

## ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛИВУ ДОЩУВАЛЬНИМИ МАШИНАМИ

Ю.І. ГРИНЬ, В.В. БАБІЦЬКИЙ, В.В. УДОВЕНКО, А.Г. ВЕЛЬБІК,  
О.А. РЕВА

Інститут гідротехніки і меліорації НААН

*Наведено основні вимоги, за якими проводиться вибір раціональних технологічних схем зрошення дощувальними машинами. Запропоновано спосіб визначення достоякових поливних норм дощувальних машин з урахуванням ґрунтово-рельєфних умов та агротехнічних показників.*

**Ключові слова:** дощувальна машина, інтенсивність дощу, поливна норма

**Постановка питання.** На початок 90-х років минулого століття площа зрошуваних земель в Україні становила 2,6 млн га, або 8% площі ріллі. Поливалося дощуванням з використанням широкозахватних дощувальних машин «Фрегат», «Дніпро», ДДА-100МА та «Кубань» 95% цих земель. Останнім часом поливається не більше 700 тис. га. Водночас деякі великі господарства, площа зрошення яких перевищує 1000 га, поряд з вітчизняними дощувальними машинами почали застосовувати сучасні широкозахватні дощувальні машини колової «Centerstar» і фронтальної «Linestar» дії, які постачають відомі зарубіжні фірми Valmont, Bauer, AMACO, Lindsay [1]. Майже всі ці машини дають змогу проводити поливи в широкому діапазоні поливних норм (від 6 до 60 мм), виконувати вибіркові поливи, змінювати напрям руху без виконання трудомістких операцій із переналагодження ходового апарата та здійснювати полив в автоматизованому режимі. Виходячи з конкретних умов роботи дощувальних машин, є можливість обираючи раціональних технологічних схем поливу з метою ресурсозбереження. Також необхідно враховувати, що застосування дощу-

© Ю.І. Гринь, В.В. Бабіцький,  
В.В. Удовенко, А.Г. Вельбік, О.А. Рева, 2010  
Меліорація і водне господарство. 2010. Вип. 98

вальних машин на полях зі значними похилами 0,03 та більше призводить до виникнення водної ерозії. Тому технологічні схеми поливу повинні забезпечувати екологічну безпеку зрошення, не викликати проявів іригаційної ерозії на розміри якої особливо впливають типи застосованих дощувальних машин, інтенсивність дощу, своєчасне регулювання дощувальних апаратів і насадок та одночасна площа зрошення.

**Методика досліджень.** Вибір раціональних технологічних схем поливу здійснюється з урахуванням рельєфу і похилів поверхні зрошуваного поля, водопроникної здатності ґрунту, стану агрофону, величини розрахункової і достокової поливних норм, інтенсивності водоспоживання рослин на полі.

Також при визначенні технологічних схем поливу необхідно кожного разу дотримуватись наступних вимог:

- поливна норма, яка виливається дощувальною машиною за один прохід  $m_p$ , повинна бути максимальною, але не перевищувати достокову поливну норму  $m_o$  (ДПН) для даного типу ґрунту і його стану,  $m_p \leq m_o$ ;

- величина поливної норми визначається з урахуванням особливостей водоспоживання сільськогосподарських культур, які вирощуються на ділянці;

- поливну норму встановлюють з урахуванням можливостей та параметрів роботи дощувальної машини;

- позиція дощувальної машини після закінчення поливу має бути вихідною для наступного поливу;

- технологічні схеми поливу повинні пов'язуватися з агротехнічними заходами.

Як бачимо, одним із головних чинників, який впливає на вибір раціональної технологічної схеми поливу, є поливна норма. Величину розрахункової поливної норми визначають за формулою О.М. Костякова:

$$m_p = 100 \cdot \gamma \cdot h \cdot (\beta_{\text{нв}} - \beta_o), \text{ м}^3/\text{га}, \quad (1)$$

де  $\gamma$  – об'ємна маса розрахункового шару ґрунту,  $\text{т}/\text{м}^3$  або  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $h$  – потужність розрахункового шару ґрунту, м;  $\beta_{\text{нв}}$  та  $\beta_o$  – найменша вологоємність та передполивна вологість ґрунту, % від маси.

