

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ  
ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ  
ШИРОКОЗАХВАТНИХ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН**

**Гринь Ю.І., д.т.н., проф., Музика О.П., к.т.н.**  
*Інститут водних проблем і меліорації НААН*

*Проведено аналіз конструктивно-технологічних вимог та особливостей використання різних типів широкозахватних дощувальних машин. Визначено агроекологічні, техніко-експлуатаційні, техніко-економічні показники, що регламентують надійність і довговічність дощувальних машин із забором води із трубопроводів зрошувальної мережі. Визначено перспективний ряд дощувальних машин для виробництва в Україні.*

**Ключові слова:** *широкозахватна дощувальна машина, витрата води, надійність, довговічність, продуктивність, питома витрата енергії, питома вартість енергоджерел.*

**Проблема.** Існуючі зрошувальні системи в Україні, площа яких на сьогодні становить 2,17 млн. га, спрацьовані та не відповідають сучасним вимогам щодо технологічної і експлуатаційної надійності та екологічної безпеки. На існуючих зрошувальних системах використовуються переважно морально застарілі типи широкозахватних дощувальних машин, які перевищили свій плановий ресурс роботи у 2,0-2,5 рази. Наразі в робочому стані знаходяться всього 5,5 тис. дощувальних машин, які можуть забезпечити полив на площі близько 600 -700 тис. га. Вказані недоліки призводять до підвищення собівартості сільськогосподарської продукції, зниження гарантованої урожайності на зрошенні, і як наслідок, до низької рентабельності зрошення.

Поповнення парку дощувальних машин здійснюється, в основному, за рахунок закупівлі великими господарствами різних типів широкозахватних дощувальних машин та шланго-барабанних дощувальних установок закордонного виробництва. Ця техніка має різноманітну номенклатуру за шириною захвату, витратами води, комплектації різними типами дощувальних апаратів і насадок кругової та секторної дії, технологічною схемою поливу, типом водозбору та приведення в рух. Їх конструкційні особливості та експлуатаційно-технологічні характеристики доцільно застосовувати на існуючій у господарствах зрошувальній мережі, що дозволяє користувачам цієї техніки зменшити витрати на будівництво нових зрошувальних мереж. Дощувальні машини цих фірм мають незначні

конструктивні відмінності і працюють при невеликому робочому тиску. Вони мають можливість зрошувати поля складної конфігурації, так звані кутові системи та системи іподромного типу [1,2].

Отже, обґрунтування параметрів перспективних типів і модифікацій дощувальних машин та узгодження їх з параметрами існуючих зрошувальних мереж і насосних станцій є актуальним і необхідним для підвищення технічного рівня, ефективності та надійності виконання технологічного процесу зрошення сільськогосподарських культур в різних природно-господарських умовах.

**Мета дослідження** – визначити конструктивно-технологічні вимоги та особливості використання широкозахватних дощувальних машин для вітчизняного виробництва.

**Методи досліджень** – порівняльний аналіз техніко-експлуатаційних параметрів вітчизняних і зарубіжних дощувальних машин одержаних у виробничих умовах на існуючих зрошувальних системах.

**Результати досліджень.** Вибір типу дощувальної машини необхідно здійснювати зважаючи на її технічну характеристику, надійність та довговічність в експлуатації, вартість та продуктивність.

Аналіз використання сучасних вітчизняних і зарубіжних засобів зрошення на існуючих зрошувальних системах показує, що найбільш перспективні для використання широкозахватні дощувальні машини кругової і фронтально-кругової дії подача води до яких здійснюється від електрифікованої підкачувальної насосної станції по трубопроводам зрошувальної мережі.

Стратегія розробки цієї перспективної дощувальної техніки ґрунтувалася на таких основних вимогах та особливостях:

- застосування багатofакторної оптимізації режимів зрошення за заданою нормою прибутку і з урахуванням техніко-експлуатаційних та агроекологічних показників дощувальних машин, які гарантують зниження питомих витрат енергії і збереження родючості ґрунту;

- зменшення строку окупності капіталовкладень завдяки багатофункціональному використанню розподільної мережі й різних типів дощувальної техніки (внесення добрив, хіммеліорантів), оптимізації параметрів модулів зрошення на основі мінімізації енергетичних і матеріальних ресурсів;

- підвищення рівня використання земельних ресурсів завдяки впровадженню самохідних фронтальних дощувальних машин із забором води із трубопроводів зрошувальної мережі;

- застосування системного підходу під час проектування, експлуатації зрошувальних систем і розробки перспективних принципів схем і

конструкцій нових засобів зрошення, уніфікація збірних одиниць техніки, які утворюють типові поливні модулі;

Для забезпечення екологічної і технічної надійності, підвищення енергоефективності вибір застосування різних типів дощувальних машин вітчизняного і зарубіжного виробництва доцільно проводити за агроекологічними, техніко-експлуатаційними і техніко-економічними показниками.

