

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЗРОШЕННЯ І РОЗРОБЛЕННЯ ВИХІДНИХ ВИМОГ ДО ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

Малярчук В., канд. с.-г. наук,

<https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>, e-mail: zemlerob_mvm@ukr.net

Мігальов А.,

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

Сидоренко В.,

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

Федорчук Є.,

<https://orcid.org/0000-0002-5419-7887>, e-mail: jenya-life@i.ua

Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Анотація

Інформаційні, статистичні та експериментальні дані, отримані в результаті досліджень, дали змогу авторам обґрунтувати та сформулювати вихідні вимоги до машинних технологічних операцій зрошення.

Мета досліджень – провести аналіз практики застосування багатоопорних дощувальних машин, які використовуються в технологіях зрошеного землеробства, визначити якісні показники виконання технологічного процесу і конструкційні особливості для формування вимог до техніко-технологічних операцій зрошення.

Методи досліджень: емпіричний, вимірювання, теоретичний, математичний та статистичний, аналіз наявної нормативної бази

Результати досліджень. У процесі досліджень проаналізовано перспективи, проблеми та умови застосування багатоопорних дощувальних машин, розглянуто сучасний стан цього сегмента і тенденції удосконалення таких машин. Наведена класифікація та конструкційні особливості дощувальних машин, основні схеми та способи зрошення. Подано огляд конструкцій дощувальних машин та технологічні аспекти їх застосування, визначені якісні та експлуатаційно-технологічні показники роботи машин. Проаналізовано чинну в Україні нормативну базу стосовно вимог до широкозахватних дощувальних машин під час їх застосування в техніко-технологічних операціях зрошення. Аналізом виявлено, що досліджена нормативна база стосується здебільшого вимог до конструкції дощувальних машин та їхніх окремих складових частин, методів випробувань та вимог безпеки. Водночас ціла низка основоположних вимог у цьому сегменті відсутня, а саме: загальні вихідні вимоги до техніко-технологічних операцій зрошення стосовно якості виконання технологічного процесу, експлуатаційно-технологічні та екологічні вимоги, вимоги до надійності та ін. На основі проведених досліджень та випробувань, були отримані експериментальні та інформаційні дані, на базі яких проведено визначення та обґрунтування вихідних вимог до техніко-технологічних операцій зрошення під час використання широкозахватних багатоопорних дощувальних машин.

Висновки. Встановлено необхідність застосування дощувальних машин з урахуванням екологічних вимог та визначено основні правила їх використання для попередження ерозійних процесів ґрунтів. Сформовано та обґрунтовано вихідні вимоги до техніко-технологічних операцій зрошення під час використання широкозахватних багатоопорних дощувальних машин.

Ключові слова: дощувальна машина, дощувальна насадка, трубопровід, опорний візок, показники якості виконання технологічного процесу, коефіцієнт ефективного поливу, коефіцієнт Крістіансена.

Вступ. Зрошення є одним з визначальних факторів інтенсифікації землеробства в районах з недостатнім та нестійким природним зволоженням. Зараз у світі зрошується понад 270 млн. га, з них поливні землі забезпечують 40 % світового виробництва продовольства, займаючи лише 18 % площі сільгоспугідь [Вожегова Р. А., 2017].

На сьогодні площа зрошуваних земель в Україні складає 2,2 млн. гектарів, або 6,6 % усіх сільськогосподарських угідь. Ці землі є національним багатством держави, його гарантованим страховим фондом на випадок несприятливих погодних умов.

На цей час більшість загальнодержавних меліоративних фондів (магістральні та міжгосподарські канали, трубопроводи, насосні станції, гідротехнічні споруди тощо), перебувають у справному стані і можуть забезпечити подачу води на площу понад 2 млн. гектарів. Проте технічні можливості внутрішньогосподарських мереж дають змогу прийняти воду та забезпечити зрошення 943 тис. гектарів зрошуваних земель (43 % від наявних). Фактично ж поливається в останні роки у середньому близько 500 тис. гектарів. Однією з головних причин цього є відсутність необхідної кількості технічних засобів для зрошення у сільгоспвиробників, які використовують зрошувані землі.

Для технічного забезпечення зрошення на площі обслуговування зрошувальних систем необхідно біля 30 тис. дощувальних машин, у наявності є близько 7 тис.

Більшість зрошувальних мереж в Україні були побудовані для дощувальних машин «Фрегат», «Дніпро», «Кубань» та ДДА-100МА.

Технічний рівень цих машин відповідав вимогам свого часу, вони були достатньо продуктивними, надійними та забезпечували потреби технологій зрошуваного землеробства [Балюк, Ромащенко та ін., 2009].