При обґрунтуванні технологічних схем поливу і агротехнічних заходів необхідно враховувати, що передполивний обробіток ґрунту дає змогу збільшити достокову поливну норму  $m_0$  в 1,5 раза, а післяполивний обробіток ґрунту збільшує тривалість міжполивних періодів, скорочує число поливів і підвищує коефіцієнт використання зрошувальної води.

Величину достокової поливної норми визначають за формулою [2, 3]:

$$m_0 = \frac{p \cdot K_1 \cdot K_2}{\sqrt{i} \cdot e^{0,5d}}, \text{ мм}, \quad (2)$$

де  $p$  — показник безнапірної водопроникності ґрунту (шар опадів, який всмоктується в ґрунт до появи калюж і стоку);  $i$  — інтенсивність дощу, який створює дощувальна машина, мм/хв;  $e$  — основа натурального логарифму,  $e = 2,7$ ;  $d$  — середній діаметр крапель дощу, мм;  $K_1$  — коефіцієнт похилу ділянки поля;  $K_2$  — коефіцієнт щільності ґрунту.

Коефіцієнт похилу ділянки поля знаходиться за формулою [3]:

$$K_1 = e^{c(\alpha_{\text{кр}} - \alpha)}, \quad (3)$$

де  $c$  — параметр похилу ділянки поля;  $\alpha_{\text{кр}}$  — критичний похил ділянки,  $\alpha_{\text{кр}} = 0,01$ ;  $\alpha$  — похил даної ділянки.

Коефіцієнт щільності ґрунту, встановлюють за формулою [3]:

$$K_2 = e^{a(j_0 - j)}, \quad (4)$$

де  $a$  — параметр, який змінюється залежно від типу ґрунту;  $j$ ,  $j_0$  — об'ємна маса ґрунту в першій і другій половині сезону зрошення.

**Практичне вирішення питання.** Враховуючи багаторічний досвід умов експлуатації дощувальних машин на півдні України, рекомендуємо наступні технологічні схеми їхньої роботи: основна — однопрохідна, двопрохідна та допоміжна — багато-прохідна.

В однопрохідній схемі (рис. 1) розрахункова поливна норма  $m_p$  виливається за один прохід, після чого машина зупиняється для проведення регламентних робіт і підготовки до наступного поливу. Застосовувати цю технологічну схему найкраще для ділянок з високою водопроникністю ґрунту і невеликою довжиною.

Для даної схеми основну вимогу до проведення поливу можна записати у вигляді:

$$m_1 = m_p \leq m_o,$$

де  $m_1$  – поливна норма за один прохід,  $m^3/\text{га}$ .

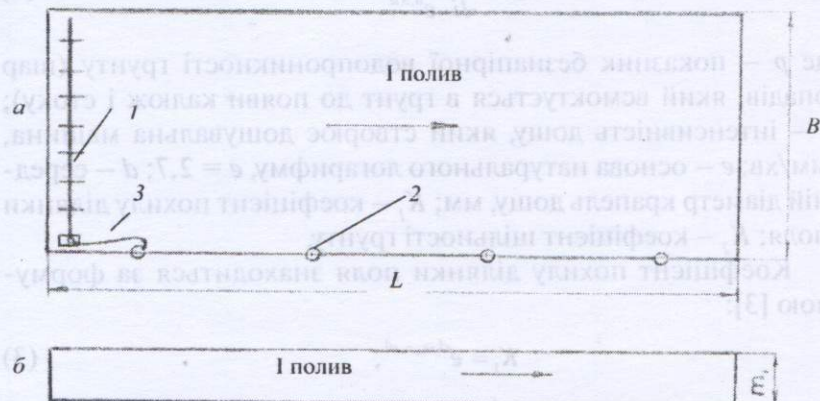


Рис. 1. Однопрохідна технологічна схема поливу фронтальною дощувальною машиною типу «Linestar» (вихідна позиція машини – початок поля):