При агроекологічній оцінці враховуються показники, які найбільше впливають на екологічну безпеку і збереження родючості ґрунту. Такими показниками є середня рівномірність і інтенсивність дощу, діаметр крапель дощу, питома потужність дощу, гідромодуль, мінімальна поливна норма. Значення агроекологічних показників одержані в процесі досліджень, які проведені в польових умовах на зрошувальних системах Півдня України при роботі вітчизняних і зарубіжних машин (табл. 1).

Таблиця 1 Агроекологічна оцінка вітчизняних і зарубіжних широкозахватних дощувальних машин

Показник	Кругової дії	Фронтальної дії	Фронтально-кругової дії
Витрата води, л/с	36 – 150	75 – 110	75
Гідромодуль, л/с/га	1,0 – 0,57	1,8 – 0,76	1,8 – 0,52
Сезонна площа зрошення, га	36 – 262	40 – 144	40 – 144
Мінімальна норма поливу, м <sup>3</sup> /га	115 – 133	142 – 48	142 – 48
Площа поливу за 1 год. при мінімальній нормі поливу, га	2,2 – 5,3	1,9 – 5,58	1,9 – 5,67
Рівномірність поливу за Крістіансенном	75 – 88	65 – 89	81 – 86
Середній діаметр крапель дощу, мм	0,69 – 1,4	0,65 – 1,2	0,65 – 1,2
Середня інтенсивність дощу по довжині трубопроводу, мм/хв.	0,59 – 0,65	1,33 – 0,45	1,33 – 0,55
Максимальна інтенсивність дощу по довжині трубопроводу, мм/хв.	1,6	1,33	1,33
Питома потужність дощу, Вт/м <sup>2</sup>	0,05 – 0,21	0,08 – 0,18	0,035 – 0,18

**Примітка.** Випробування проводили при швидкості вітру не більше ніж 1,5 м/с

Як бачимо з таблиці 1, найкращу рівномірність дощу мають дощувальні машини кругової дії (75 - 88) та фронтально-кругової дії (81 - 86). Необхідно відзначити, що рівномірність штучного дощу на сучасних дощувальних машинах забезпечується використанням короткострумних розбризкувачів з регуляторами тиску, які забезпечують розсіювання крапель дощу з високою рівномірністю та якістю. Водночас, для їх надійної роботи необхідно використання фільтрів для запобігання засмічення і

погіршення витратних характеристик.

Ґрунтовий покрив зрошуваних земель України надзвичайно різноманітний та представлений майже всіма типами ґрунтів, але переважають чорноземні та темно-каштанові ґрунти, для яких значення допустимої питомої потужності дощу становить до  $0,2 \text{ Вт/м}^2$  при поливній нормі  $600 \text{ м}^3/\text{га}$  [2,3]. Тому, екологічна надійність зрошення буде обумовлена необхідністю враховувати питому потужність крапель дощу, значення яких для різних типів дощувальних машин знаходиться у межах від  $0,035$  до  $0,76 \text{ Вт/м}^2$ . Проведена агроекологічна оцінка показує, що найменшу питому потужність дощу, який діє на відкриту поверхню ґрунту і може призводити до його ущільнення, мають дощувальні машини фронтально-кругової дії ( $0,035 - 0,18 \text{ Вт/м}^2$ ) та кругової дії ( $0,05 - 0,21 \text{ Вт/м}^2$ ).

Інтенсивність, крупність крапель і питома потужність дощу є найбільш об'єктивними показниками екологічної безпеки дощування. Вони достатньо повно розкривають взаємодію поливної води (у вигляді крапель) з ґрунтом та дають змогу визначити ерозійно-безпечну структуру штучного дощу для різних типів ґрунту. Отже, надійність здійснення технологічного процесу поливу дощуванням при якому не буде виникати іригаційної ерозії ґрунту, і, відповідно, зниження урожайності зрошуваних культур вимагає узгоджувати агроекологічні показники дощувальних машин з типом ґрунту у конкретних природно-господарських умовах.

Величина гідромодуля дає уявлення про загальне навантаження та надійність системи зрошення на одиницю площі і можливе водозабезпечення насосною станцією. Враховуючи, що існуючі зрошувальні системи мають гідромодуль не більше  $0,4 \text{ л/с/га}$ , тому при використанні високопродуктивних дощувальних машин необхідно враховувати напірно-витратні характеристики підкачувальних насосних станцій.

Основні техніко-експлуатаційні показники різних типів дощувальних машин наведено в табл.2.