До кожного типу машин провідними науковими установами були розроблені агротехнічні вимоги, які виступали вихідним матеріалом для розроблення технічних завдань на машини, які конструю-

валися, виготовлялися і випробовувалися для визначення можливості впровадження їх у виробництво.

Сьогодні парк дощувальної техніки в основному складається з дощувальних машин «Фрегат», та ДДА-100МА, які залишилися, сучасних дощувальних машин виробництва ПАТ «Завод «Фрегат», ТОВ «Варіант Агро Буд», (приблизно 450 машин) та машин закордонного виробництва (близько 1900 машин).

Постановка завдань. Розвиток сільськогосподарського виробництва України, пов'язаний, насамперед, з відновленням та подальшим сталим розвитком зрошуваного землеробства і, як однією з його основних складових, оснащенням виробництва новими енергоощадними, екологічно безпечними дощувальними машинами.

Технічний рівень дощувальних машин, які надходять на ринок України і їхні споживчі властивості на сьогодні досліджуються, аналізуються і систематизуються.

В Україні не існує єдиної нормативної бази, яка стосується вихідних вимог до машинних технологічних операцій зрошування, за виключенням агротехнічних вимог до окремих машин, які не виробляються.

На сьогоднішні для розроблення нових дощувальних машин та їх подальшого впровадження у виробництво (розроблення технічного завдання, конструкторської і технологічної документації, проведення приймальних випробувань, підготовка та освоєння виробництва) потрібно мати вихідні вимоги до машинних техніко-технологічних операцій зрошення.

Наявність таких вихідних вимог буде корисною вітчизняним виробникам для проектування та розроблення нових дощувальних машин.

Для виконання поставленого завдання необхідно дослідити умови застосування, сучасний стан, конструкційні особливості, схеми зрошення та способи пересування широкозахватних дощувальних машин, проаналізувати чинну в Україні

нормативну базу стосовно вимог до широкозахватних дощувальних машин під час їх застосування в техніко-технологічних операціях зрошення, визначити якісні та експлуатаційно-технологічні показники роботи машин.

Мета статті — на основі аналізу практики застосування багатоопорних дощувальних машин, аналізу нормативної бази на вимоги до цих машин, визначених і досліджених якісних показників роботи, сформулювати основні вимоги до техніко-технологічних операцій зрошення з урахуванням якості виконання технологічного процесу, експлуатаційних можливостей та екологічної безпеки.

Методи і матеріали. Емпіричний: спостереження (визначення мети та завдань дослідження, вибір об'єктів дослідження, способів спостереження, реєстрації та обробки отриманої інформації); вимірювання (проведення практичних досліджень та випробувань для визначення основних якісних та техніко-технологічних показників, які характеризують об'єкти дослідження), порівняння визначених характеристик об'єктів між собою та з результатами теоретичних досліджень із застосування об'єктів дослідження у машинних операціях зрошення. Теоретичний: аналіз наукових праць та видань наукових установ з питань сучасних проблем застосування багатоопорних дощувальних машин та технологічних схем їхньої роботи, впливу штучного дощу на ґрунт, аналіз результатів власних досліджень під час випробування, включаючи математичний та статистичний методи для обробки отриманих даних; аналіз наявної нормативної бази; визначення основних факторів, які характеризують технологічні операції зрошення та вихідних вимог, які випливають з цих факторів стосовно дощувальної техніки, яка застосовується у технологіях сучасного зрошувального землеробства.

Загальні вихідні вимоги до техніко-технологічних операцій зрошення відсутні і зокрема це стосується регламентації агротехнічних показників дощувальних машин (якості виконання технологічного

процесу, техніко-експлуатаційні вимоги, енергетичні вимоги, вимоги до надійності та ін.).

З показників якості дощу та виконання технологічного процесу зрошення за ДСТУ EN 12325-2:2006, що відповідає міжнародному стандарту EN 12325-2:1999, регламентується тільки мінімальний коефіцієнт рівномірності зрошення [ДСТУ EN 12325-2:2006, 2006; EN 12325-2:1999, 1999].

Нині в агрокліматичних умовах півдня України найбільшого поширення одержало два способи — дощування (зрошується до 80 % наявних площ) та краплинне зрошення (10 % площ зрошуваних земель). Ці способи дають можливість повністю автоматизувати всі процеси поливу [Балюк та ін., 2009].

Сучасні дощувальні машини, які використовуються у зрошувальному землеробстві України, виконують полив у русі. Структура дощу, яку створює дощувальна машина, характеризується інтенсивністю, розміром крапель, шаром опадів за один цикл та рівномірністю розподілення по площі поливу.

