

УДК 631.674.5:621.317.38

ВПЛИВ СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН ДО ГІДРАНТА НА ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

В.В. Бабіцький, канд. техн. наук

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Наведено результати досліджень впливу схеми підключення сучасних багатоопорних дощувальних машин фронтальної дії до гідранта на питомі витрати електроенергії при зрошенні. Отримано залежності енергоспоживності зрошення від довжини та діаметра водоподавального шланга дощувальної машини.

Ключові слова: *питомі витрати електроенергії, багатоопорна дощувальна машина фронтальної дії, водоподавальний шланг, робочий тиск.*

Постановка питання. Найбільш поширеним способом зрошення в Україні є дощування. На початок 90-х років минулого століття площа зрошуваних земель становила приблизно 2,6 млн га, із них дощуванням поливалося майже 95 % усіх поливних земель. Водночас, парк дощувальних машин нараховував 32 668 одиниць. Розподіл кількості різних типів дощувальних машин і установок виглядав на той час наступним чином:

- машини кругової дії «Фрегат» — 11100 од.;
- машини фронтальної дії з забором води від гідранта закритої зрошувальної мережі ДФ-120 «Дніпро» та «Волжанка» — 5189 та 4384 од. відповідно;
- машини фронтальної дії з забором води з відкритих каналів «Кубань» — 539 од.;
- мобільні дощувальні агрегати ДДА-100МА — 8173 од.;
- інші машини та установки — 1535 од.

Така різноманітність дощувальної техніки, з одного боку давала можливість перекривати весь діапазон вимог до якості і своєчасності проведення поливів різних сільськогосподарських культур залежно від ґрунтово-кліматичних умов, з іншого боку — надавала можливість вибору найбільш ефективних її типів на основі співставлення різноманітних варіантів.

Реформування суспільних відносин в Україні в середині 90-х років призвело до значного погіршення справ у галузі меліорації. За даними ХХ століття Держводагенства України на даний час площа зрошуваних земель зменшилася до 2,17 млн га, кількість дощувальних машин — до 6,25 тис. одиниць, з яких у робочому стані залишилося близько 5,6 тис. одиниць, внаслідок чого у 2013 році фактично поливалося 613 тис. га (табл.).

Із наведених даних видно, що найбільшу кількість дощувальних машин, які залишилися у робочому стані, складають машини кругової дії «Фрегат» — 69 % від загальної кількості, агрегати ДДА-100МА становлять майже 13 %, а машини «Дніпро» — 2 %. Для доведення наявної кількості дощувальних машин різних типів до проектної, необхідно близько 20 тис. одиниць.

Відсутність вітчизняного виробництва дощувальної техніки з середини 90-х років минулого століття по 2010 рік, змусило виробників сільськогосподарської продукції посушливих регіонів почати закуповувати закордонну дощувальну техніку відомих фірм «Valley», «Zimatic», «Bauer», «RKD», «T-L Irrigation» та ін.

Майже всі закордонні широкозахватні машини, що закуповуються, адаптовані до використання на існуючій внутрішньогосподарській зрошувальній мережі, побудованій для роботи вітчизняної техніки. Вони мають типову конструкцію і складаються з центрального водоприймального візка з автономною енергосиловою установкою, водопровідного трубопроводу (ферми) з дощувальними насадками та кінцевими середньоструминними апаратами (у разі потреби збільшення ширини захвату дощем), системи автоматичного управління рухом, контролю робочих параметрів, а також сигналізації та захисту від аварійних

Таблиця. *Наявність основних типів дощувальних машин в Україні станом на 2013 р. (дані Держводагенства України)*

Тип дощувальних машин	Наявність дощувальних машин, одиниць		
	По проекту	Фактично	У робочому стані
Кругової дії («Фрегат»)	9423	4337	3949
Фронтальної дії («Дніпро»)	4255	138	77
Машини із забором води з каналу (ДДА-100МА)	5041	693	533
Інші типи (ШБУ)	6515	1087	1010
Всього по Україні	25265	6255	5590

ситуацій. Характерною їхньою особливістю є використання електричного або гідравлічного приводу опорних візків.

