

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**

**СТЕПОВИЙ ЗОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ЦЕНТР ПРОДУКТИВНОСТІ АПК**

ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ

**Бібліотека спеціаліста АПК
„Економічні нормативи”**

**МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА
НОРМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ВИТРАТИ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ І ПАЛИВА НА ЗРОШЕННІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Київ – 2019

УДК 631.67:[620.9:[621.3+62-63]:338.58]](083.7)

М 54

Бібліотеку засновано в 2000 р.

Автори: І. М. Демчак, В. М. Івченко, А. Є. Величко, Р. М. Кухарук, О. С. Зірнак, В. Ф. Іваненко, М. І. Ромашенко, А. П. Шатковський, В. М. Попов, Ю. І. Гринь, В. В. Бабіцький.

Рецензенти: *І. І. Вінніченко*, доктор економічних наук, професор, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет; *О. П. Величко*, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту і права Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет.

Друкується за рішенням вченої ради Українського науково-дослідного інституту продуктивності агропромислового комплексу (*протокол № 4 від 20 грудня 2019р.*)

М 54 Методичні положення та норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошенні сільськогосподарських культур / І. М. Демчак, В. М. Івченко, А. Є. Величко, Р. М. Кухарук та ін. – К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2019. – 192 с. (Б-ка спеціаліста АПК „Економічні нормативи”).

ISBN 978-617-613-082-6

У науково-практичному виданні викладено методичні аспекти для розроблення науково обґрунтованих норм продуктивності, витрат електроенергії і палива на зрошенні сільськогосподарських культур, наведенні технічні характеристики дощувальних машин (установок) та норми продуктивності, витрати електроенергії і палива на зрошення сільськогосподарських культур дощувальними машинами й установками, які застосовують на сільськогосподарських підприємствах усіх форм власності та господарювання.

Для керівників та фахівців системи продуктивності АПК, підприємств усіх форм власності, податкових органів та профспілкових організацій, органів управління виробництвом усіх рівнів, працівників місцевих органів влади, наукових працівників, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації.

УДК 631.67:[620.9:[621.3+62-63]:338.58]](083.7)

Без права перевидання. Відтворення або використання матеріалу, що міститься в інформаційному продукті, для освітніх або некомерційних цілей вирішується без отримання попередньої письмової згоди власників авторського права за умови посилання на його повну біографічну назву згідно з ДСТУ 7.1:2006. Відтворення або використання матеріалу, що міститься в даному інформаційному продукті, для перепродажу, інших комерційних цілей або угод (договорів) на розробку науково-дослідних робіт забороняється без отримання попередньої письмової згоди власників авторського права. Ці умови відносяться і до видань попередніх років. Заявку на отримання такого дозволу слід направляти науково-організаційному відділу НДІ "Укראгропромпродуктивність" за адресою: 03035, м. Київ, пл. Солом'янська, 2, або електроною поштою uapp_god@ukr.net.

ISBN 978-617-613-082-6

© І. М. Демчак, В. М. Івченко,
А. Є. Величко, Р. М. Кухарук та ін., 2019

Зміст

Вступ.....	7
Терміни та визначення понять.....	11
Розділ 1. Класифікація трудових операцій на зрошенні сільськогосподарських культур.....	14
1.1. Система класифікації і кодування.....	14
1.2. Опис класифікаційних таблиць.....	16
1.3. Класифікаційні таблиці.....	16
Розділ 2. Розрахунок норм і нормативів та тарифікація механізованих робіт на зрошенні.....	18
2.1. Порядок розрахунку норм продуктивності на зрошенні сільськогосподарських культур.....	18
2.2. Порядок розрахунку типових норм продуктивності на поверхневий полив по борознах із застосуванням поливних трубок, трубок-сифонів і гнучких трубопроводів.....	24
2.3. Порядок розрахунку норм обслуговування дощувальних машин або установок.....	27
2.4. Порядок розрахунку норм витрат палива та електроенергії на зрошенні сільськогосподарських культур.....	31
2.5. Технологічні особливості при роботі з різними поливними комплексами.....	33
2.6. Способи поливу сільськогосподарських культур.....	35
2.7. Системи зрошення та технологічні схеми роботи машин.....	44
Розділ 3. Нормування питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями	71
3.1. Загальні положення.....	71
3.2. Класифікація норм питомих витрат електроенергії..	72
3.3. Визначення норм питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями.....	73
3.4. Порядок формування вихідних даних для розрахунку норм питомих витрат електроенергії.....	82
3.5. Організація нормування питомих витрат електроенергії та контролю за використанням встановлених норм...	83