Меліоративні вимоги, які висуваються до якості штучного дощу, повинні забезпечити високі товарні показники с.-г культур, які отримують у зрошуваному землеробстві. І однією з головних вимог є необхідність створення дощу з інтенсивністю, яка не перевищує швидкість всмоктування води ґрунтом у певних умовах. За інтенсивності дощу, яка перевищує такий показник утворюється поверхневий стік води, що приводить до порушення структури ґрунту, погіршення його водно-фізичних властивостей та зумовлює ерозію поверхневого шару [Джонсон Г., 1983].

Зі збільшенням інтенсивності дощу зменшуються глибина промочування та ступінь зволоження ґрунту після поливу, а також число структурних водостійких ґрунтових агрегатів, розмір яких більший за 1 мм.

За даними багаторічних досліджень вчених, зокрема засновника вітчизняної меліоративної науки Костякова О. М. [Марков, 1981] встановлено, що структу-

ра ґрунту (його механічний склад) зберігається за інтенсивності дощу: для важких ґрунтів – 0,1-0,2 мм/хв.; середніх – 0,2-0,3 мм/хв.; легких – 0,3-0,8 мм/хв. [Фокин Б. П., Носов А. К., 2011]. Такі ж вимоги встановлені і Державними будівельними нормами України [ДБН В.2.4-1-99 Державні будівельні норми України, 1999].

На процес усмоктування води у ґрунт під час дощування істотно впливає якість дощу, а саме його інтенсивність та діаметр крапель. Крім того, слід враховувати і такі чинники як водно-фізичні властивості ґрунту та рельєфні умови місцевості.

Ще одним фактором, який характеризує якість штучного дощу, є рівномірність зрошення по ширині машини. Вона характеризується коефіцієнтом ефективного поливу K_{ef} (показник, який оцінює рівномірність зрошення, прийнятий в Україні) та рівномірності шару дощу по ефективній ширині машини (цей показник використовується як в Україні, так і в країнах з розвинутим зрошувальним землеробством).

Коефіцієнт ефективного поливу представляє собою відношення ефективно политої площі до всієї площі. Ефективною вважається площа, яка полита з інтенсивністю $\rho_{сер.еф} \pm 0,25 \rho_{сер.еф}$. Стосовно дощувальних машин, які ми розглядаємо і які працюють у русі, то K_{ef} визначається як відношення кількості випадків зі значенням шару опадів за прохід у кожній визначеній точці по ширині захвату машини $\pm 25\%$ від середнього значення шару опадів до загальної кількості точок, де визначався шар опадів [СОУ 74.3-37-152:2004].

Коефіцієнт рівномірності зрошення C_{uc} у математичному вигляді для фронтальних машин визначається за формулою Крістіансена – відношення суми абсолютних величин відхилення шару опадів у кожній визначеній точці по ширині захвату машини від середнього до суми шару опадів у цих точках.

$$C_{uc} = 100 \left(1 - \frac{\sum |d_i|}{\sum h_i} \right), \text{ ДСТУ EN 12325-2:2006} \quad (1)$$

Для кругових машин коефіцієнт рівномірності зрошення визначається за модифікованою формулою Хеєрмана.

$$C_{uH} = 100 \left(1 - \frac{\sum |V_i - \bar{V}_w| S_i}{\sum V_i S_i} \right), \text{ ДСТУ EN 12325-2:2006} \quad (2)$$

де V_i – об'єм води у визначеній точці (і-тому дощомірі);

S_i – відстань від центральної опори до і-того дощоміра;

$\bar{V}$ – середньозважений об'єм води, зібраний у визначених точках (дощомірах):

$$\bar{V} = \frac{\sum V_i S_i}{\sum S_i} \text{ ДСТУ EN 12325-2:2006} \quad (3)$$

Експлуатація сучасних широкозахватних дощувальних машин ефективно здійснюється на наявних зрошувальних мережах, які є в господарствах України. При цьому на наявних мережах (дощувальних машин «Дніпро», «Фрегат», «Кубань») не потрібні капітальні доробки.

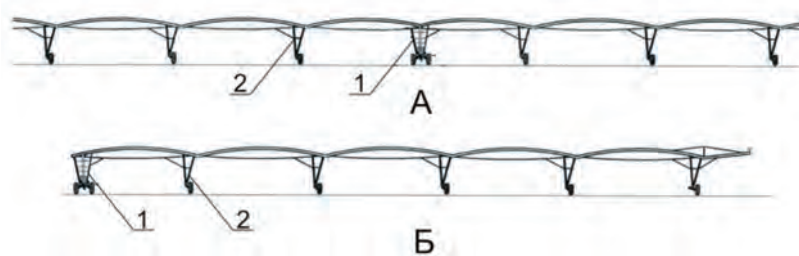
У конструкції сучасних дощувальних машин широко застосовується комбінована схема поливу – лінійний та круговий режими переміщення. Це дає змогу поливати поля з овальною конфігурацією, по колу або в секторі (іподромні дощувальні системи). За кругового режиму машина виконує полив завдяки руху опорних візків навколо силового візка. Для можливості кругового поливу на стояку центрального візка розташовані колекторне кільце та шарнірна муфта, якою здійснюється рух машини навколо стояка.

