощування овочевих, багаторічних та просяних культур присвячені наукові праці Ромашенко М. І, Онопрієнко Д. М., Шатковського А.П. [5-6]. Проте ці дослідження стосувалися виключно традиційного — поверхневого крапельного зрошення.

Мета досліджень. Висвітлення результатів досліджень, оцінка та техніко-технологічна експертиза технології підземного краплинного зрошення. Визначення за результатами випробувань ефективності застосування мобільних пристроїв для підземного прокладання крапельних ліній.

Виклад основного матеріалу. Підземне крапельне зрошення є різновидом традиційного (наземного), у якому крапельні лінії розташовані під поверхнею ґрунту і знаходяться в такому положенні постійно протягом всього терміну експлуатації. Глибина укладки, відстань між крапельними лініями залежать від вирощуваної культури, типу і способу обробітку ґрунту (рис. 1).

Використання підземного крапельного зрошення має багато переваг порівняно як з дощуванням, так і з наземним крапельним зрошенням:

- тривалий термін експлуатації (від 7

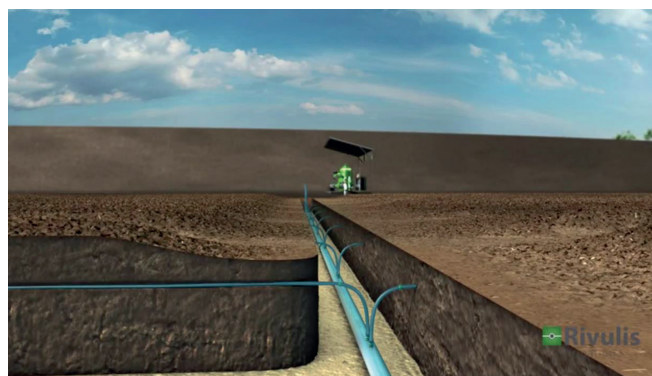


Рисунок 1 – Ілюстрація системи підземного крапельного зрошення

до 10-15 років) без необхідності сезонного монтажу і демонтажу обладнання;

- практична відсутність поверхневого випаровування, ґрунт на поверхні залишається сухим, покращується газообмін кореневмісного шару ґрунту;

- рівень вологості під листовим покривом знижується і мінімізується ризик ураження хворобами, пригнічується ріст бур'янів;

- забезпечується повноцінне живлення водою кореневої зони, що у поєднанні з відсутністю випаровування та поверхневого стоку створює передумови для економії поливної води навіть порівняно з традиційним крапельним зрошенням. По мірі розростання кореневої системи в глибину полив проводиться з меншими експозиціями, оскільки корені рослин знаходяться у безпосередній близькості до крапельниць.

- знижуються витрати на добрива, оскільки поживні речовини потрапляють безпосередньо в кореневу систему, не відбувається їх вимивання і збільшується поглинання рослинами;

- зниження витрат на технічне обслуговування;

- можливість використання однієї системи з декількома культурами;

- зменшення пошкоджень від тварин, людини, техніки, спрощується поверхневий обробіток ґрунту, створюються умови для пересування сільськогосподарської техніки.

Основною особливістю підземного зрошення SDI є те, що воно постачає воду

та підживлювальні речовин безпосередньо в кореневу зону рослин, що сприяє підвищенню якості та кількості врожаю.

Вода після виходу з емітера розповсюджується під землею як вниз під дією гравітації так і вгору і вбік під дією капілярних сил (рис. 2). Внаслідок цього утворюється суцільна волога зона як вздовж рядків рослин, так і по ширині міжрядь. Виключається заповнення ґрунтових пор водою, вони залишаються заповненими повітрям, що створює потрібний для рослин водно-повітряний баланс. За практичними спостереженнями укладання крапельної трубки з інтервалом 1,5 м забезпечує змикання зон промочування повністю, а поверхня ґрунту залишається сухою як у рядах, так і в міжряддях.

