

УДК 631.674.6

Меддур Ахмедсалахеддін, к.т.н., старший викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КРАПЛИННИХ ВОДОВИПУСКІВ „NETAFIM” В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Наведено питання, що стосуються надійності краплинних водовипусків "NETAFIM", дослідження роботи яких були проведені в лабораторії кафедри гідравліки НУВГП.

Ключові слова: краплинні водовипуски, надійність, закон розподілу, NETAFIM.

Система краплинного зрошення являє собою ланцюг з'єднаних в тракті елементів: джерела води (водосховище, колодязь), насосна станція, магістральний трубопровід, розподільний трубопровід, ділянковий трубопровід. Характерним для даної системи є те, що незадовільна робота одного із зв'язаних між собою елементів впливає на роботу тракту в цілому.

Причинами пошкоджень і відмов елементів системи краплинного зрошення можуть бути природні деградаційні процеси старіння матеріалів і знос елементів, а також дефекти, що пов'язані із недоліками монтажу, будівництва чи ремонту, виникненням зовнішніх та внутрішніх дій і навантаження, порушенням правил та норм експлуатації [1].

Одна із проблем, що виникає при експлуатації краплинних водовипусків, є засмічення окисами тривалентного заліза. Фізичними перешкодами, що призводять до засмічення краплинних водовипусків є мінеральні добрива, внесені з поливною водою [1, 2, 3].

На базі лабораторії кафедри гідравліки НУВГП досліджувалось 40 краплинних водовипусків Netafim в таких режимах: з додаванням мінерального добрива і промиванням, при різних робочих тисках (1,05-041 бар) [4, 5, 6, 7, 8], на воді з середньою каламутністю води 60 NTU, при сухому залишку 370 мг/дм³ та середній температурі повітря $T_{\text{ср}}=16$ °С.

Максимальна різниця між емпіричною та теоретичною функціями розподілу $D_{\text{max}} = 0,061$ спостерігається при $T = 970$ годин. При рівній значимості $\alpha=0,10$ та при кількості випадкових величин $r = 9$ шт., критичне значення складає $\lambda^1_N = 0,387$.

Таблиця 1

Розрахункові дані для визначення теоретичного та емпіричного закону розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 1,05 бар

№ з/п	T_i	r_i	K_i	$F_e(T)$	$F_T(T)$	D_i
1	770	1	1	0,100	0,083	0,017
2	830	1	2	0,200	0,184	0,016
3	890	1	3	0,300	0,338	0,038
4	930	1	4	0,400	0,461	0,061
5	970	2	6	0,600	0,589	0,011
6	1020	1	7	0,700	0,735	0,035
7	1080	2	9	0,900	0,866	0,034

Отже, дослідний закон розподілу випадкової величини не суперечить даному. Параметри закону: математичне сподівання випадкової величини $a_x = 942,1$ годин; сер. квадрат. відхилення випадкової величини $\sigma_x = 124,3$ годин.

Отримаємо наступну функцію ймовірності розподілу відмовної роботи краплинних водовипусків NETAFIM

$$F_T(t) = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \operatorname{erf} \frac{T - a_x}{\sigma_x \sqrt{2}} \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \operatorname{erf} \frac{T - 942,1}{124,3\sqrt{2}} \right). \quad (1)$$

Функцію ймовірності розподілу безвідмовної роботи краплинних водовипусків NETAFIM можна виразити у наступному вигляді

$$R(t) = 1 - F_T(t) = 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \operatorname{erf} \frac{T - 942,1}{124,3\sqrt{2}} \right). \quad (2)$$

