

УДК 631.674.6

Медур А. С., к.т.н., старший викладач, Токар О. І., к.т.н., доцент, Токар Л. О., к.т.н., старший викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ТЕХНОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Краплинне зрошення як сучасна техніка зрошення сформувалося як раціональне, ощадливе та інтегроване використання води, що призвело до збільшення його використання та продовжує зростати.

Ключові слова: краплинне зрошення, економія води, надійність, крапельниця.

Основною проблемою, яка спонукала до використання систем краплинного зрошення є раціоналізація води [3]. Використання краплинного зрошення дає змогу покращити якість і збільшити дохід сільськогосподарських продуктів із мінімальними затратами енергії.

Розвиток краплинного зрошення як альтернативного методу зрошення розпочався в 60-х роках [4]. Цей метод зрошення був прийнятий як основний для сухих і напівпосушливих регіонів, де дуже мало водних ресурсів.

Використання систем краплинного зрошення активно поширюється в усьому світі і очікується, що цей спосіб зрошення буде пріоритетним у майбутньому. При водному дефіциті, що постійно збільшується, та вартості води, а також необхідності мінімізації негативних наслідків для навколишнього середовища, краплинне зрошення відіграє важливу роль у ефективному застосуванні високоточних систем керування для гнучкої корекції поливу та подачі з водою до рослин поживних речовин. Цей гнучкий метод зрошення дозволяє при творчому підході вирішити практично будь-яке поставлене завдання.

Підвищення надійності системи краплинного зрошення – складне комплексне завдання, яке можна вирішити шляхом цілеспрямованого керування якістю та надійністю окремих елементів системи.

Кількісні показники надійності краплинної зрошувальної системи характеризуються роботою наступних елементів: насосної станції, фільтра очистки води, магістрального, розподільного та поливного трубопроводу, крапельниць.

Основним елементом краплинних систем є крапельниця. При незадовільній роботі останньої втрачається головна перевага цих систем: рівномірність поливу і економія води.

Для дослідження кількісних характеристик надійності краплинних систем необхідно визначити поняття відмови системи і окремих її елементів. В загальному можна говорити про технологічну надійність і надійність в процесі експлуатації.

Виходячи з призначення системи за відмову можна рахувати момент коли рівномірність поливу вийде за межі допустимої. Аналіз пропускної здатності крапельниць з використанням чистої води показує, що із-за технологічних причин, витрати окремих крапельниць можуть відрізнятись від середньої. Чим досконаліша конструкція крапельниці і технологія її виготовлення тим менші коливання витрат від середнього значення.

Надійність роботи крапельниці, як одного з найважливіших елементів даної системи, це серйозна проблема й найбільш серйозне обмеження в довговічності будь-якої системи краплинного зрошення. Низька якість фізичних, біологічних і хімічних властивостей води може привести до проблем надійності даних систем. Найбільш критичні аспекти, що впливають на надійність системи – це конструкція крапельниці, якість фільтрації й хімічний склад води. Дія цих факторів на експлуатаційні характеристики, включаючи забруднення (засмічення крапельниці) системи має основне значення для надійності. Проте, вибір

конструкції крапельниці, це один з важливих моментів, що визначає довговічність і надійність системи, а також обсяг профілактичних заходів у процесі обслуговування.

Основним гідравлічним параметром, що характеризує крапельницю є витрата, яку визначали об'ємним способом з допомогою тарованих мірних циліндрів і секундоміра [1, 2, 12, 13, 15]:

$$q = \frac{W}{T}, \text{ (л/год),}$$

де W – об'єм води що надійшов в мірний циліндр, л

T – час на протязі яке проводились заміри, год.

По технологічних причинах, як показують дослідження, крапельниці мають різну пропускну здатність. Через це роботу поливного трубопроводу можна характеризувати середньою витратою q_c , середньоквадратичним відхиленням витрати y_q , коефіцієнтом варіації витрати V_q і коефіцієнтом технологічної рівномірності витрати k_T [1, 2, 12, 13, 15]:

- середня витрата крапельниці поливного трубопроводу q_c ;

$$q_c = \frac{\sum_{i=0}^n q_i}{n}, \text{ (л/ год);}$$

- середньоквадратичне відхилення витрати крапельниць y_q ;

$$\sigma_q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (q_i - q_c)^2}, \text{ (л/ год);}$$

- коефіцієнт варіації витрати крапельниць V_q ;

$$V_q = \frac{\sigma_q(t)}{q_c(t)};$$

- коефіцієнт технологічної рівномірності витрати крапельниць, який є характеристикою якості крапельниць k_T

$$k_T = \frac{1}{2} \left(\frac{q_{\min}}{q_c} + \frac{q_c}{q_{\max}} \right).$$

При довірливій імовірності $v = 0,90$

q_{\min} – поливна витрата, яка менша $q_{\min} = q_c - 1.64\sigma_q$;

q_{\max} – поливна витрата, яка більша $q_{\max} = q_c + 1.64\sigma_q$.