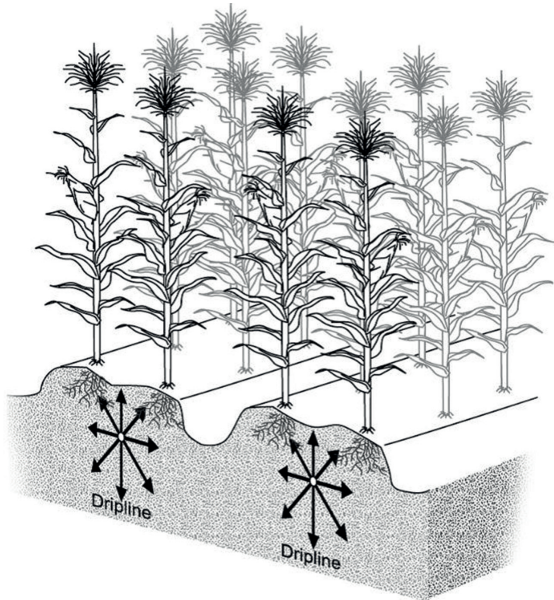


Рисунок 2 – Ілюстрація руху води після виходу з крапельниці в системах SDI

Слід зазначити, що застосування систем крапельного зрошення SDI має свої особливості та обмежувальні чинники: вища початкова вартість та вищі вимоги до технічного обслуговування і правильної експлуатації; обов'язкове використання GPS під час монтажу та експлуатації; порівняно тривалий час інсталяції; можливі ускладнення під час проростання насіння (за відсутності капілярного підйому води) - необхідний більш тривалий перший полив для зволоження верхніх шарів ґрунту; складність моніторингу технічно-

го стану системи, зважаючи на її підземне розташування; обов'язковий контроль гризунів.

Що стосується початкових інвестицій у підземне зрошення, то вони за даними компаній, які займаються проектуванням та будівництвом крапельних систем SDI в Україні, приблизно у 1,5 раза вищі порівняно з наземним і дощувальними машинами. Але в процесі експлуатації, завдяки низьким експлуатаційним витратам, економії води, добрив, кількості хімічних обробок, початкові інвестиції протягом 2-го, 3-го року окупаються.

У 2017-2019 р.р. Південно-Українською філією були проведені випробування підземних систем крапельного зрошення ізраїльської компанії «Netafim» та української ТОВ «Техносервіс» [7-8].

Система підземного крапельного зрошення складається з фільтростанції, вузла для внесення добрив та контролю тиску, магістральних та розподільчих трубопроводів, крапельних ліній та іншого технологічного обладнання.

За результатами випробувань було встановлено, що якісна фільтрація поливної води - один з ключових аспектів у використанні систем SDI. Ступінь необхідної фільтрації, який визначається типом емітера крапельної лінії повинна становити не менше 120-200 меш.

Фільтростанції залежно від якості води можуть бути як гравійні (рис. 3, А), так і сітчасті або дискові (рис. 3,Б).

Глибина закладання розподільних трубопроводів, залежно від глибини промерзання ґрунту - 60-90 см. Матеріал труб - ПВХ або ПНТ.

Тип крапельної лінії для систем підземного крапельного зрошення підбирається залежно від типу ґрунту, вирощуваної культури, топографії поля, якості води, методу обробки ґрунту. Зважаючи на місцеві умови можуть бути обрані як компенсовані, так і некомпенсовані крапельниці. Такі фактори як довжина гону, топографія, розмір блоків і якість води відіграють важливу роль у правильному виборі емітера. Залежно від культури від-



А

Б

А – гравійні фільтри підземного крапельного зрошення площею 67 га, «Netafim», Ізраїль; Б – гравійні і дискові фільтри підземного крапельного зрошення площею 39 га, ТОВ Техносервіс», Україна

Рисунок 3 – Фільтростанції підземного крапельного зрошення



Рисунок 4 – Розташування крапельних ліній підземного крапельного зрошення

стань між лініями складає від 1,0 до 2,0 м (рис. 4). Глибина закладки крапельних ліній для вирощування польових культур – 30-40 см.

Мінімальна товщина стінки багаторічної крапельної стрічки для підземного укладання повинна становити не менше 16 mil (0,4 мм), максимальна варіація потоку через емітери по довжині поливних блоків – не більше 10 %, що було підтверджено результатами випробувань [7-8].