Як бачимо із таблиці 2, діапазон продуктивності дощувальних машин кругової дії знаходиться в межах  $0,19 - 0,79 \text{ га/год.}$ , що більше в порівнянні з дощувальними машинами фронтальної дії ( $0,39 - 0,58 \text{ га/год.}$ ). Крім цього, машини кругової дії, які працюють в автоматичному режимі, мають більш високу технологічну і технічну надійність.

Аналіз надійності і безпеки роботи різних типів широкозахватних дощувальних машин показує, що дощувальні машини з гідроприводними системами мають деяку перевагу порівняно з електроприводними, тому що потребують менших витрат на технічне обслуговування, забезпечують надійну роботу на всіх типах ґрунтів внаслідок безперервного руху візків та мають високу безпеку обслуговуючого персоналу від ураження трифазним струмом напругою  $380/220 \text{ V}$ , за відсутності його застосування.

Таблиця 2. Техніко-експлуатаційні показники дощувальних машин

Показник	Кругової дії	Фронтальної дії	Фронтально-кругової дії
Витрата води, л/с	36 – 150	75 – 110	75
Тиск води на вході в машину, м	19 – 65	0,20 – 0,40	0,22 – 0,44
Ширина смуги дощу, м	211 – 912	211 – 640	211 – 645
Сезонна площа зрошення, га	36 – 262	40 – 144	40 – 144
Продуктивність га за годину основного часу (поливна норма $m=600 \text{ м}^3/\text{га}$ )	0,19 – 0,79	0,39 – 0,58	0,39 – 0,43
Питомі витрати пального, л/га (поливна норма $m=600 \text{ м}^3/\text{га}$ )	5,8 – 3,1	2,8 – 5,5	4,1 – 7,9
Коефіцієнт готовності	0,96 – 1,0	0,94 – 1,0	0,99
Коефіцієнт використання змінного часу	0,97	0,75 – 0,95	0,93
Коефіцієнт надійності технологічного процесу	0,99	0,98 – 0,99	0,98
Коефіцієнт технічного використання	0,92	0,83 – 0,94	0,96
Номінальна потужність дизельного двигуна, кВт	5 – 25,6	7,5 – 22	7,5 – 18
Потужність генератора, кВА	4,5 – 25,5	7,5 – 22,5	7,5 – 18
Тип приводу візків для переміщення	Дизель-генератор, електродвигуни візків, дизель-насос, гідромотори	Дизель-генератор, електродвигуни візків, дизель-насос, гідромотори	Дизель-генератор, електродвигуни візків, дизель-насос, гідромотори

Для визначення оптимальних параметрів різних модифікацій дощувальних машин недостатньо враховувати тільки втрати тиску, які визначають витрати енергії на зрошення. Необхідно також враховувати питомі витрати енергії на одиницю поданої води і площу зрошення.

Оцінка техніко-економічних показників перспективних дощувальних машин вітчизняного і зарубіжного виробництва передбачала визначення питомих витрат енергії, питомої вартості енергоджерел, що наразі є важливим фактором ефективності зрошення і рентабельності (табл. 3).

Аналіз результатів досліджень дощувальних машин у виробничих умовах показує, що найменші питомі витрати електроенергії та дизельного палива мають дощувальні машини кругової дії 36 - 74 кВт·год./га та 5,8 - 3,1 л/га відповідно. Питома вартість енергоджерел таких машин також найменша і не перевищує 105 грн/га.

Таблиця 3. Техніко-економічні показники дощувальних машин

Показник	Кругової дії	Фронтальної дії	Фронтально-кругової дії
Витрата води, л/с	36 – 150	75 – 110	75
Продуктивність, га/год. основного часу при $m = 600 \text{ м}^3/\text{га}$	0,39 – 0,43	0,43	0,43
Довжина машини, м	203 – 878	203 – 612	203 – 622
Сезонна площа зрошення, га	36 – 262	40 – 144	40 – 144
Питома маса, кг/га	250 – 181	225 – 208	265 – 206
Питомі витрати енергії при $m = 300 \text{ м}^3/\text{га}$ : електроенергії, кВт год./га диз. палива, л/год. диз. палива, л/га	-	-	-
	36 – 74	46 – 60	46 – 60
	1,1 – 2,4	1,1 – 3,2	1,6 – 3,4
	5,8 – 3,1	2,8 – 5,5	4,1 – 7,9
Питома вартість машини, грн./га	3740 – 11400	2083 – 9375	7500
Питома вартість енергоджерел*, грн./га	94 – 105	74 – 115	87 – 139
<b>Примітка*</b> . Вартість:	дизельного палива 1 л – 10 грн.; електроенергії 1 кВт. год. – 1,0 грн.		

В результаті проведення розрахунків і оптимізації конструктивних і енергетичних параметрів різних модифікацій дощувальних машин нами визначено їх перспективний ряд (табл. 4).

