

## Обґрунтування параметрів насосного обладнання для енергоефективної роботи дощувальних систем зрошення

**Ватула К.О., Вознюк О.О.,**

здобувачі вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія  
Миколаївський національний аграрний університет  
м. Миколаїв, Україна

**Анотація.** Підвищення ефективності використання водних та енергетичних ресурсів є важливим завданням сучасного зрошувального землеробства. Значна частина енерговитрат у дощувальних системах припадає на роботу насосного обладнання, що забезпечує подачу води в мережу. У роботі розглянуто питання оптимізації параметрів насосного обладнання та гідравлічних режимів роботи дощувальних систем зрошення з метою зниження енергоспоживання.

**Ключові слова:** зрошення, дощувальні системи, насосне обладнання, енергоефективність, гідравлічні режими, енергоспоживання.

Проблема підвищення енергоефективності систем зрошення є актуальною для багатьох країн світу, особливо в умовах зростання вартості енергоресурсів та обмеженості водних ресурсів. Значна кількість досліджень присвячена вдосконаленню насосного обладнання, оптимізації режимів транспортування води та впровадженню автоматизованих систем керування.

У сучасних наукових роботах значна увага приділяється використанню альтернативних джерел енергії для живлення насосних станцій. Зокрема, досліджуються можливості застосування сонячних енергетичних установок у системах зрошення, що дозволяє знизити залежність від традиційних джерел електроенергії. Іншим напрямом досліджень є використання сучасних методів керування насосними агрегатами, зокрема частотного регулювання швидкості обертання електродвигунів. Такі системи дозволяють змінювати продуктивність насосів відповідно до фактичної потреби у воді та зменшувати втрати енергії.

Важливе значення має також застосування сенсорних технологій і систем моніторингу параметрів роботи гідравлічних мереж. Використання датчиків тиску, витрати води та вологості ґрунту дозволяє більш точно керувати режимами поливу та оптимізувати роботу насосного обладнання.

Дослідження проводилися на прикладі функціонування дощувальних систем зрошення, які використовують насосну подачу води. Аналіз показав, що енергетичні витрати на зрошення залишаються досить високими і становлять у середньому близько 1288 кВт·год на гектар. Середня тривалість роботи насосних агрегатів сягає 9,6 годин на добу, що свідчить про повну залежність систем від насосної подачі води.

У сучасних умовах площі зрошуваних земель суттєво скоротилися. Якщо раніше потенціал зрошення становив близько 600 тис. га, то у 2023 році фактично використовувалося близько 100 тис. га, а у 2025 році – лише 40,5 тис. га. Така ситуація зумовлена як економічними факторами, так і технічним станом меліоративної інфраструктури.

Додатковою проблемою є значні втрати води під час транспортування, які можуть досягати 32-35 %, а також втрати енергії, що становлять не менше 30 %. Ступінь зношення елементів зрошувальних мереж перевищує 75 %, що негативно впливає на ефективність роботи систем.

Основні показники функціонування систем зрошення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Основні енергетичні та експлуатаційні показники дощувальних систем зрошення

Показник	Значення
Питомі витрати електроенергії на зрошення	1288 кВт·год/га
Середня тривалість роботи насосів	9,6 год/добу
Потенційна площа зрошення	близько 600 тис. га
Фактична площа зрошення у 2023 р.	близько 100 тис. га
Фактична площа зрошення у 2025 р.	40,5 тис. га
Втрати води у мережах	32-35 %
Втрати енергії	не менше 30 %
Зношення інфраструктури	понад 75 %

Аналіз отриманих даних свідчить про необхідність оптимізації параметрів роботи насосного обладнання. Одним із ефективних шляхів є адаптивне регулювання режимів подачі води залежно від потреб рослин і фактичних гідравлічних умов у мережі.

Оптимізація гідравлічних режимів дозволяє зменшити втрати напору в трубопроводах і знизити навантаження на насосні агрегати. Крім того, використання частотного регулювання швидкості обертання насосів забезпечує можливість плавної зміни продуктивності насосної установки. Це сприяє зменшенню енергоспоживання та підвищенню надійності роботи обладнання.

Важливу роль у підвищенні ефективності систем зрошення відіграє впровадження систем моніторингу та автоматизованого керування. Використання сенсорів вологості ґрунту, датчиків тиску та витрати води дозволяє оперативно змінювати режими роботи насосних станцій і забезпечувати оптимальні умови зрошення.

Крім того, використання частотних перетворювачів для регулювання швидкості обертання насосів забезпечує більш точне узгодження подачі води з фактичними потребами зрошення. Це дозволяє зменшити питомі витрати енергії на перекачування води до 305 кВт·год на 1000 м<sup>3</sup>.

Важливу роль у підвищенні ефективності роботи систем відіграє впровадження сенсорних технологій. Використання датчиків вологості ґрунту та датчиків тиску в мережі забезпечує постійний контроль параметрів системи та дає можливість оперативно коригувати режими поливу. Завдяки цьому

частота корекції режимів зрошення може збільшуватися до шести разів на добу, що підвищує точність подачі води та дозволяє зменшувати її витрати в періоди опадів.

Таким чином, комплексне застосування оптимізованих гідравлічних режимів, сучасного насосного обладнання та систем автоматичного керування дозволяє підвищити енергоефективність дощувальних систем і зменшити експлуатаційні витрати.

Показано, що оптимізація гідравлічних режимів роботи насосних станцій дозволяє знизити робочий тиск у мережі, зменшити гідравлічні втрати та скоротити споживання електроенергії. Використання частотного регулювання насосів забезпечує більш ефективну роботу зрошувальних систем без зміни конструкції існуючих мереж.

Отримані результати можуть бути використані при модернізації та проектуванні систем зрошення з метою підвищення їх енергоефективності та раціонального використання водних ресурсів.

#### Список використаних джерел:

1. Sadovoy, O., Hruban, V., Fedorchuk, M., & Fedorchuk, V. (2024). Optimisation of solar power plant parameters for use in sprinklers in Southern Ukraine. *Machinery & Energetics*, 15(3), 117-128. doi: 10.31548/machinery/3.2024.117.
2. Sadovoy, O.S., & Koshkin, D. (2024). Calculation of the Optimal Parameters of the Electrical Apparatus for the Irrigation System. 2024 IEEE 6th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), 1-4. DOI:10.1109/MEES64070.2024.11405142
3. Liu, J., Yuan, C., Matias, L., Bowen, C., Dhokia, V., Pan, M. and Roscow, J. (2024), Sensor Technologies for Hydraulic Valve and System Performance Monitoring: Challenges and Perspectives. *Adv. Sensor Res.*, 3: 2300130. <https://doi.org/10.1002/adsr.202300130>

**Abstract.** *Increasing the efficiency of water and energy resources is an important task of modern irrigated agriculture. A significant part of energy consumption in irrigation systems is accounted for by the operation of pumping equipment, which ensures the supply of water to the network. The paper considers the issue of optimizing the parameters of pumping equipment and hydraulic modes of operation of sprinkler irrigation systems in order to reduce energy consumption.*

**Keywords:** *irrigation, sprinkler systems, pumping equipment, energy efficiency, hydraulic modes, energy consumption.*

**Наукові керівники:**

**Садовий О.С.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії*

**Суковіцина І.М.**

*асистентка кафедри агроінженерії*

*Миколаївський національний аграрний університет*