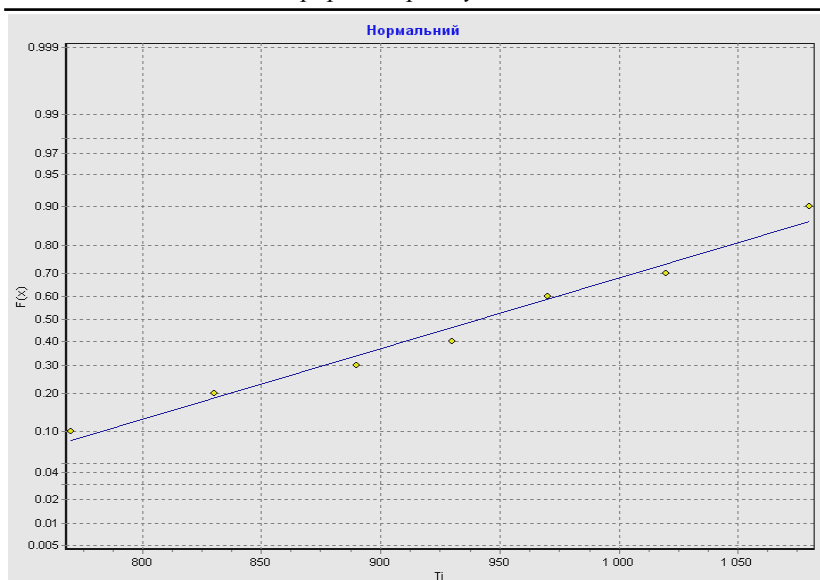


Рис. 1. Сітка достовірності та графік функції розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 1,05 бар, для нормального розподілу, при експлуатаційному режимі з промиванням і додаванням мінеральних добрив

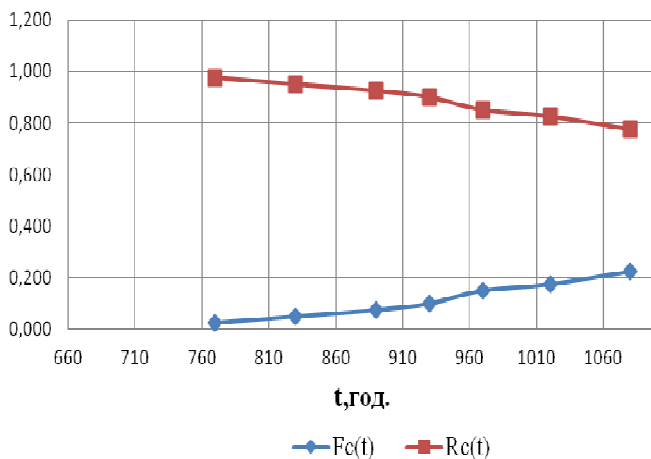


Рис. 2. Графік імовірності безвідмовної роботи $R_C(t)$ та імовірність відмов $F_C(t)$

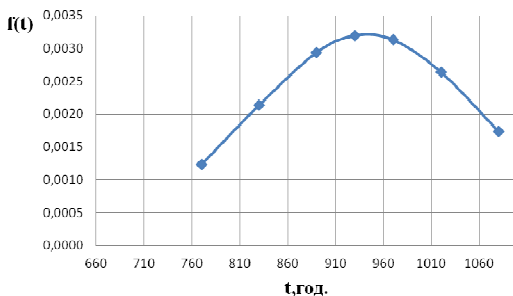


Рис. 3. Графік щільності нормального розподілу $f(t)$

Таблиця 2

Розрахункові дані для визначення теоретичного та емпіричного закону розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 0,73 бар

№ з/п	T_i	r_i	K_i	$F_e(T)$	$F_T(T)$	D_i
1	770	1	1	0,100	0,083	0,017
2	830	1	2	0,200	0,184	0,016
3	890	1	3	0,300	0,338	0,038
4	930	1	4	0,400	0,461	0,061
5	970	2	6	0,600	0,589	0,011
6	1020	1	7	0,700	0,735	0,035
7	1080	2	9	0,900	0,866	0,034

Максимальна різниця між емпіричною та теоретичною функціями розподілу $D_{\max} = 0,061$ спостерігається при $T = 930$ годин. При рівній значимості $\alpha=0,10$ та при кількості випадкових величин $r = 9$ шт., критичне значення складає $\lambda_N^1 = 0,387$.

Отже, дослідний закон розподілу випадкової величини не суперечить даному. Параметри закону: математичне сподівання випадкової величини $a_x = 942,1$ годин; сер. квадрат. відхилення випадкової величини $\sigma_x = 124,3$ годин.