На машинах з комбінованою схемою поливу використовуються подвійні насадки – одні для лінійного режиму руху машини, інші – для кругового режиму.

Фронтальні дощувальні машини із захватом завширшки 600-800 м мають центральносиметричну конфігурацію і складаються з двох крил з обох боків центрального візка (рис. 1, схема А), із захватом завширшки до 500 м – одне крило (рис. 1 схема Б).

Центральносиметричні машини поливають одну площу, закріплену за ними, без переїздів на інші позиції.

Машини з одним крилом можуть ви-



1 – центральний (силовий) візок; 2 – опорний візок
А – центрально-симетрична конструкція дощувальної машини, Б – конструкція дощувальної машини з одним крилом

Рисунок 1 – Конструкційні схеми дощувальних машин

конувати полив з двох і більше позицій.

Основним робочим органом, який перетворює водяний потік в дощові краплі, є різного типу дощувальні насадки та апарати.

Залежно від ширини захвату (радіусу розбризкування) насадки та дощувальні апарати широкозахватних дощувальних машин класифікуються як короткоструменеві $R \leq 10$ м – насадки та середньо струменеві $R = 10-20$ м – апарати.

На дощувальних машинах закордонного виробництва, які використовуються у зрошувальному землеробстві України, застосовують дощувальні насадки провідних світових виробників – «Senninger», «Neson», «Comet». Останнім часом такі дощувальні машини як ДМУ «Фрегат», найбільш розповсюджені зараз, переобладнуються під ці насадки.

На водопровідному трубопроводі машини насадки можуть розташовуватися зверху або знизу.

Результати. Для визначення номенклатури показників, які характеризують дощувальні машини під час їхнього застосування у техніко-технологічних операціях зрошення, умов їх використання, конструкційних рішень та визначення критеріїв і вимог до цих показників, були проведені дослідження та випробування широкозахватних дощувальних машин американських фірм «Valley», «Reinke», «Zimatic» та «T-L» (11-ти машин з різними схемами поливу та типу водозабо-

ру), електрифікованих широкозахватних дощувальних машин вітчизняного виробництва марки «Фрегат» (3-х машин з різними схемами поливу).

У результаті проведених досліджень зібрано інформаційний масив даних відповідно до умов експлуатації дощувальних машин, якісних та техніко-експлуатаційних показників та показників, які регламентують надійність машин.

Показники інтенсивності дощу змінюються у межах від 0,47 мм/хв. до 1,38 мм/хв. Інтенсивність дощу, яку створює машина, прямо пропорційна витратам води і зворотно пропорційна площі зрошення з однієї позиції (тобто добутку ширини і довжини факела дощу). Для екологічно безпечного і економічного раціонального поливу необхідно, щоб інтенсивність дощу не перевищувала швидкості всмоктування ґрунту.

Беручи до уваги вимоги до інтенсивності дощу, які залежно від типу і виду ґрунтів, їхніх фізико-механічних характеристик коливаються у межах від 0,07 до 1,0 мм/хв, можна зробити висновок, що сучасні дощувальні машини не завжди відповідають цим вимогам. Результати досліджень наведені у таблицях 1-2. З цих таблиць видно, що діаметр крапель коливається у межах 0,60-1,5 мм. Слід зазначити, що і дуже дрібна крапля не є сприятливою для штучного дощу з точки зору впливу на неї вітру та високої температури повітря.

Численні публікації, результати досліджень та досвід багаторічних випробувань дощувальних машин дають підстави найбільш прийнятним значенням середнього діаметру крапель вважати його граничне значення до 1,5 мм.

Аналізуючи результати визначення інтенсивності дощу, можна зробити висновок, що середня інтенсивність дощу в розрізі сучасних дощувальних машин як закордонного, так і вітчизняного виробництва, залежно від витрат води та площі

Таблиця 1 – Показники якості виконання технологічного процесу дощувальними машинами кругового переміщення