Розділ 4. Норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошення сільськогосподарських культур.....	86
4.1. Норми продуктивності на зрошенні високонапірними модифікаціями зрошувальної машини ДМУ "Фрегат".....	87
4.2. Норми продуктивності на зрошенні низьконапірними модифікаціями зрошувальної машини ДМУ "Фрегат".....	97
4.3. Норми продуктивності на зрошенні мобільною дощувальною установкою МДУ-75.....	99
4.4. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою "Bauer Rainstar" E 41.....	100
4.5. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою "Bauer Rainstar" E 51.....	102
4.6. Норми продуктивності та витрати електроенергії на зрошенні дощувальним агрегатом "Irrimek Optirain" ST-5...	103
4.7. Норми продуктивності та витрати електроенергії на зрошенні дощувальним агрегатом "Irrimek Optirain" ST-8...	104
4.8. Норми продуктивності та витрати палива й електроенергії на зрошенні дощувальною установкою шлангово-барабанного типу Irrimec MF 3-110 TG-600	105
4.9. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні поливною системою барабанного типу Ocmis	106
4.10. Норми продуктивності та витрати електроенергії на зрошенні дощувальною машиною "Idrofodlia" G5D-100 G540	107
4.11. Норми продуктивності та витрати палива на полив дощувальною машиною фронтального переміщення Rainke A-100.....	108
4.12. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною барабанного типу Valley 8120 Pivot..	109
4.13. Норми продуктивності та витрати палива на полив дощувальною системою фронтального переміщення Valley Rainger	111
4.14. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Pierce 800 M	112
4.15. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Pierce L95-803.....	113

4.16. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Pierce L95-520.....	114
4.17. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Zimmatic 354 M	115
4.18. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Zimmatic 434 M	116
4.19. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Zimmatic 800 M	118
4.20. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною T-L 243 M OSL+.....	119
4.21. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною T-L 295 M.....	120
4.22. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною T-L 400M Ultra Linear.....	121
4.23. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною T-L 620 M	122
4.24. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Quadrostar QS-100.....	123
4.25. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Western Irrigation-G8T.....	124
4.26. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою Bauer Rainstar E 31.....	125
4.27. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою RKD.....	126
4.28. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою Bauer T 51.....	127
4.29. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Rainke (кругова).....	128
4.30. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою. Valley	129
Розділ 5. Норми продуктивності, витрати палива та електроенергії на краплинне зрошення сільськогосподарських культур.....	130
5.1. Методика розрахунку систем краплинного зрошення.....	130
5.2. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення овочів (T-Tape-508-20-500 (John Deere).....	137
5.3. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення саду (поливний трубопровід Dripnet PC 16009 35,4 mil; 1,6 л/год; 0,7m).....	138

5.4. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення саду (поливний трубопровід Dripnet PC16009 35,4 mil; 1,6 л/год; 0,5m).....	139
5.5. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення овочів (Strimline 16060; 6 mil; 0,65 л/год;0,3m).....	140
Додаток А. Технічні характеристики дощувальних машини та установок.....	141
Додаток Б. Кількість та орієнтовні норми вегетаційних поливів за дощування.....	164
Додаток В. Види поливу, строки їх проведення і норми витрати поливної води.....	165
Додаток Г. Довжина поливної борозни і величина поливного струменя залежно від механічного складу ґрунту і ухилу поля.....	166
Додаток Д. Витрати палива на роботу пересувних електростанцій та генераторів електроенергії.....	167
Додаток Е. Розрахункові значення градувальних коефіцієнтів та норми питомих витрат електроенергії для насосних агрегатів.....	169
Додаток Ж. Абсолютні відхилення ккд насосів від паспортних значень.....	179
Додаток З. Приклади обґрунтування норм питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями.....	180
Додаток И. Економія електроенергії на насосних станціях за рахунок зменшення робочого тиску шляхом обточування діаметра робочого колеса насоса.....	185
Додаток К 1. Втрати напору і енергії на транспортування води до дощувальних машин.....	186
Додаток К 2. Втрати напору та енергії на запірних регулюючих і запобіжних пристроях.....	187
Додаток Л. Норми питомих витрат палива на подачу води дощувальними машинами зарубіжного і вітчизняного виробництва.....	188
Додаток М. Норми питомих витрат палива на подачу води насосними станціями.....	189
Список літератури.....	191