У проектах обладнання «Netafim» використовуються стрічки з товщиною стінки 25 mil (0,63 мм). Крапельниці обладнані механізмом анти-сифона (AS), який блокує всмоктування бруду в крапельницю за зниження тиску води в крапельній стрічці (у перерві між поливами).

У проектах «Техносервіс» використовувалися крапельні трубки з товщиною стінки 16 mil.

Одним з основних недоліків підземного розташування крапельних ліній вважається проблема вrostання коренів рослин

в крапельниці, що призводить до швидкого забивання вихідного отвору та лабіринту емітера, внаслідок чого збільшується нерівномірність зрошення та обмежується строк служби всієї системи.

Компанія «Netafim» вирішує цю проблему, використовуючи інноваційні крапельниці, виготовлені з нейлону з додаванням оксиду міді.

Інша ізраїльська компанія Metzerplas пропонує крапельні лінії, виготовлені із застосуванням технології Root Guard, яка захищає крапельниці від проникнення коренів тривалим керованим виділенням у ґрунт препарату Трефлан (локальний інгібітор коріння рослин), який не дає розвиватися кореням поблизу крапельниць.

Особливістю крапельних систем SDI є наявність (на відміну від наземних) промивних трубопроводів та вузлів промивання, призначених для промивання блоків крапельних ліній під час технічного обслуговування системи.

Промивні трубопроводи розташовуються в кінці поливних блоків паралельно розподільчим трубопроводам. Кожна крапельна лінія у своєму кінці з'єднана з ним. Кінці промивних труб виводяться на поверхню і з'єднуються з промивним краном. Оскільки основними факторами, які сприяють скороченню терміну служби підземних крапельних ліній є засмічення крапельниць осадами хімічних речовин, мулистими частинками, корневими волосками рослин, то їх регулярне промивання запобігає передчасному виходу системи зрошення з ладу.

Промивна система також набагато скорочує час та затрати на промивання системи під час технічного обслуговування обладнання SDI порівняно з наземним крапельним зрошенням.

Важливо, що система крапельного зрошення SDI повністю об'єднує та автоматизує технологічні процеси фільтрації, фертигації та промивання контролерами

та датчиками, що набагато спрощує експлуатацію та раціоналізує роботу системи підземного крапельного зрошення (рис. 5).



Рисунок 5 – Автоматизована система управління обладнанням підземного крапельного зрошення компанії «Netafim», Ізраїль

Під час проектування та монтажу підземної зрошувальної системи враховуються таке: особливості рельєфу - система проектується так, щоб повітряно-вакуумні клапани розмішувалися в найвищих точках ділянки; особливості конкретного поля - тип та властивості ґрунту, кліматичні умови, сівозмінна; хімічні і фізичні властивості води; правильний розрахунок глибини закладки трубопроводів з урахуванням вирощуваних культур; розрахунок потреби води - витрати води для подібних систем менші, що дає змогу зменшити діаметри розподільних трубопроводів і потужність насосних установок; складність моніторингу технічного стану системи, зважаючи на її підземне розташування; обов'язковий контроль гризунів, які можуть стати великою проблемою, оскільки пошкоджують крапельні лінії.

Отже, враховуючи тривалий термін експлуатації крапельних систем SBI, відсутність при цьому необхідності у сезонному монтажу та демонтажу крапельних та розподільчих ліній і супутнього їм складового обладнання, використання підзем-

ного крапельного зрошення дає змогу отримати значну економію коштів.

Переваги системи SDI особливо можуть бути відчутні на зрошуваних ділянках великої площі. Скажімо, за результатами випробувань підземних крапельних систем «Netafim» та ТОВ «Техносервіс» (рис. 3) економічний ефект від їх використання (враховуючи тільки вартість крапельних ліній, які потребують сезонної заміни) становить близько 5500 грн./га [7-8].

Найбільш трудомістким і складним процесом під час монтажу систем SDI є прокладка крапельних ліній на визначеній глибині спеціальними машинами для підземного укладання крапельних ліній (мобільних трубоукладальників).