Показник	Марка машини			
	«Zimmatic», США	Valley», США	ДМФ-К «Фрегат», Україна	«Т-Л», США
Привод руху	електричний (дизель-генератор)	електричний (через кабель)	електричний (через кабель)	гідростатичний
Кількість опорних візків, шт.	7	8	10	9
Робоча ширина захвату(радіус поливу), м	434	466	622	530
Витрати води, л/с	77,3	95,1	90,0	100,0
Тиск на вході в машину, МПа	0,30	0,37	0,44	0,30
Площа зрошення з однієї позиції, га	59,14	68,2	121,5	88,2
Номинальні потужність двигуна, кВт /потужність генератора, кВт	16,4 / 10	-	-	5,9 / -
Коефіцієнт ефективного поливу / швидкість вітру, м/с	0,90 / 1,5-3,0	0,85 /1,2-2,0	0,84 /0,2-0,5	0,90 / 1,1-2,5
Середня інтенсивність дощу, мм/хв.	0,89	0,94	0,62	0,94
Середній діаметр крапель, мм	0,69	0,92	0,60	0,92
Коефіцієнт земельного використання (у межах зрошуваного кола)	0,989	0,989	0,992	0,989
Витрати палива, л/год.	1,69	-	-	2,05
Марка дощувальної насадки / регулятор тиску	Senninger i-Wob / 15 psi	Nelson R 3000 / 15 psi	Senninger i-Wob / 15 psi	«Nelson R 3000» /15 psi

факела дощу здебільшого складають значення у межах 0,4-1,3 мм/хв. Машини з підвищеними витратами води мають середню інтенсивність до 1,5 мм/хв.

Рівномірність зрошування регламентується ДСТУ EN 12325-2 і за умов безвітряної погоди має становити 85 %. За умовами ДСТУ ISO 11545 рівномірність зрошування рекомендується визначати за швидкості вітру до 1,0 м/с. Допускається визначати показник рівномірності за швидкості вітру, яка не перевищує 3,0 м/с.

В Україні крім коефіцієнта рівномірності зрошування для характеристики рівномірності ще застосовується коефіцієнт ефективного поливу, який був прийнятий для оцінювання дощувальних машин, які у свій час виготовлялися вітчизняною промисловістю, на рівні 0,70. Він визначався за швидкості вітру до 1,5 м/с.

Отриманий на випробуваннях коефіцієнт ефективного поливу склав від 0,813 за швидкості вітру 4.0-5.0 м/с до 0,92 за

швидкості вітру 2,3-2,8 м/с.

Коефіцієнт рівномірності зрошування (коефіцієнт Крістіансена)склав 82,4-89,6 % за швидкості вітру відповідно 4,0-5,0 м/с та 2,3-2,8 м/с.

Отже, можна зробити висновок, що сучасні дощувальні машини, обладнані короткоструменевими насадками з регуляторами тиску та наближені до поверхні ґрунту, мають хорошу рівномірність, яка відповідає вимогам ДСТУ EN 12325-2 навіть за відносно високої швидкості вітру.

Обговорення. Переваги зрошуваного землеробства в умовах дефіциту природного зволоження не викликають сумніву. Зрошення дає можливість істотно підвищити продуктивність с.-г. виробництва і зменшити залежність від несприятливих погодних умов. Про необхідність зрошення та його подальшого розвитку свідчать матеріали багаторічних наукових досліджень [Сніговий та ін., 2010].

Одним із шляхів розвитку і відновлення зрошувального землеробства є

Таблиця 2 – Показники якості виконання технологічного процесу дощувальними машинами фронтальної дії із забором води від гідрантів

Показник	Марка машини				
	«Valley», США	«Zimmatic», США	«Reinke», США	ДМФ-Е «Фрегат», Україна	«Т-Л», США
Привод руху	електричний (дизель-генератор)	електричний (дизель-генератор)	електричний (дизель-генератор)	електричний (дизель-генератор)	гідроестатичний
Кількість проміжних опорних візків, шт.	8	6	9	7	8
Робоча ширина захвату, м	30	54	30	54	56
Витрати води, л/с	7,0	1,4	4,0	5,0	0,0
Тиск на вході в машину, МПа	0,24	0,30	0,22	0,35	0,41
Номінальна потужність двигуна, кВт / потужність генератора, кВт	0,1 / 16	6,4 / 10	9,0 / 20	7,0 / 12,0	5,9 / -
Коефіцієнт ефективного поливу / швидкість вітру, м/с	0,813 / 4,0-5,0	0,843 / 1,1-2,5	0,838 / 3,7-3,9	0,846 / 0,7-1,1	0,901 / 3,0-4,0
Коефіцієнт рівномірності зрошення (Крістіансена), %	82,4	86,4	85,6	86,3	83,7
Середня інтенсивність дощу, мм/хв.	0,58	0,98	0,68	0,71	0,47
Середній діаметр крапель, мм	0,92	0,65	0,92	0,65	0,96
Коефіцієнт земельного використання	0,99	0,98	0,987	0,98	0,991
Витрати палива, л/год.	1,45	1,37	2,55	1,9	2,8
Марка дощувальної насадки / регулятор тиску	Senninger i-Wob / 10 psi	Senninger i-Wob / 10 psi	Senninger i-Wob / 15 psi	Senninger i-Wob / 15 psi	Senninger i-Wob / 15 psi
Наявність кінцевого апарата	Nelson 100 бустерний насос 1,5 кВт.	-	Nelson 100 бустерний насос 1,5 кВт.	-	Nelson 100 бустерний насос 1,5 кВт.
Відстань між гідрантами, м	200	200	200	100	110
Довжина поліетиленового (гнучкого) шланга, м	118	118	118	70	110
Діаметр поліетиленового (гнучкого) шланга, мм	150	150	150	150	150