Аналіз проведених розрахунків показує, що рівнозначна величина питомих витрат електроенергії на подачу  $1000 \text{ м}^3$  поливної води дощувальними машинами фронтальної та кругової дії при використанні кінцевого дощувального апарата становить 175 кВт год/ $1000 \text{ м}^3$  при довжині машини 380-400 м, без дощувального апарата – 100 кВт год/ $1000 \text{ м}^3$  при довжині машини 350 м. Тобто, сучасні вітчизняні багатоопорні дощувальні машини кругової дії мають менші питомі витрати електроенергії порівняно з машинами фронтальної дії при довжині машини до 350-400 м. При довжині машини більше 400 м дощувальні машини кругової дії мають більші питомі витрати електроенергії незалежно від наявності кінцевого дощувального апарата.

Таблиця 4. Перспективний ряд дощувальних машин

Показники	Дощувальні машини із забором води з каналу	Дощувальні машини із забором води із закритої зрошувальної мережі		Дощувальні установки барабанного типу з консоллю
		фронтальної дії	кругової дії	
Витрата, л/с	70 – 200	75 – 110	36 – 90	10 – 30
Ширина смуги дощу, м	120 – 800	211 – 622	211 – 516	12 – 72
Сезонна площа зрошення, га	80 – 200	50 – 100	30 – 84	10 – 30
Максимальні витрати енергії: - електричної енергії кВт год/1000 м <sup>3</sup> - дизельного палива, л/1000 м <sup>3</sup>	20 – 30* 36 – 44*	200** – 130 4,1* – 8,1	200** – 120 8,4* – 7,4	270 – 500* 6
Рівномірність та якість дощу: - мінімальна норма поливу, м <sup>3</sup> /га	100	60	60	50
- рівномірність ефективного поливу за Крістіансенем, K <sub>еф</sub>	87 – 88	87 – 89	86 – 88	86
- середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,5 – 1,7	1,1	0,6 – 0,7	2,5
- середній діаметр крапель дощу, мм	0,8 – 1,3	0,8 – 1,1	0,8 – 1,1	0,9 – 1,2
- питома потужність дощу, Вт/м <sup>2</sup>	0,15 – 0,28	0,04 – 0,06	0,04 – 0,08	0,06 – 0,1
Питома вартість *, тис. грн./га	12 – 28*	8 – 22*	8 – 26*	30

**Примітка:** \* - дощувальні машини меншої довжини

\*\* - дощувальні машини з кінцевим дощувальним апаратом

### Висновки.

1. Розвиток вітчизняних широкозахватних дощувальних машин має здійснюватися шляхом вузлової збірки металоконструкцій власного виробництва і комплектації зарубіжних силових приводів і систем управління машини, які забезпечують високу надійність виконання технологічного процесу зрошення.

2. Визначено перспективний ряд для вітчизняного виробництва до-

щувальних машин фронтальної і кругової дії з витратою води до 200 л/с і шириною смуги дощу до 800 м.

### Список використаних джерел

1. Машини і обладнання для зрошення: Посібник, [ колектив авторів]; за ред. В.І.Кравчука, В.А.Сташука. - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого, 2011. – С.112 .
2. Гринь Ю., Музика О., Мігальов А., Сидоренко В., Торбенко В. // Техніко-експлуатаційна та агротехнічна характеристика нової вітчизняної дощувальної машини «Фрегат» ДМФЕ // Техніка і технології АПК. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого, 2012. – С. 20-24.
3. Музика О.П. Ерозійно-допустимі поливні норми дощувальних машин // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. Наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2012. Вип. 16(30), кн. 2. – С. 236-244.

### Аннотация

#### КОНСТРУКТИВНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Гринь Ю.И., Музыка А.П.

*Проведен анализ конструктивно технологических требований и особенностей использования разных типов широкозахватных дождевальных машин. Определены агроэкологические, технико-эксплуатационные, технико-экономические показатели, которые регламентируют надежность и долговечность дождевальных машин с забором воды из трубопроводов оросительной сети. Определенно перспективный ряд дождевальных машин для производства в Украине.*

**Ключевые слова:** широкозахватная дождевальная машина, расход воды, надежность, долговечность, производительность, удельный расход энергии, удельная стоимость энергоисточников.

### Abstract

#### STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL REQUIREMENTS AND USAGE PATTERN OF WIDE-COVERAGE SPRINKLERS

Gryn` Ju. I., Muzyka A. P.

*The analysis of structural and technological requirements and usage pattern of different types of wide-coverage sprinklers is given. It was specified agroecological, maintenance, technical and economic indexes which regulate*



*reliability and durability of sprinklers with a water intake from the pipes of the irrigation network. Some potentially productive sprinklers for the production in Ukraine are also determined.*

**Keywords:** *wide-coverage sprinkler, water discharge, reliability, durability, productivity, specific energy consumption, unit cost of energy sources.*