У 2018 р. в Південно-Українській філії проходили випробування мобільних трубоукладальників українського виробника «Титан 01/4» (ТОВ «НВУЦ АІНУ Підземметалозахист», м. Нова Каховка) та ізраїльського – ZACH 40-60-18 («ZACH Agricultural Equipment Afula Ltd») (рис. 6).



А

Б

А - МПТКЗ «Титан 01/4»; Б - ZACH 40-60-18

Рисунок 6 – Мобільний трубоукладальник краплинного підземного зрошення

Трубоукладальники в загальному плані являють собою навісну машину, яка складається з рами зі стелажми, декількох (від 1 до 4) трубоукладальних ножів та котушкотримачів, прикочувальних секцій, двох опорних коліс.

Рама – зварна конструкція з кронштейнами для триточкового навішування на задню гідронавісну систему трактора і призначена для встановлення на ній всіх основних вузлів. Стелаж призначений для технологічного обслуговування пристрою



А - «ZACH»; Б - «Титан 01/4»

Рисунок 7 – Загальний вигляд робочих органів

Таблиця 1 – Технічні параметри пристроїв для підземного укладання крапельних ліній

Показник	«Титан 01/4»	ZACH 40-60-18
Габаритні розміри, мм		
- довжина	3820	2600
- ширина	6450	4320
- висота	2360	3200
Кількість робочих органів, шт.	1-4	1-3
Діаметр опорних коліс, мм	770	575
Конструкційна маса, кг	3120	1950
Габаритні розміри ножа для укладання, мм:		
- висота	1120	900
- довжина	590	850

та транспортування запасних барабанів з крапельною стрічкою.

Трубоукладальний ніж (рис. 7) призначений для прорізання в ґрунті щілини і укладання в неї крапельної лінії. Ніж представляє собою плоский, перпендикулярно спрямований до ґрунту робочий орган, у передній частині якого знаходиться підривально-різальна конструкція, а ззаду – напрямна труба для спрямування крапельної трубки на дно щілини.

Котушкотримачі встановлені над ножами і призначені для кріплення та розмотування барабанів з крапельною стрічкою під час роботи.

Опорні колеса оснащені талрепами, які регулюють глибину укладання крапельної трубки.

Трубоукладальник, залежно від кількості робочих органів, агрегується з тракторами тяглового класу (30-50) кН.

Під час руху агрегата трубоукладальні ножі заглиблюються в ґрунт на задану глибину, а крапельні трубки, які змотуються з барабанів, проходять через напрямні труби ножів і укладаються на дно утвореної в ґрунті щілини.

Технічні параметри пристроїв для укладання наведені в таблиці 1.

Оцінювання агротехнологічних показників машин проводилося на прокладанні підземних крапельних ліній (стрічки марки «EOLOS (Is)GRANDE» з товщиною стінки 0,45 мм - «Титан 01/4»; «Dripnet PC AS 22250» з товщиною стінки 0,63 мм - ZACH 40-60-18) [9-10].

Випробуваннями (табл. 2) встановлено, що машини в агрегаті з відповідними тракторами залежності від кількості робочих органів забезпечують технологічний процес укладання крапельних ліній на заданій глибині із задовільними показниками якості та технологічності. Слід відзначити, що деякі господарства самі виготовляють такі пристрої – на базі чизельних агрегатів з двома-чотирма робочими органами.

Висновки. На сьогодні в Україні площі крапельного зрошення поступово розширюються, що є результатом тенденцій до змін клімату, збільшення вартості поливної води та розуміння виробниками всіх його переваг.

Значно розширюються обсяги застосування краплинного способу зрошення не тільки для овочевих та багаторічних культур, а й для поливу кукурудзи, сої, соняшника.

При цьому крапельне зрошення розвивається як в інноваційному напрямку (використання інформаційних технологій), так і в технологічному. І симбіозом цих двох напрямків є застосування технології SDI – системи підземного крапельного зрошення.