*) - конструкція дощувальної машини має одне крило

пристосування наявних внутрішньогосподарських зрошувальних мереж під сучасні широкозахватні дощувальні машини. Серед кількості типів зрошувальних мереж та дощувальної техніки в минулі часи найбільшого поширення набули

внутрішньогосподарські мережі з агрегатами ДДА-100М. До їхніх недоліків слід віднести великі питомі витрати палива, неефективне використання води, ерозійна небезпека територій зрошення. Тому на цих мережах здійснюється перехід з

відкритих зрошувальних мереж до використання сучасних багатоопорних машин, які експлуатуються на закритих зрошувальних мережах [Митрофанов О., Сидоренко, 2019].

Ще одним із шляхів розвитку зрошувального землеробства є оптимізація системи зрошення в сівозміні завдяки застосуванню багатопозиційної роботи широкозахватних дощувальних машин.

Структура посівів має сприяти повному і рівномірному використанню поливної води протягом вегетаційного періоду [Сидоренко та ін., 2018].

Окрім загальних питань експлуатації сучасних широкозахватних дощувальних машин, енергоефективності їх використання, велика увага приділялася екологічній безпеці під час використання цих машин, оптимізації енергетичних параметрів штучного дощу з точки зору його дії на структуру ґрунту (Йенсен М., 1983).

У процесі роботи проводилася співпраця з конструкторами і провідними спеціалістами заводів-виробників машин для зрошування – ПАТ «Завод «Фрегат», та ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод».

Результати роботи з розроблення вихідних вимог [Мігальов та ін., 2014;] були використані виробниками дощувальної техніки для розроблення технічних умов ТУ У 29.3-14 312 387-032:2012 та конструкторської і технічної документації на розроблення широкозахватних електрифікованих дощувальних машин марки «Фрегат» ДМФ (ПАТ «Завод «Фрегат»), технічного завдання та іншої конструкторської документації на дощувальну машину із забором води з тимчасових зрошувачів МДФП-70/130 (ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод»).

Також виробниками були використані інформаційно-оглядові та статистичні матеріали стосовно конструкції та експлуатаційних характеристик сучасних дощувальних машин закордонного виробництва, які використовують у зрошувальному землеробстві України.

Висновки. У процесі досліджень ма-

шинних технологічних операцій зрошення з використанням сучасних багатоопорних широкозахватних дощувальних машин було визначено технічний рівень, експлуатаційні, якісні та технологічні показники цих машин.

Наведена класифікація та конструктивні ознаки дощувальних машин, основні схеми зрошення, подано огляд конструкцій дощувальних машин та технологічні особливості їх застосування.

На основі проведених досліджень та випробувань були отримані експериментальні та інформаційні дані, на базі яких проведено визначення та обґрунтування вихідних вимог до техніко-технологічних операцій зрошення під час використання широкозахватних багатоопорних дощувальних машин.

Перелік літератури

Балюк С. А., Ромащенко М. І., Сташук В. А. (2009). Наукові основи охорони та раціонального використання зрошувальних земель. К.; Аграрна наука. 624.

Вожегова Р. А. (2017). Наукові основи формування систем землеробства на зрошуваних землях з врахуванням локальних та регіональних умов Південного Степу України. Зрошувальне землеробство. Вип. 67. 5-10.

ДБН В.2.4-1-99 Державні будівельні норми України. Меліоративні системи та споруди. 1999

ДСТУ EN 12325-2:2006 Зрошувальна техніка (2006). Машини дощувальні кругової та фронтальної дії. Частина 2. Мінімальні вимоги до експлуатаційних і технічних характеристик (EN 12325-2:1999, IDT)

Сніговий В. С., Малярчук М. П., Авраменко В. С. (2010). Система ведення сільського господарства Херсонської області: наукове супроводження "Стратегії економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2011 року. Наукове видання. Землеробство. Ч.1. Херсон, "Айлант". 164.

Мігальов А. О., Сидоренко В. В.,

Малярчук В. М. та ін. (2014) НДР Розробка вихідних вимог на техніко-технологічні операції зрошування. Обліковий 0214U006974.