В лабораторії кафедри гідравліки НУВГП були проведені дослідження витратно-напірних характеристик крапельниць, які на сьогодні використовуються в Україні – набір для полива «Садовод 100 ПЛЮС» (рисунок), діаметр поливної трубки складає 16 мм, товщина стінки 7 мм, некомпенсований тип крапельниць (при зміні тиску в середині трубки краплинного зрошення, витрата води змінюється). Для досліджень було використано 30 крапельниць [7, 8, 9, 10, 11].

Дослід передбачає один варіант експлуатаційного режиму краплинних водовипусків – з промиванням та постійним тиском 1,1 бар та при сталій мутності води.

Краплинні водовипуски працювали на воді з середньою каламутністю 3 NTU (NTU – нефелометрична одиниця виміру каламутності, 1 NTU = 0,58 мг/дм³), при сухому залишку від 260 до 270 мг/дм³ та середній температурі повітря $T_{\text{сеп}} = 11$ °С.

В результаті обробки дослідів було встановлено, що витратні характеристики дослідних крапельниць співпадають з рекомендованими [5, 6]. Дослідні частоти витрат задовільно розміщуються біля кривої нормального закону. При цьому критерій подібності $P = P(\chi^2 \geq \chi_1^2) \geq 30...50\%$, тобто гіпотеза про відповідність теоретичного і експериментального законів розподілу може бути прийнята. Через це для характеристики рівномірності поливу можна використовувати коефіцієнт технологічної рівномірності поливу k_T [5].

Результати лабораторних досліджень крапельниць наведені в таблиці.

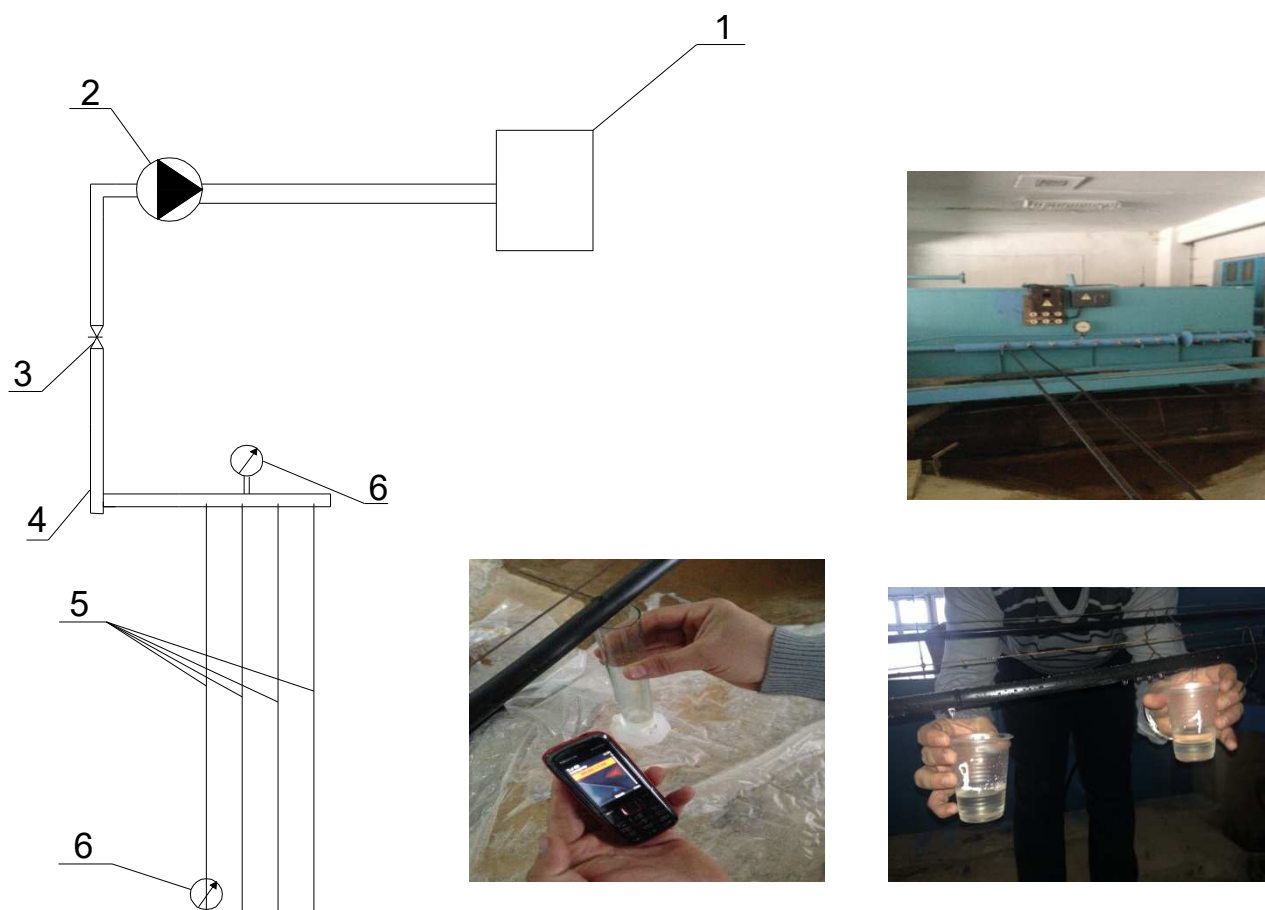


Рисунок. Стенд лабораторних досліджень експлуатаційних показників краплинних водовипусків «Садовод 100 ПЛЮС»:

1 – резервуар чистої води; 2 – насос; 3 – засувка; 4 – магістральний трубопровід;
5 – поливний трубопровід з крапельницями; 6 – манометр

Методика лабораторних досліджень з вивчення витратно-напірних характеристик систем краплинного зрошення включає:

- вимірювання тиску за допомогою манометрів, встановлених на початку та в кінці напірної лінії;
- вимірювання витрати кожного дослідного краплинного водовипуску;
- контроль за температурою води та повітрям за допомогою термометрів.