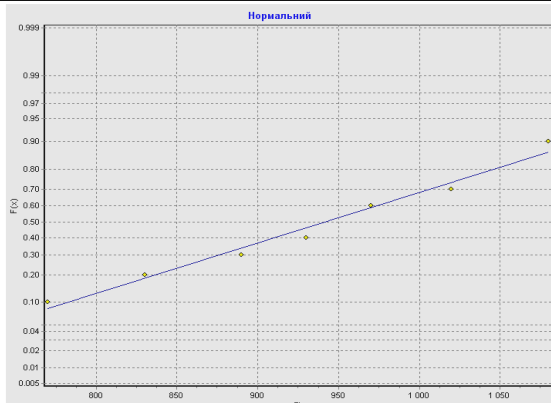


Рис. 4. Сітка достовірності та графік функції розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 0,73 бар, для нормального розподілу, при експлуатаційному режимі з промиванням і додаванням мінеральних добрив

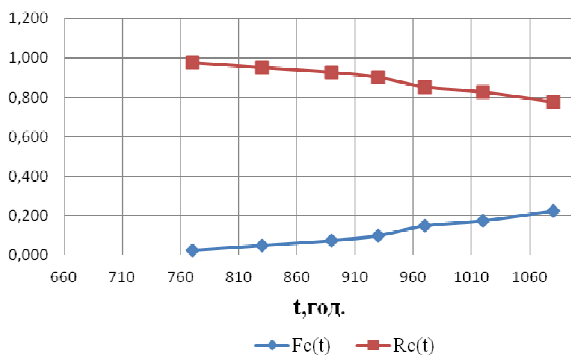


Рис. 5. Графік імовірності безвідмовної роботи $R_C(t)$ та імовірність відмов $F_C(t)$

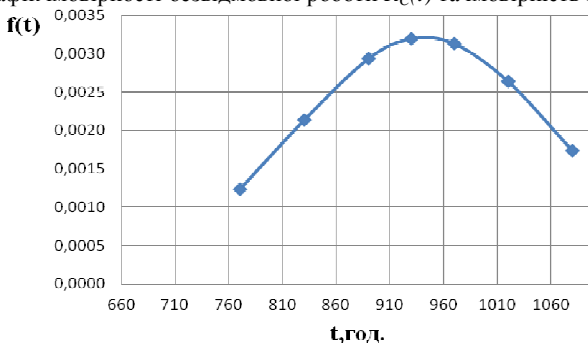


Рис. 6. Графік щільності нормального розподілу $f(t)$

Таблиця 3

Розрахункові дані для визначення теоретичного та емпіричного закону розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 0,55 бар

№ з/п	T_i	r_i	K_i	$F_e(T)$	$F_T(T)$	D_i
1	770	1	1	0,091	0,068	0,023
2	830	1	2	0,182	0,163	0,019
3	890	1	3	0,273	0,317	0,044
4	930	1	4	0,364	0,445	0,081
5	970	2	6	0,545	0,579	0,034
6	1020	2	8	0,727	0,732	0,005
7	1080	2	10	0,909	0,870	0,039

Максимальна різниця між емпіричною та теоретичною функціями розподілу $D_{\max} = 0,081$ спостерігається при $T = 930$ годин. При рівній значимості $\alpha=0,10$ та при кількості випадкових величин $r = 10$ шт., критичне значення складає $\lambda_N = 0,369$.

Отже, дослідний закон розподілу випадкової величини не суперечить даному. Параметри закону: математичне сподівання випадкової величини

$\alpha_x = 946,5$ годин; сер. квадр. відхилення випадкової величини $\sigma_x = 118,5$ годин.

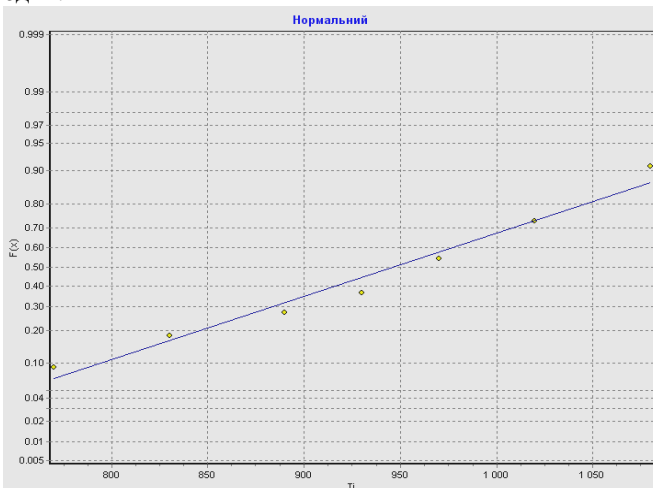


Рис. 7. Сітка достовірності та графік функції розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 0,55 бар, для нормального розподілу, при експлуатаційному режимі з промиванням і додаванням мінеральних добрив