Марков Е. С., та ін. (1981). Сельскохозяйственные гидротехнические мероприятия. Москва. «Колос».

Йенсен М. (1983). Проектування і експлуатація сільськогосподарських зрошувальних систем. Монографія ASAE.

Джонсон Г. Аналіз систем кругового зрошення, які працюють в умовах зволоження. ASAE, 1987.

Митрофанов О., Сидоренко В. (2019). Порівняльне дослідження сучасних зрошувальних комплексів на заміну зрошувальних систем з подачею води у відкритих земляних каналах. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. DOI 10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-34. 24(38). Дослідницьке.

Сидоренко В., Митрофанов О., Малярчук В. (2018)/ Науковий проект «Агро-Олімп. Зрошення». Реалізація оптимізованої та ресурсоощадної системи зрошення для 4-пільної зерно-просапної сівозміни площею 720 га. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. DOI 10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-193-200. 22(36). Дослідницьке. 187-194.

Протоколи випробувань Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого № 1291-0608-03-2010; 1292-0607-03-2010; 1301-0610-03-10; 1302-0609-03-2010; 1454-0602-03-2011; 1455-0604-03-2011; 1471-0606-03-2011; 1529-0601-03-2012; 1540-0602-03-2012; 1541-0606-03-2012; 1548-0605-03-2012; 1549-0607-03-2012 ; 1560-0604-03-2012; 1567-0603-03-2012; 1665-0607-03-2013.

Фокин Б. П., Носов А. К. (2011). Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин. Научное издание. Пятигорск

Referencies

Balyuk S. A, Romashchenko M. I, Stashuk V. A (2009). Scientific bases of protection and rational use of irrigated lands. K.; Agricultural science. 624.

DBN B.2.4-1-99 State building codes of Ukraine. Reclamation systems and structures. 1999

EN 12325-2:1999 Irrigation techniques. (1999) Centre pivot and moving lateral systems. Minimum performances and technical characteristics.

Fokin B. P, Nosov A.K (2011). Modern problems of application of multi-support sprinklers. Scientific publication. Pyatigorsk

Maliarchuk M. P., Snehovoi V. S, Avramenko V. S (2010). The system of agriculture in the Kherson region: scientific support «Strategies for economic and social development of the Kherson region until 2011. Scientific publication. Agriculture. Part 1. Kherson, Ailant. 164.

Markov E. S., and others. - Agricultural hydraulic engineering reclamation. Moscow. «Ear». 1981 year

Migalyov A. O., Sidorenko V. V., Maliarchuk V. M etc. (2014) GDR Development of initial requirements for technical and technological irrigation operations. Registration 0214U006974.

Mitrofanov O., Sidorenko V. (2019) Comparative research of modern irrigation complexes for replacement of irrigation systems with water supply in open earth channels. Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine: collection of scientific papers L. Pogorilyy UkrNDIPVT. DOI 10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-34. Doslidnytske, № 24 (38). Doslidnytske.

Sidorenko V., Mitrofanov O., Malyarchuk V. (2018) Scientific project «AgroOlymp. Irrigation». Implementation of an optimized and resource-saving irrigation system for a 4-field grain-row crop rotation with an area of 720 ha. Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine:

collection of scientific papers L. Pogorilyy UkrNDIPVT. DOI 10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-193-200. № 22 (36). Doslidnytske.

Jensen M. (1983). Design and operation of farm irrigation systems. ASAE Monograph.

Jonson G. (1987). Analysis of center pivot irrigation systems operating in a humid – area environment. ASAE.

Test reports of the South-Ukrainian branch of UkrRIPTT of L. Pogoriloho № 1291-0608-03-2010; 1292-0607-03-2010;

1301-0610-03-10;
1454-0602-03-2011;
1471-0606-03-2011;
1540-0602-03-2012;
1548-0605-03-2012;
1560-0604-03-2012;
1665-0607-03-2013.

1302-0609-03-2010;
1455-0604-03-2011;
1529-0601-03-2012;
1541-0606-03-2012;
1549-0607-03-2012;
1567-0603-03-2012;

Vozhehova R. A. (2017). Scientific bases of forming of the systems of agriculture are on the irrigated earths taking into account the local and regional terms of South Steppe of Ukraine. Irrigated agriculture. Vip. 67. 5-10.

UDC 631.674.5

RESEARCH OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL OPERATIONS OF IRRIGATION AND DEVELOPMENT OF INITIAL REQUIREMENTS TO THE TECHNICAL MEANS OF THEIR REALIZATION

Maliarchuk V., Phd Agr. Scs,

<https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>, e-mail: zemlerob_mvm@ukr.net

Migalev A.,

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

Sidotrunko V.,

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

Fedorchuk E.,

<https://orcid.org/0000-0002-5419-7887>, e-mail: jenya-life@i.ua,

South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

Authors as a result of researches got informative, statistical and experimental data which allowed to ground and form initial requirements on the machine technological operations of irrigation.