На системах, побудованих для роботи дощувальних машин «Фрегат», широкого впровадження набули закордонні багатоопорні широкозахватні машини кругової дії, які за технологічною схемою проведення поливів аналогічні машинам «Фрегат». На системах, де відстань між гідрантами дорівнює або кратна 54 м, побудованих для роботи ДМ «Дніпро», використовують багатоопорні широкозахватні машини фронтальної та фронтально-кругової дії (іподромні) із забором води від гідрантів закритої зрошувальної мережі. Останні можуть здійснювати поворот дощувальної ферми на 180° навколо центрального візка, що дає можливість проводити полив на суміжному полі.

Відмінністю сучасних дощувальних машин фронтальної дії від ДМ «Дніпро» є те, що подача води до них здійснюється по гнучкому шлангу, один кінець якого приєднується до гідранта, а інший — до водозабірної вузла силового візка машини. Як правило, водоподавальний шланг виготовляють з поліетилену. Його довжина, для різних модифікацій, становить від 107 до 120 м, діаметр — 127–150 мм. Це дає можливість використовувати дощувальні машини на зрошувальних системах де відстань між гідрантами, в середньому, складає 200 м (рис. 1, а) [1].

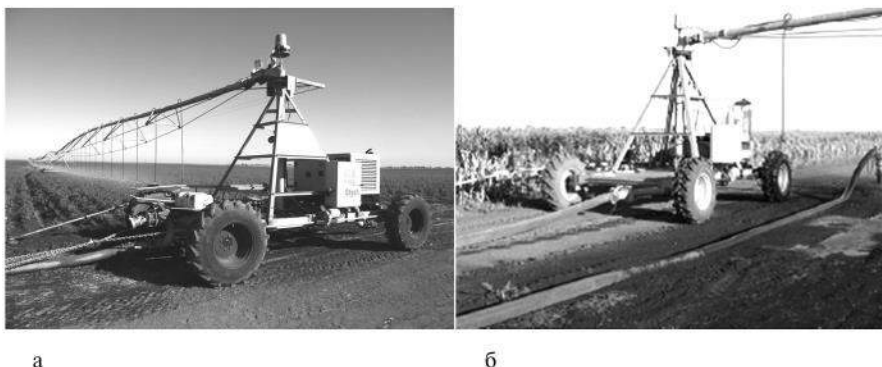


Рис. 1. Водозабірні вузли дощувальних машин:
а — одинарний водозабірний вузол силового візка «Centerliner 168 CLS»; б — подвійний водозабірний вузол силового візка «Фрегат» ДМФЕ

Зрошення та підключення дощувальної машини до гідранта відбувається наступним чином. Після проходження з поливом відстані 108-110 м від гідранта (половина відстані між гідрантами), дощувальна машина зупиняється і оператор від'єднує водоподавальний шланг від гідранта. Водночас, подача води до машини припиняється. Далі від'єднаний кінець шланга оператор за допомогою трактора транспортує до наступного гідранта, по ходу руху машини, де його приєднує. Подача води до дощувальної машини відновлюється.

Також можливе використання двох водоподавальних шлангів меншої довжини — по 70 м, як наприклад у вітчизняної дощувальної машини «Фрегат» ДМФЕ (рис. 1, б). У такому разі відстань між гідрантами буде меншою і становитиме 100 м. За використання двох водоподавальних шлангів, водозабірний вузол силового візка виконується у вигляді відводу з двох колін (U-подібного), до кожного з яких приєднано шланг. Використання двох водоподавальних шлангів дає можливість застосувати схему подачі води до дощувальної машини без зупинки технологічного процесу поливу. В такому випадку її переміщення під час поливу та підключення до гідранта відбувається наступним чином. Під час роботи до машини по одному із шлангів подається вода. При проходженні з поливом половини відстані між гідрантами, оператор за допомогою трактора транспортує і підключає вільний кінець другого шланга до наступного гідранта по ходу руху машини. Водночас відбувається переключення на наступну позицію і деякий час, до моменту відключення першого шлангу, вода поступає в машину з двох гідрантів. Таким чином відбувається безперервна робота дощувальної машини [2].