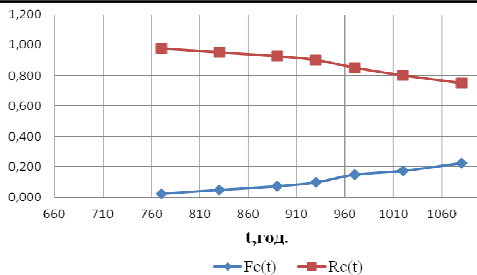


Рис. 8. Графік імовірності безвідмовної роботи $R_C(t)$ та імовірність відмов $F_C(t)$

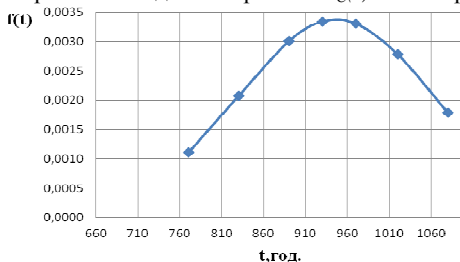


Рис. 9. Графік щільності нормального розподілу $f(t)$

Таблиця 4

Розрахункові дані для визначення теоретичного та емпіричного закону розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 0,41 бар

№ з/п	T_i	r_i	K_i	$F_e(T)$	$F_r(T)$	D_i
1	770	1	1	0,083	0,059	0,024
2	830	1	2	0,167	0,145	0,022
3	890	1	3	0,250	0,291	0,041
4	930	1	4	0,333	0,417	0,084
5	970	2	6	0,500	0,551	0,051
6	1020	2	8	0,667	0,709	0,042
7	1080	3	11	0,917	0,855	0,062

Видно, що максимальна різниця між емпіричною та теоретичною функціями розподілу $D_{\max} = 0,083$ спостерігається при $T = 120$ годин. При рівній значимості $\alpha=0,10$ та при кількості випадкових величин $r = 11$ шт., критичне значення складає $\lambda_{N}^1 = 0,352$.

Отже, дослідний закон розподілу випадкової величини не суперечить даному. Параметри закону: математичне сподівання випадкової величини $a_x = 954,9$ годин; сер. квадр. відхилення випадкової величини $\sigma_x = 118,2$ годин.

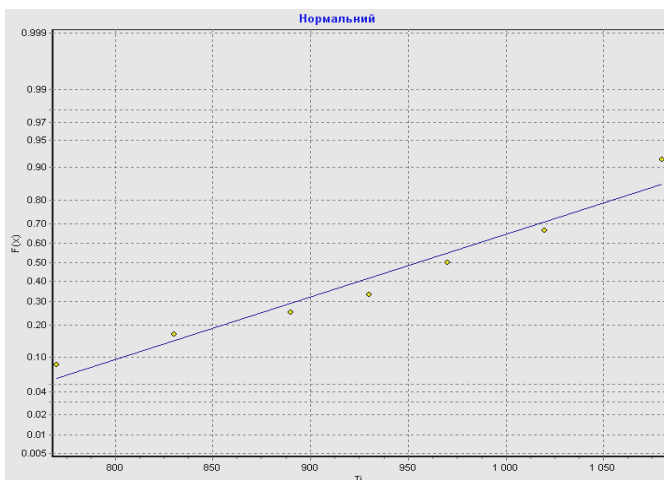


Рис. 10. Сітка достовірності та графік функції розподілу надійності краплинних водовипусків NETAFIM при 0,41 бар, для нормального розподілу, при експлуатаційному режимі з промиванням і додаванням мінеральних добрив