Вступ

Невпинне зростання кількості населення та зменшення площі продуктивних земель у світі зумовило необхідність інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво з метою отримання більшої кількості продукції з одиниці площі. Одним із заходів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є збільшення кількості зрошуваних земель. За останні 20 років у світі площа зрошуваних земель збільшилася на 50 млн га. На 1 січня 2015 року вона становила 299 млн га. Найбільшими площами цих земель вирізняється Китай та Індія, що в основному зумовлено вирощуванням культури рису в найбільших обсягах у світі.

У продовольчому і ресурсному забезпеченні наявні такі передумови підвищення ролі зрошення земель:

- глобальні зміни клімату;
- прогресуючий дефіцит водних ресурсів;
- світова продовольча криза.

Хронічне невирішення проблеми зрошення земель посилює фактори ризику для виробників сільськогосподарської продукції. Так за 2018 рік в Україні нараховується политих зрошуваних земель 508,7 тис. га посівної площі, що на 17,4 тис. га більше ніж у 2017 році. Серед головних причин неефективного використання земель, що потребують зрошення, незадовільний технічний стан господарських мереж, зношеність насосно-силового обладнання, відсутність дощувальних машин тощо. Враховуючи негативну динаміку оновлення та зростання темпів скорочення необхідної техніки для зрошення (так, у 2018 році наявність дощувальних машин в Україні становила 4,3 тис. од, що втричі менше, ніж у 2010 році), країна потребує запровадження кардинальних заходів щодо поліпшення технічного стану у сфері зрошення та залучення нових (інноваційних) технологій;

В Україні 40% території за природною зволоженістю перебуває у несприятливих для сільського господарства кліматичних умовах, адже значна її територія розташована в зонах недостатнього та нестійкого зволоження. Степова зона півдня України відзначається континентальним, жарким, посушливим кліматом. Невелика кількість опадів при значному надходженні теплових ресурсів призводить до того, що ведення землеробства в зоні південного степу України знаходиться на межі постійного ризику, а врожайність культур коливається в широких межах. Тому важливе місце в інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції посідає зрошення.

Отже, зрошувальні землі за станом свого використання практично втратили роль чинника стабілізації ресурсного та продовольчого забезпечення держави. Таке становище зумовлене, передусім, незадовільним технічним станом зрошувальних земель, слабким оновленням парку дощувальної техніки і погіршенням еколого-меліоративного стану зрошувальних земель. На сучасному етапі ефективне ведення сільськогосподарського виробництва неможливе без упорядкування системи норм і нормативів на кожному підприємстві, без приведення їх у відповідність з конкретними умовами господарства і досягнутим рівнем продуктивності праці.

Зрошуване землеробство забезпечує гарантований урожай зернових і кормових культур. Багаторічні дані свідчать, що урожайність злаків на поливних землях вдвічі, а то й більше перевищує врожайність суходолу, а кормових культур – у 3–4 рази.

Стратегія розвитку сільського господарства в Україні повинна визначити оптимальне технологічне й технічне забезпечення вирощування зернових і кормових культур, орієнтуючись на вітчизняне виробництво дощувальної

техніки з урахуванням тенденцій розвитку її у світі.

Для виправлення кризового становища, використання повного потенціалу зрошувального землеробства необхідно виконати комплексну реконструкцію та будівництво зрошуваних систем. Основним завданням впровадження цих засобів є оптимізація водного режиму ґрунтів і поліпшення продовольчого забезпечення населення.