- $a$  – схема зрошуваної ділянки;  $b$  – епюра поливної норми:  
 1 – дощувальна машина; 2 – гідрант зрошувальної мережі;  
 3 – водозабірний гнучкий трубопровід;  $L$  – довжина поля;  
 $B$  – ширина поля

У двопрохідній схемі (рис. 2) розрахункова поливна норма  $m_p$  виливається за два проходи і має три варіанти.

Основну вимогу до проведення поливу для даної схеми можна записати у вигляді:

$$m_1 = k \cdot m_p;$$

$$m_2 = (1-k) \cdot m_p,$$

де  $m_1, m_2$  поливна норма відповідно за перший та другий прохід,  $m^3/\text{га}$ ;  $k$  – коефіцієнт поливної норми за варіантом.

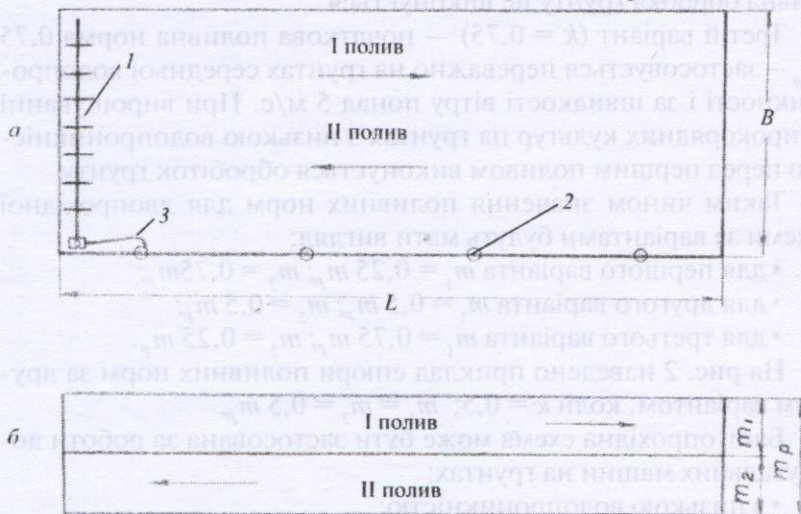


Рис. 2. Двопрохідна технологічна схема поливу фронтальною дощувальною машиною типу «Linestar» (вихідна позиція машини – початок поля):

$a$  – схема зрошуваної ділянки;  $b$  – епюра поливної норми:

$1$  – дощувальна машина;  $2$  – гідрант зрошувальної мережі;

$3$  – водозабірний гнучкий трубопровід;  $L$  – довжина поля;

$B$  – ширина поля

Перший варіант ( $k = 0,25$ ) – початкова поливна норма  $0,25 m_p$  – найкраще застосовувати на ґрунтах з низькою і середньою водопроникністю:

- на початку поливного сезону, при першому поливі для формування неглибокої колії для пневматичних коліс машини;
- за наявності на поверхні ґрунту кірки і неможливості провести передполильний обробіток ґрунту;
- якщо ґрунт має невеликі запаси активної вологи;
- при небезпеці висушування поля.

Другий варіант ( $k = 0,5$ ) — початкова поливна норма  $0,5 m_p$  — застосовується переважно на ґрунтах середньої водопроникності та відсутності на поверхні ґрунту кірки. Передполивна обробка ґрунту не виконується.

Третій варіант ( $k = 0,75$ ) — початкова поливна норма  $0,75 m_p$  — застосовується переважно на ґрунтах середньої водопроникності і за швидкості вітру понад  $5$  м/с. При вирощуванні широкорядних культур на ґрунтах з низькою водопроникністю перед першим поливом виконується обробіток ґрунту.