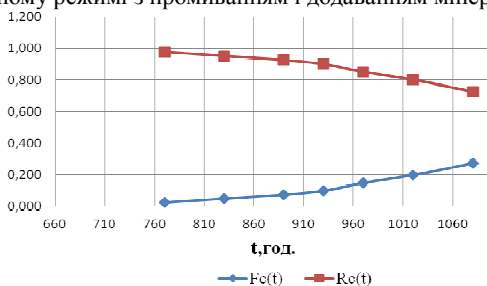


Рис. 11. Графік імовірності безвідмовної роботи $R_C(t)$ та імовірність відмов $F_C(t)$

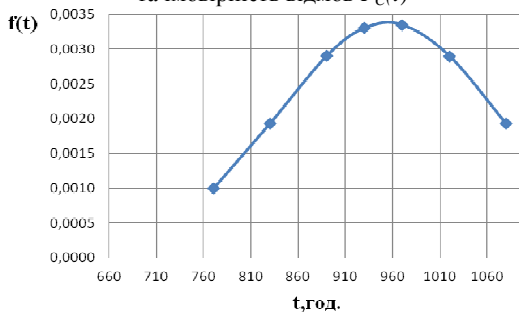


Рис. 12. Графік щільності нормального розподілу $f(t)$

Дослідні дані апроксимуються нормальним розподілом за критерієм Колмагорова при експлуатаційному режимі без промивання та при експлуатаційному режимі з додаванням мінеральних добрив і промиванням, параметри a_x і σ_x , залежать від конструкції краплинних водовипусків та умов експлуатації.

1. Науменко І. І. Надійність споруд гідромеліоративних систем / І. І. Науменко. – Київ, 1994. – 424 с.
2. Науменко І. І. Оцінка надійності водогосподарських об'єктів: Монографія / І. І. Науменко. – Рівне : НУВГП, 2006.
3. Науменко И. И. Изменение параметрической надежности капельниц и поливных трубопроводов в процессе эксплуатации / Науменко И. И., Токар А. И. – Ровно, 1985.
4. 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.
5. ДСТУ ISO 9261:2004. Національний стандарт України. Іригаційне устаткування. Мережі трубопровідні з водовипускальними трубами: технічні вимоги та методи випробовування. – Введ. 01.01.2006 – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
6. Надійність техніки. Моделі відмов ДСТУ 3433-96. – К. Держстандарт України, 1997. – 46 с.
7. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними ДСТУ 3004-95. – К. : Держстандарт України, 1995. – 123 с.
8. Рекомендации по исследованию надежности и работоспособности элементов систем капельного орошения. НТД 33.03.002-86. – К. : Минводхоз УССР, 1986. – 68 с.
9. Науменко І. І. Визначення числових законів розподілу випадкових величин за допомогою ПЕОМ / Науменко І. І., Єрошкін Ю. М. // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – Рівне, 2001. – № 26. – С. 75–83. – С. 75–83.
10. Меддур А. Аналіз відмов і пошкоджень елементів систем краплинного зрошення / А. Меддур, В. А. Гурін, О. І. Токар // Вісник НУВГП: Збірник наукових праць. – Рівне, 2010. – Випуск 3 (51). – С. 3–10.
11. Меддур А. Влияние эксплуатационных режимов систем капельного орошения на работоспособность этих систем / А. Меддур // III Международная научно-практическая конференция «Основы рационального природопользования» Саратовский ГАУ (26 – 28 октября 2011 г.). – С. 278–280.

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

**Meddour Ahmed Salah Eddine, Candidate of Engineering,
Senior Lecturer** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

**RESEARCH WORK OF A DRIPPER "NETAFIM" TO THE
LABORATORY CONDITIONS**

An issue related to the reliability of a dripper for irrigation "NETAFIM", which were conducted in the laboratory of the Department hydraulic NUWMNRU.

Keywords: drippers, reliability studies, the distribution law, NETAFIM.

Меддур Ахмедсалахеддин, к.т.н., старший преподаватель
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г. Ровно)

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАПЕЛЬНЫХ ВОДОВЫПУСКОВ
"NETAFIM" В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Приведены вопросы, касающиеся надежность капельных водовыпусков "NETAFIM" исследования работы которых были проведены в лаборатории кафедры гидравлики НУВГП.

Ключевые слова: капельные водовыпуски, исследования надежности, закон распределения, NETAFIM.