Стратегія розвитку перспективної дощувальної техніки повинна ґрунтуватися на таких основних принципах:

- підвищення рівня використання земельних ресурсів шляхом впровадження самохідних фронтальних дощувальних машин із забором води із закритої зрошувальної мережі;

- зменшення капіталовкладень за рахунок багатофункціонального використання розподільної мережі і дощувальної техніки, оптимізації параметрів модулів зрошення на основі мінімізації енергетичних і матеріальних ресурсів;

- багатофакторна оптимізація режимів зрошення не за максимальною біологічно можливою нормою, а за заданою нормою прибутку і з урахуванням агротехнічних показників дощувальних машин, які гарантують екологічну безпеку ґрунту;

- системний підхід при проєктуванні, експлуатації зрошувальних систем і розробці нових засобів зрошення, уніфікація збірних одиниць техніки, які утворюють типові поливні модулі.

У сучасному сільськогосподарському виробництві існує п'ять основних способів зрошення: поверхневий, дощування, внутрішньогрунтовий, крапельний, аерозольний (дрібнодисперсний). Вони різняться між собою принципом застосування залежно від вирощуваних культур, вартістю і витратами водних та енергетичних ресурсів. Рациональне використання води істотно зменшує вартість і підвищує якість

виращуваних продуктів харчування. За оцінками фахівців, близько 80% усього водопостачання чи водовикористання на планеті припадає на сільськогосподарські потреби. Велика шкода завдається водним ресурсам, які швидкоплинно та безвідновно використовуються. Тому розробка ефективних технологій зрошування набуває важливого значення. Існують наступні системи зрошування: канално-міжрядні, кругові, крапельні, барабанного типу, фронтальні. Кожна з них має свої переваги і недоліки, але всі вони мають право на існування, якщо не завдають шкоди природі.

Норми продуктивності та витрати електроенергії й палива на зрошувальні машини та системи розроблені на основі фотохронометражних спостережень, проведених на сільськогосподарських підприємствах України та змодельовані на ПК. При розробці використані матеріали і результати досліджень науково-дослідних установ системи проуктивності.

На роботи, не передбачені збірником, або при впровадженні у виробництво більш досконалої організації праці, технології робіт тощо на основі наведених у збірнику нормативних матеріалів і фотохронометражних спостережень можна розробити і ввести у встановленому порядку місцеві норми.

Книга розроблена та підготовлена до видання фахівцями НДІ “Украгропромпродуктивність”, ЗНДЦ “Степагропром-продуктивність” та Інституту водних проблем та меліорації НААН: М. І. Ромашенком (розділ 2-5), А. П. Шатковським (розділ 5, додаток Б), В. М. Поповим (розділ 3, додаток Д, Е, Ж, З), Ю. І. Гринем, В. В. Бабіцьким (розділ 2.1, 4, додаток И, К, Л).

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Відкрита зрошувальна мережа – система каналів для підведення води від джерела зрошення до зрошувального масиву та розподілення її між поливними ділянками.

Водовіддача – здатність ґрунту до випаровування води.

Водозабір – забирання води з річки або водоймища в зрошувальні канали.

Водоспоживання – технологічний процес подачі води із зрошувальної мережі на зрошення та інші потреби.

Дощування – спосіб зрошення і поливання, при якому вода за допомогою водопроводів подається на поле і спеціальною машиною розбризкується над зрошуваною ділянкою у вигляді дощу.

Дощувальна машина – машина, що забирає воду із закритої чи відкритої зрошувальної мережі та подає її на поле у вигляді штучного дощу.

Дощувальна машина фронтальної дії – автоматизована дощувальна машина, переміщувана по полю під прямим кутом до лінії розподільчого трубопроводу або каналу, яка зрошує прямокутну ділянку.

Дощувальна машина кругової дії – автоматизована дощувальна машина, що приєднана до гідранта закритої зрошувальної мережі і виконує поливання під час обертання розподільчого трубопроводу навколо центральної нерухокої опори.

Дощувальна установка – пристрій для позиційного поливання дощуванням, установлений на гідранті закритої зрошувальної мережі, який працює від тиску води в мережі.