Мета роботи — дослідити питомі витрати електроенергії на зрошення, за різних схем підключення дощувальних машин фронтальної дії до гідранта.

Методика проведення досліджень полягає у порівняльному аналізі і опрацюванні результатів досліджень енергетичних параметрів сучасних багатоопорних широкозахватних дощувальних машин фронтальної дії.

Визначення питомих витрат електроенергії при зрошенні дощувальними машинами фронтальної дії проводили без врахування геодезичного напору та втрат тиску в трубопроводі, який подає воду від насосної станції до гідрантів закритої зрошувальної мережі. Таке обмеження було прийнято, зважаючи на те, щоб умови використання дощувальних машин були однакові. Водночас, у розрахунках енергетичних параметрів для конкретних природно-господарських

умов зрошувальної системи, місця розміщення ділянок зрошення і розташування дощувальних машин геодезичний напір та відповідні втрати тиску в мережі необхідно враховувати.

Питомі витрати електроенергії на одиницю площі, при зрошенні дощувальними машинами за заданої норми поливу визначали за формулою [3]:

$$\Pi = \frac{H \cdot \gamma \cdot m \cdot \beta \cdot K_c}{367,2 \cdot K_s \cdot 10^3}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}}$$

де H — напір на гідранті; γ — густина води; m — норма поливу; β — коефіцієнт, який враховує втрати води на випаровування; K_c — коефіцієнт, який враховує втрати води на стік; K_s — коефіцієнт, який враховує використання змінного часу.

Визначення питомих витрат енергії проводили для дощувальних машин фронтальної дії двох модифікацій: 3-х опорної з шириною захвату дощем 237,5 м і робочим тиском на вході в машину 0,33 МПа та 10-ти опорної з шириною захвату дощем — 647,1 м і робочим тиском на вході в машину — 0,44 МПа. Ці машини працюють за витрати води 75 л/с. У розрахунках приймалося, що подача води від гідранта зрошувальної мережі до машини здійснюється одним водоподавальним шлангом довжиною 120 м або двома — по 70 м, в обох випадках діаметр шланга — 152,4 мм.

Результати досліджень. Енергоємність зрошення, дощувальними машинами фронтальної дії, суттєво залежить від робочого тиску на вході в машину, який, в свою чергу, визначається напором на гідранті, з урахуванням його втрат по довжині водоподавального шланга.

Оскільки сучасні дощувальні машини, залежно від витрат води, обладнані водоподавальними шлангами різних діаметрів та довжини, нами визначено втрати тиску в кожному з них (рис. 2). Так, у водоподавальному шлангу діаметром 127 мм та довжиною 70 м, дощувальної машини за робочої витрати до 50 л/с, втрати тиску не перевищують 0,11 МПа, а довжиною 120 м — 0,18 МПа.

На дощувальних машинах, робоча витрата яких знаходиться в діапазоні від 50 до 90 л/с, використовують шланг діаметром 152,4 мм. При його довжині 70 м втрати тиску становлять від 0,03 до 0,11 МПа, а за довжини 120 м — 0,06–0,17 МПа.

Дощувальні машини, з робочою витратою понад 90 л/с, обладнують водоподавальним шлангом діаметром 203,2 мм. За їхньої довжини 70 та 120 м втрати напору становлять до 0,05 та 0,09 МПа відповідно.

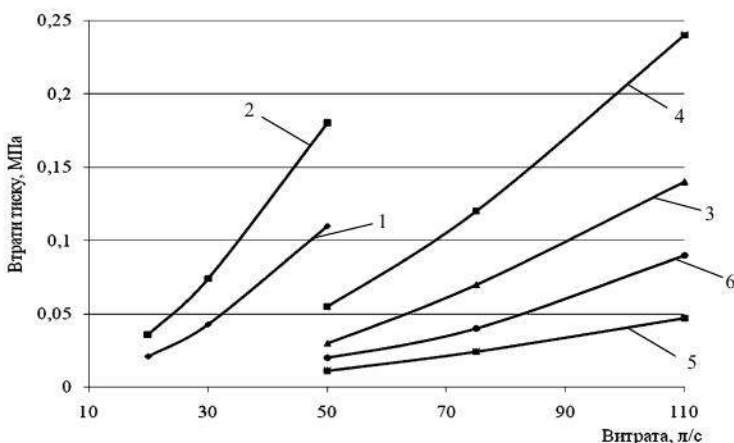


Рис. 2. Залежності витрат тиску від довжини та діаметра водоподавального шлангу:

1, 2 — водоподавальні шланги діаметром 127 мм (5 дюймів) та довжиною 70, 120 м відповідно; 3, 4 — водоподавальні шланги діаметром 152,4 мм (6 дюймів) та довжиною 70, 120 м відповідно; 5, 6 — водоподавальні шланги діаметром 203,2 мм (8 дюймів) та довжиною 70, 120 м відповідно

Аналіз розрахунків показав, що за однакового робочого тиску питомі витрати енергії на зрошення при використанні схеми водоподачі із двома шлангами довжиною по 70 м нижчі, ніж машини, до якої вода подається одним шлангом довжиною 120 м (рис. 3). Так питомі витрати на зрошення машиною обладнаною двома водоподавальними шлангами довжиною по 70 м за робочого тиску на вході 0,33 МПа та норми поливу 60 мм становлять 86,6 кВт·год/га, а машини з одним водоподавальним шлангом довжиною 120 м — 97,4 кВт·год/га.

Різниця енергоємності зрошення для усіх норм поливу за однакового тиску на вході дощувальної машини при використанні одного водоподавального шланга довжиною 120 м становить, в середньому, 12 %, порівняно з схемою водоподачі двома шлангами по 70 м. Це пояснюється додатковими втратами тиску у водоподавальному шлангу, які за його довжини 70 м становлять 0,07 МПа, а 120 м — 0,12 МПа (рис. 2).

Також слід зазначити, що збільшення норми поливу призводить до підвищення питомих витрат енергії на зрошення. Так питома енергоємність зрошення