Таблиця 2 – Агротехнологічні показники пристроїв для підземного укладання крапельних ліній

Показник	Значення показника		
	згідно з агровимогами	«Титан 01/4»	ZACH 40-60-18
Агрегатування	(20-50) кн.	Massey Ferguson 8690	John Deere 8335 R
Швидкість руху, км/год.	4,0-7,0	6,0	4,1
Робоча ширина захвату, м	-	2,0	2,1
Кількість задіяних робочих органів, шт.	-	2	3
Відстань між ножами, м		2,0	0,7
Відхилення від робочої ширини захвату, см	± 10,0	2,0	2,2
Встановлена глибина укладання, см	30-50	45,0	30,0
Глибина укладання по ходу:			
- середня, см	-	40,1	33,73
- середнє квадратичне відхилення, ± см	не більше 2,5	2,22	2,01
- коефіцієнт варіації, %	не більше 5,0	5,53	4,59
Глибина укладання по ширині захвату:			
- середня, см	-	40,5	31,89
- середнє квадратичне відхилення, ± см	не більше 2,5	2,5	1,95
- коефіцієнт варіації, %	не більше 5,0	5,65	4,66
Питомі витрати пального, л/га	-	23,3	27,9
Коефіцієнт використання робочого часу зміни	-	0,57	0,58

Проведеними дослідженнями встановлені основні переваги крапельних систем SDI, визначені основні агротехнологічні показники складових обладнання – ступінь фільтрації поливної води (не менше 120-200 меш), товщина стінки та глибина закладання крапельних ліній (не менше 16 міл та 30-40 см відповідно), максимальна варіація потоку через емітери по довжині поливних блоків (не більше 10 %).

Випробуваннями пристроїв для підземного укладання крапельних ліній визначені основні показники якості їх роботи та встановлено, що вони забезпечують технологічний процес укладання крапельних ліній на заданій глибині із задовільними показниками якості та технологічності, що відповідають вимогам, які висуваються до технології підземного крапельного зрошення.

Використання цих машин усуває найбільш технологічно трудомісткі процеси його монтажу та експлуатації.

Література

1. Вожегова Р., - Перспективи використання зрошення для підвищення продуктивності сільськогосподарської галузі на глобальному та локальному рівнях в умовах змін клімату. – Зрошуване землеробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. - Випуск 65. Херсон. 2016. – С. 5-10.
2. Ромашенко М. - Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні. – Київ. Аграрна наука. 2012. – С. 15-16.
3. Кравчук В., Гусар В., Павлишин М. – Агроінженерія: Науково-випробувальні дослідження на сучасному етапі. - Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. Випуск 22 (36). Дослідницьке. 2018. - С. 21-26.
4. Морозов О.В., - Сучасний стан зрошення в зоні степу України. - Зрошуване землеробство. Міжвідомчий тематичний

науковий збірник. - Випуск 64. Херсон. 2015. - С. 135-138.

5. Ромащенко М., Доценко В., Онопрієнко Д, Шевелєв О. – Системи краплинного зрошення. Київ-Дніпропетровськ – 2007.

6. Ромащенко М, Шатковський А. – Рентабельность 328 % и другие факты о пропашных культурах на капельном орошении. – Зерно. - № 1 (82). 2013. С. 82-87.

7. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК № 2178/0606-03-2017. Системи та обладнання підземного крапельного зрошення багаторічного застосування «Netafim» / Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Херсон, 2017 р.

8. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК № 2386/0604-03-2019. Системи та обладнання підземного крапельного зрошення багаторічного застосування «Техносервіс» / Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Херсон, 2019 р.

9. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК № 2280/0603-03-2018. Мобільний трубоукладальник краплинного підземного зрошення МПТКЗ «Титан 01/4» / Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Херсон, 2018 р.

10. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК № 2238/0604-03-2018. Пристрій навісний для підземного укладання крапельних ліній / Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Херсон, 2018 р.

Literature

1. Vozhegova R., - Prospects for the use of irrigation to increase the productivity of the agricultural sector at the global and local levels in the context of climate change. - Irrigated agriculture. Interdepartmental thematic scientific collection. - Issue 65. Kherson. 2016. - P. 5-10.