Закрита зрошувальна мережа – система трубопроводів для підведення води від джерела зрошення до зрошувального масиву та розподілення її між поливними ділянками.

Зрошення, іригація – штучне зволоження ґрунту для одержання гарантованих високих урожаїв сільськогосподарських культур. Застосовують тоді, коли природне зволоження не забезпечує потреб рослин у воді протягом усього або частини їхнього вегетаційного періоду.

Зрошуване землеробство – вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях.

Зрошувальна норма – сумарний об'єм поливної води, який подають на одиницю площі зрошування протягом одного поливного сезону.

Зрошувальна система – комплекс гідротехнічних та інших інженерних споруд, призначених для регульованого зрошування земель у районах недостатнього природного зволоження.

Краплинне зрошення – це спосіб поливу, за якого воду локально подають до кореневмісного шару ґрунту рослин через мережу поливних трубопроводів із краплинними водовипусками.

Мікрозрошення (від грецького *μικρος* – малий) – термін, який об'єднує способи поливу, за яких здійснюється дозована подача води в зону найбільш інтенсивного розвитку кореневої системи рослин. Мікрозрошення включає такі способи локального зволоження ґрунту: краплинне зрошення із наземним і підземним розміщенням поливних трубопроводів, краплинно-ін'єкційне, краплинно-імпульсне, мікродощування (підкоронове та надкоронове – у садівництві і ягідництві), мікрострумне та дрібнодисперсне (аерозольне) зрошення.

Насосна станція – сукупність насосного устаткування та допоміжних споруд і будівель для підймання води із джерела й переміщення її при зрошенні, водопостачанні та осушенні земель.

Поверхнєве зрошення – спосіб зрошування з розподіленням води по поверхні поливної ділянки.

Полив – подавання і розподіл води на полі при штучному зволоженні ґрунту.

Поливна норма – об'єм води, який подають за один полив на одиницю площі зрошування.

Підґрунтове зрошення – один із способів поливу, при якому воду подають у ґрунт за допомогою системи підземних зрошувачів на певну глибину, а верхній кореневмісний шар зволожується внаслідок висхідного переміщення води по капілярах ґрунту.

Планування зрошуваних земель – вирівнювання поверхні зрошуваних ділянок з метою забезпечення безперешкодного

проходження води по поливних борознах і смугах під час поверхневого поливу та для рівномірного зволоження ґрунту при дощуванні.

Режим зрошення – сукупність строків, норм і кількості поливів сільськогосподарських культур.

Спеціальне водокористування – забір води з водних джерел з використанням спеціальних споруд або технічних пристроїв, застосування її для поливу, або скидання забруднених речовин із зворотними водами за допомогою каналів або інших опірних систем.

Технологічні втрати води – неминучі втрати води із зрошувальної мережі на фільтрацію, випаровування, витікання з-під затворів регулювальних споруд, гідрантів закритої мережі, в наслідок ремонтів та спорожнення системи.

Розділ 1. Класифікація трудових операцій на зрошенні сільськогосподарських культур

1.1. Система класифікації і кодування

Класифікатор видів економічної діяльності (КВЕД) є складовою системи національних класифікаторів. Його розроблено на виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 4 травня 1993 р. № 326 "Про концепцію побудови національної статистики України та Державну програму переходу на міжнародну систему обліку і статистики" на основі міжнародної статистичної класифікації видів діяльності Європейського Союзу. Він став основою для класифікації трудових операцій на вантажно-розвантажувальних роботах, методологічно ґрунтується на КВЕД і за структурою складається з блока ідентифікації та блока трудових процесів і трудових операцій.

Класифікатор трудових процесів на зрошенні сільськогосподарських культур – складова класифікатора трудових процесів у рослинництві, який розробляється згідно з науково-технічною комплексною програмою. Він встановлює основні положення системи класифікації і кодування трудових операцій, а також структуру коду трудової операції.

У класифікаторі передбачено резерв незайманих кодових позначень для включення нової інформації.