Purpose of researches – to conduct the analysis of practice of application of multi-supporting sprinkling-machines which are used in technologies of the irrigated agriculture, define the high-quality indexes of implementation of technological process and construction features for forming of requirements on the technical and technological operations of irrigation.

Methods of researches: empiric, measuring, theoretical, mathematical and statistical, analysis of existent normative base.

Results of researches. In the process of researches prospects, problems and terms of application of multi-supporting sprinkling-machines, are analyzed, the modern state and tendencies of improvement of these machines are considered. The brought classification over and structural signs of sprinkling-machines, basic charts and methods of irrigation, the review of constructions of sprinkling machines and technological features of their application, certain high-quality and operating-technological indexes of work of machines, are given. An operating in Ukraine normative base is analyzed in relation to requirements to the broad-cut sprinkling-machines at their application in the technique and technology operations of irrigation. It is educed as a result of analysis, that an investigational normative base

touches mainly requirements to the construction of sprinkling machines and their separate component parts, methods of tests and requirements of safety. General initial requirements on technical and technological operations of irrigation, which touch quality of implementation of technological process, operating-technological and ecological requirements, requirements to reliability of and other absent. On the basis of the conducted researches and tests, experimental and informative data, which were taken as base, certain and initial requirements are reasonable on the technique and technology operations of irrigation at the use of broad-cut multisupporting sprinkling-machines, were got.

Conclusions: *the necessity of application of sprinkling-machines is set taking into account ecological requirements and the basic rules of their use are certain with the purpose of warning of erosive processes of soils .initial requirements are Certain and reasonable on the technical and technological operations of irrigation at the use of broad-cut multi-supporting sprinkling machines.*

Keywords: *sprinkling machine, overhead irrigation attachment, pipeline, supporting light cart, indexes of quality of implementation of technological process, coefficient of the effective watering, Kristiansen`s coefficient.*

УДК 631.674.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ОРОШЕНИЯ И РАЗРАБОТКА ИСХОДНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Малярчук В., канд. с.-х. наук,

<https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>, e-mail: zemlerob mvm@ukr.net

Мигальов А.,

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

Сидоренко В.,

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

Федорчук Є.,

<https://orcid.org/0000-0002-5419-7887>, e-mail: jenya-life@i.ua,

Южно-украинский филиал УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

Аннотация

Авторы в результате исследований получили информационные, статистические и экспериментальные данные, которые позволили обосновать и сформировать исходные требования к машинным технологическим операциям орошения.

Цель исследований – провести анализ практики применения многоопорных дождевальных машин, которые используются в технологиях орошаемого земледелия, определить качественные показатели выполнения технологического процесса и конструкционные особенности для формирования требований на технико-технологические операции орошения

Методы исследований: эмпирический, измерение, теоретический, математический и статистический, анализ существующей нормативной базы.

Результаты исследований. В процессе исследований проанализированы перспективы, проблемы и условия применения многоопорных дождевальных машин, рассмотрено современное состояние и тенденции усовершенствования этих машин. Приведенная классификация и конструктивные признаки дождевальных машин, основные схемы и способы орошения, подан обзор конструкций дождевальных машин и технологические особенности их применения, определенные качественные и эксплуатационно-технологические показатели работы машин. Проанализи-

рована действующая в Украине нормативная база относительно требований к широкозахватным дождевальным машинам при их приложении в технико-технологических операциях орошения. В результате анализа выявлено, что исследованная нормативная база касается главным образом требований к конструкции дождевальных машин и их отдельных составных частей, методов испытаний и требований безопасности. Общие исходные требования на технико-технологические операции орошения, которые касаются качества выполнения технологического процесса, эксплуатационно-технологических и экологических требований, требований к надежности и др. отсутствуют. На основе проведенных исследований и испытаний, были получены экспериментальные и информационные данные, которые были взяты как базовые, определенные и обоснованы исходные требования на технико-технологические операции орошения при использовании широкозахватных многоопорных дождевальных машин.

Выводы: установлена необходимость применения дождевальных машин с учетом экологических требований и определены основные правила их использования с целью предупреждения эрозийных процессов почв. Определены и обоснованы исходные требования к технико-технологическим операциям орошения при использовании широкозахватных многоопорных дождевальных машин.

Ключевые слова: дождевальная машина, дождевальная насадка, трубопровод, опорная тележка, показатели качества выполнения технологического процесса, коэффициент эффективного полива, коэффициент Кристиансена.