Таблиця

Зміна гідравлічних характеристик крапельниць в лабораторних умовах

Тип крапельниці	Тиск P , (бар)	Сер.витр. крапельниці q_c , (л/ год)	Коефіцієнт варіації n_q	Коефіцієнт технологічної рівномірності витрати k_T
Садовод-100	0,90	1,42	0,06	0,91

Виконані дослідження показують, що коефіцієнт варіації $v_q < 0,10$, а коефіцієнт технологічної рівномірності $k_T > 0,90$. Це означає, що технологія виготовлення крапельниць і поливних трубопроводів відповідають сьогоднішнім вимогам.

1. Рекомендации по исследованиям надежности и работоспособности элементов систем капельного орошения. НТД 33.03.002-86. – К. : Минводхоз УССР, 1986. – 68 с.
2. Токар А. И. Изменение гидравлических характеристик капельниц в процессе эксплуатации // Гидромелиорация и гидротехническое строительство. – Львов, 1986. – № 14. – С. 49–51.
3. Ромащенко М. І., Балюк С. А. ЗРОШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ. Стан та шляхи плішнення. – СВІТ, 2000. – 16 с.
4. Ю. Слепцов. Крапельне зрошення: історія і сьогодення – Електрон. дан. (1 файл). – 12.2002. – Режим доступу: www.propozitsiya.com.
5. Науменко І. І. Надійність споруд гідромеліоративних систем / – Київ, 1994 р. – 424 с.
6. Науменко І. І. Оцінка надійності водогосподарських об'єктів: (Монографія). – Рівне : НУВГП, 2006.
7. ДСТУ ISO 9260:2003. Національний стандарт України. Іригаційне устаткування. Водовипуски: технічні вимоги та методи випробовування. – Введ. 01.01.2005 – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 8 с.
8. ДСТУ ISO 9261:2004. Національний стандарт України. Іригаційне устаткування. Мережі трубопроводів з водовипускальними трубами: технічні вимоги та методи випробовування. – Введ. 01.01.2006 – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
9. Надійність техніки. Моделі відмов ДСТУ 3433-96. – К. : Держстандарт України, 1997. – 46 с.
10. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними ДСТУ 3004-95. – К. : Держстандарт України, 1995. – 123 с.
11. Рекомендации по исследованиям надежности и работоспособности элементов систем капельного орошения. НТД 33.03.002-86. – К. : Минводхоз УССР, 1986. – 68 с.
12. Гурин В. А., Меддур А. Дослідження зміни гідравлічних характеристик краплинних водовипусків «Silver drip» в процесі експлуатації на натурних умовах // Вісник НУВГП: Збірник наукових праць. – Випуск 3. – Рівне : НУВГП, 2011. – 55 с.
13. Науменко І. І., Єрошкін Ю. М. Визначення числових законів розподілу випадкових величин за допомогою ПЕОМ / Гідромеліорация та гідротехнічне будівництво. – Рівне : НУВГП, 2001 р. – № 26. – С. 75–83.
14. Ромащенко М. І., Науменко І. І., Токар А. І., Турченко Н. А. Оценка работоспособности капельниц в зависимости от состава взвешенных частиц в оросительной воде поливных трубопроводов // Гидротехника и мелиорация в Украине. – К., 1992. – Вып. 1. – С. 71–78.
15. Меддур А. Вплив різних експлуатаційних режимів на гідравлічні характеристики крапельниць // Міжнародної науково-практичної конференції «Інтегроване управління меліорованими ландшафтами», м. Херсон, 21-23 серпня 2011. – 55–59 с.

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

Meddour A. S., Candidate of Engineering, Senior Lecturer, Tokar O. I., Candidate of Engineering, Associate Professor, Tokar L. O., Candidate of Engineering, Senior Lecturer (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

TECHNOLOGICAL RELIABILITY ELEMENTS DRIP IRRIGATION SYSTEMS

Drip irrigation technology as a modern irrigation formed as rational, economical and integrated use of water, which led to its increased use and growing.

Keywords: drip irrigation, water saving, reliability, drip.

Меддур А. С., к.т.н., старший преподаватель, Токар А. И., к.т.н., доцент, Токар Л. А., к.т.н., старший преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Капельное орошение как современная техника орошения сформировалось как рациональное, экономное и интегрированное использование воды, что привело к увеличению его использования и продолжает расти.

Ключевые слова: капельное орошение, экономия воды, надежность, капельница.