Ним можна користуватися при вирішенні нижченаведених основних завдань:

створенні системи економічних норм і нормативів, стандартизації операцій, проектуванні процесів перероблення продукції сільського господарства, техніко-економічному плануванні виробництва;

переході на безтекстову нормативно-технічну та технологічну документацію й обробленні інформації на ПК;

аналізі трудомісткості операцій для ліквідації „вузьких” місць на виробництві;

забезпеченні автоматизованого обліку і пошуку інформації.

Загальне кодове позначення трудових операцій має такий вигляд:



Приклад:

01.4 – група КВЕД „Послуги в рослинництві та тваринництві”;

01.41.08 – клас „Послуги з експлуатації іригаційних систем”;

01.41.08.1 – підклас „Поверхневий полив”;

01.41.08.2 – підклас „Крапельне зрошення”;

01.41.08.1.06 – категорія „Поверхневий полив самохідними та самопересувними дощувальними машинами та агрегатами”;

01.41.08.1.16 – категорія „Поверхневий полив дощувальними машинами та агрегатами, які агрегатуються з тракторами класу тяги до 1,4т” (згідно з оплатою праці 6-го розряду)

01.41.08.1.26 – категорія „Поверхневий полив машинами та агрегатами, які агрегатуються з тракторами класу тяги від 1,4 до 3 т” (згідно з оплатою праці 6-го розряду)

01.41.08.1.36 – категорія „Поверхневий полив машинами, які агрегатуються з тракторами класу тяги 3 т і більше” (згідно з оплатою праці 6-го розряду)

01.41.08.2.06. Краплинне зрошення системами краплинного зрошення (згідно з оплатою праці 6-го розряду)

1.2. Опис класифікаційних таблиць

Зрошення – штучне зволоження ґрунту для одержання гарантованих високих урожаїв сільськогосподарських культур. Його застосовують тоді, коли природне зволоження не забезпечує потреб рослин у воді протягом усього або частини їхнього вегетаційного періоду.

В основі класифікації трудового процесу зрошення покладено дві ознаки класифікації: способи поливу (поверхневий полив та краплинне зрошення) і поверхневий полив згідно з тарифним розрядом за групами тракторів (поверхневий полив дощувальними машинами та агрегатами, які агрегуються з тракторами класу тяги до 1,4 т, від 1,4 до 3 т та 3 т і більше).

Перелік найменувань операцій трудового процесу зрошення та їх коди наведено в табл. 1.2.

1.3. Класифікаційні таблиці

Таблиця 1.1

Послуги з експлуатації іригаційних систем – код 01.41.08

Код	Вид трудового процесу за методом виконання
01.41.08	Послуги з експлуатації іригаційних систем

Таблиця 1.2

Поверхневий полив та краплинне зрошення код 01.41.08.1 та 01.41.08.2

Код	Найменування поливного устаткування
1	2
01.41.08	Послуги з експлуатації іригаційних систем
01.41.08.1	Поверхневий полив
01.41.08.1.16	Поверхневий полив мобільною дощовою установкою МДУ-75,
01.41.08.1.16	Поверхневий полив дощувальною установкою барабанного типу Bauer Rainstar E41 ,
01.41.08.1.16	Поверхневий полив дощувальною установкою барабанного типу Bauer Rainstar E55 ,
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною машиною барабанного типу “Irrimek Optirain” ST-5,
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною машиною барабанного типу “Irrimek Optirain” ST-8,
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною установкою барабанного типу Irrimec Master MF 3-110 TG-600

Продовження табл. 1.2

1	2
01.41.08.1.16	Поверхневий полив поливною системою барабанного типу Осміс
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною машиною G5D-100G540 “Idrofoglia”
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною машиною Rainke A-100
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною системою Valley
01.41.08.1.06	Поверхневий полив дощувальною самопересувною установкою Valley Rainger
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Pierce 800 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Pierce L95-520 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Pierce L95-803 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Zimmatic 354 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Zimmatic 434 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Zimmatic 800 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною T-L 243 M OSL+
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною T-L 295 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною T-L 400 M UltraLinear
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною T-L 620 M
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Quadrostar QS-100
01.41.08.1.06	Поверхневий полив самопересувною дощувальною машиною Western Irrigation-G8T
01.04.08.2	Краплинне зрошення
01.41.08.2.06	Краплинне зрошення системою краплинного зрошення John Deere (трубками T-Tape-508-20-500)
01.41.08.2.06	Краплинне зрошення системою краплинного зрошення УКЗ
01.41.08.2.06	Краплинне зрошення системою краплинного зрошення фірми “Plastro”
01.41.08.2.06	Краплинне зрошення установкою краплинного зрошення низького тиску LPS “Netafim”