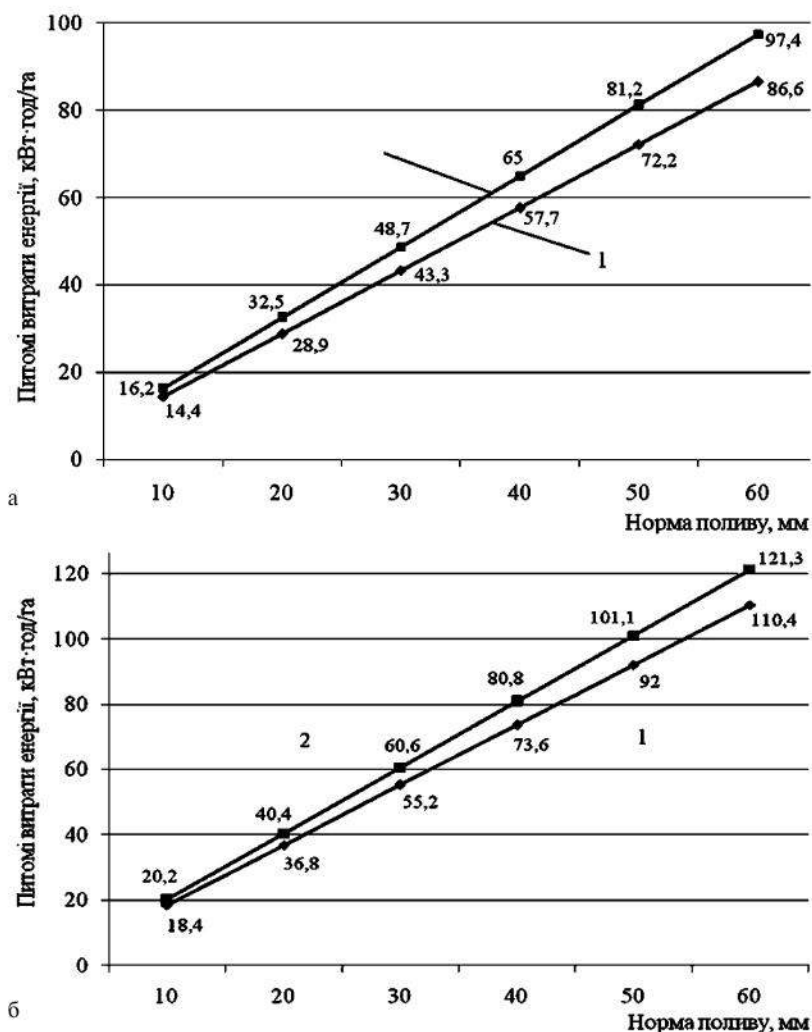


Рис. 3. Питомі витрати енергії на зрошення дощувальними машинами за робочого тиску в вході в машину 0,33 (а), 0,44 (б) МПа залежно від норми поливу та довжини водоподавального шланга:

1 — довжина шланга 70 м; 2 — довжина шланга 120 м

за тиску на вході в машину 0,44 МПа та норми поливу 20 мм, з шлангом довжиною 120 м становить 40,4 кВт·год/га, а за норми поливу 50 мм — на 60,7 кВт·год/га більше.

Крім того, використання двох водоподавальних шлангів дає можливість проводити полив без зупинки технологічного процесу, що сприяє підвищенню значення коефіцієнта використання робочого часу зміни. Це, в свою чергу, впливає на зниження питомих витрат енергії та збільшення продуктивності дощувальних машин.

Висновки. Застосування схеми подачі води до дощувальних машин фронтальної дії, за використання двох водоподавальних шлангів довжиною по 70 м дає можливість зменшити питомі витрати електроенергії до 12 %, порівняно з водоподачею одним шлангом довжиною 120 м, незалежно від робочого тиску.

При експлуатації сучасних дощувальних машин, на зрошувальних системах, побудованих для роботи ДМ «Дніпро», із водоподавальним шлангом довжиною 120 м, відстань між гідрантами дорівнюватиме 216 м, зі схемою водоподачі при використанні двох шлангів по 70 м — 108 м.

Перевищення робочого тиску призводить до підвищення енергоємності зрошення та здороження поливу сільськогосподарських культур.

Бібліографія

1. *Машини і обладнання для зрошування: посібник* / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука, В.А. Сташука; М-во аграр. політики та прод-ва України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. — 112 с.: іл., табл. — (Серія «Сільськогосподарська техніка XXI: моніторинг, випробування, прогнозування»).
2. *Техніко-експлуатаційна та агротехнічна характеристика нової вітчизняної дощувальної машини «Фрегат» ДМФЕ* / Ю. Гринь, О. Музика, А. Мігальов [та ін.] // *Техніка і технології АПК*. — 2012. — № 1 (28). — С. 20-24.
3. *Рекомендації по зменшенню питомих витрат електроенергії в комплексі «насосна станція — зрошувальна мережа — дощувальна машина»*: ВНД 33-3.3-04-2001. — К.: Держводгосп України, 2000. — 47 с.

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН К ГИДРАНТУ НА РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Приведены результаты исследований влияния схемы подключения современных многоопорных дождевальных машин фронтального действия к гидранту на удельный расход электроэнергии при орошении. Получены зависимости энергоемкости орошения от длины и диаметра водоподающего шланга дождевальной машины.

Ключевые слова: *удельный расход электроэнергии, многоопорная дождевальная машина фронтального действия, водоподающий шланг, рабочее давление.*

THE INFLUENCE OF SPRINKLERS CONNECTION DIAGRAMS TO HYDRANT ON THE POWER CONSUMPTION

The authors show the researches results of influence the connection diagrams for modern multisupporting frontal action sprinklers to the hydrant on the specific energy consumption under irrigation. There are the dependences of the energy intensity of irrigation on the length and diameter of the sprinkler water supply hose in the article.

Key words: *the specific power consumption, multisupporting frontal action sprinkler, water supply hose, operational pressure.*