Таким чином значення поливних норм для двопрохідної схеми за варіантами будуть мати вигляд:

- для першого варіанта  $m_1 = 0,25 m_p$ ;  $m_2 = 0,75 m_p$ ;
- для другого варіанта  $m_1 = 0,5 m_p$ ;  $m_2 = 0,5 m_p$ ;
- для третього варіанта  $m_1 = 0,75 m_p$ ;  $m_2 = 0,25 m_p$ .

На рис. 2 наведено приклад епюри поливних норм за другим варіантом, коли  $k = 0,5$ ;  $m_1 = m_2 = 0,5 m_p$ .

Багатопрхідна схема може бути застосована за роботи дощувальних машин на ґрунтах:

- з низькою водопроникністю;
- з різною водопроникністю по довжині поля або коли на одному полі декілька культур;
- при вимушених простоях з організаційних причин на інших частинах поля (збір урожаю, агротехнічні заходи).

Для даної схеми основну вимогу до проведення поливу можна записати у вигляді:

$$\sum_{i=1}^n m_i = m_p,$$
$$m_i = \frac{m_p}{n} \leq m_a,$$

де  $m_i$  — поливна норма за прохід,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  $n$  — кількість проходів, будь-яке ціле непарне натуральне число.

Для перших двох випадків кількість проходів машини  $n$  визначається міжполивним періодом, кількістю ділянок поля і тривалістю одного проходу з поливною нормою  $m_p$ , не більшою або рівною допустимій  $m_a$ .

У третьому випадку кількість проходів машини  $n$  визначається тривалістю можливого простою і тривалістю одного проходу з допустимою поливною нормою  $m_p$ .

Враховуючи те, що в більшості господарствах використовуються вітчизняні широкозахватні дощувальні машини, середні значення дощу яких наведено в таблиці, нами розроблено номограму для визначення їхніх достокових поливних норм з урахуванням швидкості вітру  $V$ , діаметра крапель штучного дощу  $d$  машини, похилу ділянки поля  $\alpha$  та об'ємної маси ґрунту  $j$  (рис. 3).

*Середні значення показників дощу дощувальних машин*

Тип дощувальної машини	Прийнятні середні значення		Середня висота падіння крапель, м	Середній показник структури дощу, S	Питомий тиск дощу на ґрунт, кг/см <sup>2</sup>
	інтенсивність дощу, мм/хв	діаметр крапель дощу, мм			
ДМ «Фрегат» (вітчизняна):					
високонапірна	0,52*	1,02	4,5	1,19	0,09
низькоінтенсивна	0,50	0,62	3	0,96	0,02
низьконапірна	0,71	0,79	3	1,25	0,04
«Кубань-ЛК» (Росія)					
	0,8	0,8	3,5	1,34	0,07
Linestar (Австрія) (фронтальної дії)					
	0,57	2,7	0,5	2,91	0,05
Te same					
	0,92	1,3	1,5	1,84	0,09
Rainstar (Австрія) (барабанного типу)					
	0,63	1,11	1,5	1,38	0,08
Centerstar (США) (колової дії)					
	0,68	1,4	1,8	1,65	0,13

\* Середня інтенсивність дощу між 8 – 16-м візками.