2. Romashchenko M. - Scientific principles of land irrigation development in Ukraine. - Kyiv. Agricultural science. 2012. - P. 15-16.

3. Kravchuk V., Husar V., Pavlyshyn M. - Agroengineering: Research and testing at

the present stage. - Coll. Science. works L. Pogorilyy UkrNDIPVT. Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Doslidnytske. Issue 22 (36). Research. 2018. - P. 21-26.

4. Morozov OV, - The current state of irrigation in the steppe zone of Ukraine. - Irrigated agriculture. Interdepartmental thematic scientific collection. - Issue 64. Kherson. 2015. - P. 135-138.

5. Romashchenko M., Dotsenko V., Onoprienko D, Shevelev O. - Drip irrigation systems. Kyiv-Dnipropetrovsk - 2007.

6. Romashchenko M, Shatkovsky A. - Profitability 328% and other facts about cultivated crops on chaplain irrigation. - Grain. - № 1 (82). 2013. pp. 82–87.

7 Protocol of state acceptance tests of technical means for agro-industrial complex № 2178 / 0606-03-2017. Systems and equipment of underground drip irrigation of long-term use «Netafim» / South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT, Kherson, 2017

8. Protocol of state acceptance tests of technical means for agro-industrial complex № 2386 / 0604-03-2019. Systems and equipment of underground drip irrigation of long-term application «Technoservice» / South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT, Kherson, 2019

9. Protocol of state acceptance tests of technical means for agro-industrial complex № 2280 / 0603-03-2018. Mobile pipelayer of drip underground irrigation МРТКЗ «Titan 01/4» / South-Ukrainian branch of UkrNDIPVT them. L. Pogorily, Kherson, 2018

10. Protocol of state acceptance tests of technical means for agro-industrial complex № 2238 / 0604-03-2018. Hinged device for underground laying of drip lines / South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT, Kherson, 2018

Literatura

1. Vozhegova R., - Perspektyvy vykorystannja zroshennja dlja pidvyshhennja produktyvosti sil's'kogospodars'koi' galuzi na global'nomu ta lokal'nomu rivnjah v umovah zmin

klimatu. – Zroshuvane zemlerobstvo. Mizhvidomchij tematychnyj naukovyj zbirnyk. - Vypusk 65. Herson. 2016. – S. 5-10.

2. Romashhenko M. - Naukovi zasady rozvytku zroshennja zemel' v Ukraini. – Kyi'v. Agrarna nauka. 2012. – S. 15-16.

3. Kravchuk V., Gusar V., Pavlyshyn M. – Agroinzhenerija: Naukovo-vyprobuval'ni doslidzhennja na suchasnomu etapi. - Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tehnolohichni aspekty rozvytku ta vyprovuvannja novoi tekhniky i tekhnolohii dlja silskoho hospodarstva Ukrainy. Doslidnytske. Vypusk 22 (36). Doslidnytske. 2018. - S. 21-26.

4. Morozov O.V., - Suchasnyj stan zroshennja v zoni stepu Ukrainy. - Zroshuvane zemlerobstvo. Mizhvidomchij tematychnyj naukovyj zbirnyk. - Vypusk 64. Herson. 2015. – S. 135-138.

5. Romashhenko M., Docenko V., Onoprijenko D, Shevjeljev O. – Systemy kraplynnogo zroshennja. Kyi'v-Dnipropetrovs'k – 2007.

6. Romashhenko M, Shatkovs'kyj A. – Rentabel'nost' 328 % y drugye fakti o propashnih kul'turah na kapelanom oroshenny. – Zerno. - № 1 (82). 2013. S. 82-87.

7. Protokol derzhavnyh pryjmal'nyh

vyprovuvan' tehničnogo zasobu dlja APK № 2178/0606-03-2017. Systemy ta obladnannja pidzemnogo krapel'nogo zroshennja bagatorichnogo zastosuvannja «Netafim» / Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo, Herson, 2017 r.

8. Protokol derzhavnyh pryjmal'nyh vyprovuvan' tehničnogo zasobu dlja APK № 2386/0604-03-2019. Systemy ta obladnannja pidzemnogo krapel'nogo zroshennja bagatorichnogo zastosuvannja «Tehnoservis» / Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo, Herson, 2019 r.