Розділ 2. Розрахунок норм і нормативів та тарифікація механізованих робіт на зрошенні

2.1. Порядок розрахунку норм продуктивності на зрошенні сільськогосподарських культур

Норму продуктивності за робочу зміну на зрошенні сільськогосподарських культур дощувальними машинами (установками) розраховують за формулою:

$$H_{\text{п}} = T_0 \times F_{\text{год}}, \quad (2.1)$$

де $H_{\text{п}}$ – норма продуктивності за робочу зміну (7 год), га; T_0 – час основної роботи або безперервного поливу за зміну, год; $F_{\text{год}}$ – продуктивність машини за годину основного часу, га.

Продуктивність машини (установки) за годину основного часу визначають за формулою:

$$F_{\text{год}} = \frac{3,6 \times Q_{\text{м}}}{m \times \beta}, \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{м}}$ – витрати води дощувальною машиною (установкою), л/с; m – поливна норма, м³ води на 1 га; β – коефіцієнт, що враховує втрати води на випаровування під час поливу дощувальною машиною (установкою).

Для машин типу ДДА-100 МА продуктивність (W) залежно від числа проходів вздовж зрошувача при поливі (n) розраховують за формулою:

$$W = \frac{B_p \times V_{\text{ср}}}{10000 \times n}, \quad (2.3)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату (з урахуванням перекриття смуги поливу), м; $V_{\text{ср}}$ – середня робоча швидкість руху агрегату, м/год; n – число проходів агрегату вздовж каналу при поливі зрошуваної ділянки; 10000 – коефіцієнт переведення м³ у гектари зрошуваної площі.

Нормативний основний робочий час зміни залежить від організаційно-технічних умов і технології виконання поливу.

Для машин і установок типу ДДН-70, ДДН-100,

“Волжанка”, “Сигма” і “Радуга” час основної роботи визначають за формулою:

$$T_o = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{оп})}{1 + K_{д} + K_{обс}}. \quad (2.4)$$

Для дощувальних агрегатів типу ДДА-100МА, ДФ-120 “Дніпро”:

$$T_o = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{оп})}{1 + K_{обс} + K_{пто}}. \quad (2.5)$$

Для дощувальних машин типу “Фрегат” при використанні їх:

на одній позиції:

$$T_o = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{оп})}{1 + K_{обс}}, \quad (2.6)$$

на двох – трьох позиціях:

$$T_o = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{оп})}{1 + K_{обс} + K_{пто}}, \quad (2.7)$$

де $K_{д}$ – коефіцієнт допоміжного часу, який припадає на 1 год основної роботи або безперервного поливу; $K_{обс}$ – коефіцієнт, що враховує час на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, визначений як відношення часу організаційно-технічного обслуговування до часу безперервного поливу; $K_{пто}$ – коефіцієнт часу на перерви, зумовлені технологією і організацією поливу, який припадає на 1 год безперервного поливу.

При перекочуванні машини “Волжанка” з кінцевої на початкову позицію та пересуванні машини ДДН-70 і ДДН-100 з одного зрошувача на інший в межах зрошуваної ділянки час основної роботи для зазначеного поливного устаткування розраховують за формулою:

$$T_o = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{оп})}{1 + K_{д} + K_{обс} + K_{пто}}. \quad (2.8)$$

Коефіцієнт допоміжного часу (K_D) обчислюють за формулою:

а) для машин ДДН-70, ДДН-100:

$$K_D = \frac{600 \times Q_m \times T_D}{M \times F_n \times B}, \quad (2.9)$$

де 600 – коефіцієнт переведення л/с у м³/год і хвилин у години; T_D – допоміжний час на один переїзд агрегату з однієї позиції на іншу, хв; F_n – площа поливу агрегату з однієї позиції, га.