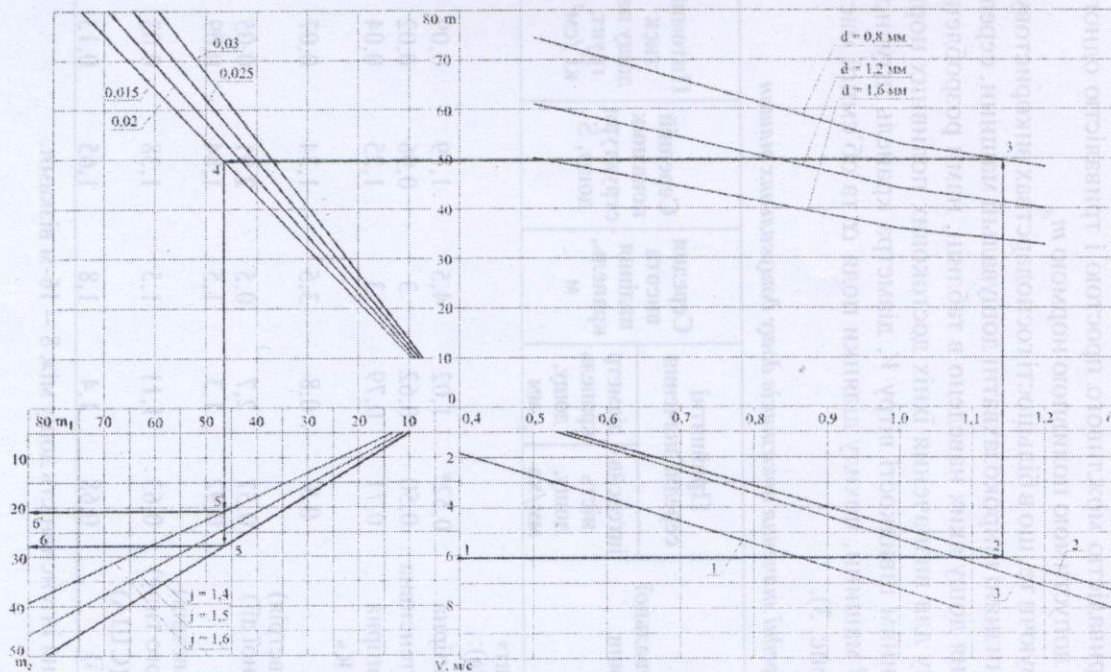


Рис. 3. Номограма для визначення достокових поливних норм:

1 – дощувальна машина «Фрегат» високонапірної модифікації; 2 – дощувальна машина типу «Кубань-ЛК»; 3 – дощувальна машина «Фрегат» низьконапірної модифікації



Як видно з номограми для машини типу «Кубань-ЛК», яка має середній діаметр крапель дощу 0,8 мм, при швидкості вітру 6 м/с поливна норма на ділянці поля з похилом  $\alpha = 0,015$  буде  $m_2 = 28$  мм при  $j = 1,4$  г/см<sup>3</sup> на початку поливного сезону (навесні) і  $m_2 = 22$  мм – восени, коли щільність і об'ємна маса ґрунту збільшуються –  $j = 1,6$  г/см<sup>3</sup> (рис. 3, ключ 1–2–3–4–5–6 та 1–2–3–4–5'–6').

**Висновок.** Запропонований спосіб визначення достокових поливних норм може бути надійним заходом уникнення іригаційної ерозії земель при поливі дощуванням. Розроблено номограму для визначення достокових поливних норм, яка враховує природно-господарські умови експлуатації дощувальних машин та їхні агротехнічні параметри.

1. *Гринь Ю.І.* Дощувальні машини в Україні / Ю.І. Гринь // Пропозиція. – 2010. – № 5. – С. 108 – 110.

2. *Ерхов Н.С.* Эрозионно допустимые поливные нормы для ЭДМФ «Кубань» / Н.С. Ерхов, А.А. Митрюхин // Гидротехника и мелиорация. – 1987. – № 6. – С. 33 – 36.

3. *Гринь Ю.І.* Екологічна безпека зрошення дощувальними машинами / Ю.І. Гринь, А.І. Штангей, О.А. Рева // Меліорація і водне господарство. – 2008. – Вип. 96. – С. 170 – 180.

*Приведены основные требования, по которым проводится выбор рациональных технологических схем орошения дождевальными машинами. Описан способ определения достоковых поливных норм дождевальных машин с учётом почвенно-рельефных условий и агротехнических показателей.*

*The basic requirements for the rational technological schemes for irrigation sprinkling machines election are presented in the article. Describes the method for determining the before-runoff irrigation rate of sprinkling machines, taking into account soil and relief conditions and agrotechnical characteristics.*