9. Protokol derzhavnyh pryjmal'nyh vyprovuvan' tehničnogo zasobu dlja APK № 2280/0603-03-2018. Mobil'nyj trubouladal'nyk kraplynnogo pidzemnogo zroshennja MPTKZ «Tytan 01/4» / Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo, Herson, 2018 r.

10. Protokol derzhavnyh pryjmal'nyh vyprovuvan' tehničnogo zasobu dlja APK № 2238/0604-03-2018. Prystrij navisnyj dlja pidzemnogo ukladannja krapel'nyh linij / Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo, Herson, 2018 r.

UDC 631.171

SUBSURFACE DRIP SYSTEMS SDI. TECHNICAL SUPPORT AND APPLICATION

Sidorenko V., e-mail: sid_vladimir@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5988-2904>

Makarenko I., e-mail: makaro_o@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9809-1569>

Migalyov A., e-mail: aamigalev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9767-1737>

South-Ukrainian branch of SSO «L. Pogorilvy UkrNDIPVT»

Summary

Introduction. *One of the main directions of intensification of agriculture production in the face of climate change and moisture shortages is irrigation. Therefore, in conditions of shortage of water and energy resources, the right solution is the introduction of drip irrigation technologies.*

A new trend in irrigated agriculture is subsurface drip irrigation - drip systems SDI (Subsurface Drip Irrigation). Today it is still a novelty in irrigation technologies for Ukrainian farmers and is one of the advanced methods of irrigation, but it is still insufficiently studied.

The purpose of the study *is to evaluate, technical and technological examination of the technology of subsurface drip irrigation, to determine the effectiveness of the use of mobile devices for underground laying of drip lines.*

Research methods: *theoretical - analysis of the studied information resources, laboratory-field -*

tests to obtain information data.

Results. Subsurface drip irrigation is a type of aboveground, in which drip lines are located below the soil surface. Its use has a number of advantages: long service life, practical absence of surface evaporation, economy of irrigation water.

The main feature - allows you to accurately supply water and nutrients directly to the root zone, which improves the quality and quantity of the crop.

In 2017-2019 The South Ukrainian branch conducted tests of underground SDI systems of the Israeli company «Netafim» and the Ukrainian LLC «Technoservice»

The SDI system consists of a filter station, a unit for applying fertilizers, main and distribution pipelines, drip lines. Quality filtration is one of the key aspects - the degree of filtration is not less than 120-200 mesh. The minimum thickness of the drip tape is not less than 16 mil (0.4 mm).

A feature of SDI is the presence of flushing pipes and flushing units, which significantly reduces the time and cost of maintenance.

The use of SDI systems allows you to fully integrate and automate the processes of filtration, fertigation and washing with controllers and sensors, which greatly simplifies their operation.

The most time-consuming and complex process in the installation of SDI systems is the laying of drip lines at a certain depth. It is carried out with the help of special machines - mobile pipelayers.

In 2018, the South Ukrainian branch held their tests: «Titan 01/4» made in Ukraine and ZACH 40-60-18, Israeli.

Assessment of agro-technological indicators was carried out on the laying of subsurface drip lines (tape brand «EOLOS GRANDE» with a wall thickness of 0.45 mm and «Dripnet PC AS 22250» - 0.63 mm).

According to the test results, it is established that the machines in the unit with appropriate tractors provide the technological process of laying drip lines at a given depth with satisfactory indicators of quality and manufacturability.

Conclusions. The research established the main advantages of SDI drip systems, determined the main agro-technological indicators of equipment components - the degree of filtration of irrigation water (not less than 120-200 mesh), wall thickness and depth of laying drip lines (not less than 16 mil and 30-40 cm, respectively), maximum variation of the flow through the emitters along the length of the irrigation blocks (not more than 10%).

According to the results of tests of devices for subsurface laying of drip lines, the main indicators of their quality of work are determined and it is established that they provide technological process of laying drip lines at a given depth with satisfactory quality and manufacturability indicators that meet the requirements of underground drip irrigation technology.

Key words: drip irrigation, subsurface irrigation, filter station, drip tape thickness, emitter, tape bookmark depth, flushing pipeline

УДК 631.171

ПОДЗЕМНЫЕ КАПЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ SDI. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

Сидоренко В., e-mail: sid_vladimir@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5988-2904>
Макаренко І., e-mail: makaro_o@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9809-1569>
Мигалев А., e-mail: aamigalev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9767-1737>
Южно-Украинский филиал ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

Введение. Одним из основных направлений интенсификации с.-х. производства в условиях изменений климата и дефицита влаги является орошение. Поэтому в условиях дефицита водных

и энергетических ресурсов правильным решением является внедрение технологий капельного орошения.

Новым трендом в оросительном земледелии есть подземный капельный полив - капельные системы SDI (Subsurface Drip Irrigation). На сегодня это еще новизна в технологиях орошения для украинских аграриев и является одним из передовых методов ирригации, однако недостаточно еще исследована.

Целью исследования является оценка и технико-технологическая экспертиза технологии подземного капельного орошения, определение по результатам испытаний эффективности применения мобильных устройств для подземной прокладки капельных линий

Методы исследований: теоретические - анализ исследуемых информационных ресурсов, лабораторно-полевые - проведение испытаний с целью получения информационных данных.

Результаты. Подземное капельное орошение является разновидностью наземного, при котором капельные линии расположены под поверхностью почвы. Его использование имеет ряд преимуществ: длительный срок эксплуатации, практическое отсутствие поверхностного испарения, экономия поливной воды.

Основная особенность такого орошения - внесение воды, подпитывающих веществ непосредственно в корневую зону, что способствует повышению качества и количества урожая.

В 2017-2019 г.г. Южно-Украинской филиалом были проведены испытания подземных систем SDI израильской компании «Netafim» и украинского ООО «Техносервис»

Система SDI состоит из фильтростанции, узла для внесения удобрений, магистральных и распределительных трубопроводов, капельных линий. Качественная фильтрация является одним из ключевых аспектов - степень фильтрации не менее 120-200 меш. Минимальная толщина капельной ленты не менее 16 mil (0,4 мм).

Особенностью SDI является наличие промывных трубопроводов и узлов промывки, что значительно сокращает время и затраты на проведение ТО.

Использование систем SDI позволяет полностью объединить и автоматизировать технологические процессы фильтрации, фертигации и промывки с помощью контроллеров и датчиков, на много упрощает их эксплуатацию.

Наиболее трудоемким и сложным процессом при монтаже систем SDI является прокладка капельных линий на определенной глубине. Она осуществляется с помощью специальных машин - мобильных трубоукладчиков.

В 2018 в Южно-Украинском филиале проходили их испытания: «Титан 01/4» украинского производства и ZACH 40-60-18, израильского.

Определение агротехнологических показателей проводилось на прокладке подземных капельных линий (ленты марки «EOLOS GRANDE» с толщиной стенки 0,45 мм и «Dripnet PC AS 22250» - 0,63 мм).

По результатам испытаний установлено, что машины в агрегате с соответствующими тракторами обеспечивают технологический процесс укладки капельных линий на заданной глубине с удовлетворительными показателями качества и технологичности.

Выводы. Проведенными исследованиями установлены основные преимущества капельных систем SDI, определены основные агротехнологические показатели составляющих оборудования - степень фильтрации поливной воды (не менее 120-200 меш), толщина стенки и глубина заложения капельных линий (не менее 16 mil и 30-40 см соответственно), максимальная вариация потока через эмиттеры по длине поливных блоков (не более 10%).

По результатам испытаний устройств для подземной укладки капельных линий определены основные показатели их качества работы и установлено, что они обеспечивают технологический процесс укладки капельных линий на заданной глубине с удовлетворительными показателями качества и технологичности, соответствующие требованиям, предъявляемым при применении технологии подземного капельного орошения.

Ключевые слова: капельное орошение, подземный полив, фильтростанция, толщина стенки капельной ленты, эмиттер, глубина закладки ленты, промывочный трубопровод