Час допоміжної роботи для ДДН-70 і ДДН-100 при заборі води з відкритої зрошувальної мережі розраховують за формулою:

$$t_d = t_{зм} + t_{пм} + t_{пер}, \quad (2.10)$$

де $t_{зм}$ – час на зняття однієї водопідпірної перемички (час перенесення та установлення перемички на черговій позиції перекривається часом поливу на попередній позиції), хв; $t_{пм}$ – час на переведення агрегату в транспортне, а після переїзду в робоче положення, пуск агрегату в роботу (полив), хв на одну позицію; $t_{пер}$ – час одного переїзду агрегату на наступну позицію, хв;

б) для машин “Волжанка”, ДФ-120 “Дніпро”, “Радуга”, “Сигма”, ППА-165У коефіцієнт часу визначають за формулою:

$$K_D = \frac{600 \times Q_m \times T_D}{M \times B_p \times L_n}, \quad (2.11)$$

де L_n – відстань між суміжними позиціями (“Волжанка”, ДФ-120 “Дніпро”, “Радуга”, “Сигма”) або середня довжина зрошувальних борозен, смуг ділянки (ППА-165У) м; 600 – коефіцієнт переведення л/с у м³/хв і хвилин у години.

Час допоміжної роботи для установок “Волжанка”, ДФ-120 “Дніпро”, ППА-165У розраховують за формулою:

$$t_d = t_{зм} + t_{пм} + t_{пер} \quad (2.12)$$

Час переїзду агрегату на наступну позицію обчислюють за формулами:

для ДДН-70, ДДН-100, ДФ-120 “Дніпро”, ППА-165У:

$$t_{пер} = \frac{60 \times L_n}{V_{тр}}; \quad (2.13)$$

для “Волжанки” (двох робочих крил):

$$t_{пер} = \frac{60 \times 2L_n}{V_{тр}}, \quad (2.14)$$

де $V_{тр}$ – середня швидкість пересування “Волжанки”, руху ДДН-70, ДДН-100, ДФ-120 “Дніпро”, ППА-165У по зрошуваній ділянці, м/год; 60 – коефіцієнт переведення годин у хвилини.

Час допоміжної роботи виконавців, що обслуговують установки “Радуга” і “Сігма”, розраховують за формулою:

$$t = t_{внк} + t_{птр} + t_{рпк}, \quad (2.15)$$

де $t_{внк}$ – час на відключення одного і підключення другого робочого зрошувального крила, хв на одне крило; $t_{птр}$ – час на перенесення і приєднання труб-ланок розподільного трубопроводу, хв на одну позицію; $t_{рпк}$ – час на розбирання, перенесення і складання труб-ланок зрошувального трубопроводу (крила), хв на одне крило.

для машини ДДА-100 МА:

$$K_d = \frac{V_{сеп} \times t_d}{60 \times L_B \times n}, \quad (2.16)$$

де L_B – середня довжина робочого б'єфа зрошувача, м.

Коефіцієнт організаційно-технічного обслуговування робочого місця виконавцем ($K_{обс}$) визначають за формулою:

$$K_{обс} = \frac{\sum(T_{дм} + T_{дзт})}{\sum T_o}, \quad (2.17)$$

де $\sum T_{дм}$ і $\sum T_{дзт}$ – відповідно сума часу на обслуговування зрошувальної техніки (устаткування) і на обслуговування

зрошувальної мережі, яка підводить воду безпосередньо до зрошувальної техніки і зрошуваної ділянки за дні спостережень, год; $\sum T_0$ – сума часу основної роботи (безперервного поливу за той же період спостережень), год.

Коефіцієнт часу перерви в роботі дощувального агрегату ДДА-100 МА, зумовленого технологією й організацією зрошування (зміна одного робочого б'єфа зрошувача на інший), ($K_{пто}$) розраховують за формулою:

$$K_{пто} = \frac{V_{сер} \times t_{пто}}{60 \times n \times L_p}, \quad (2.18)$$

де $t_{пто}$ – час перерви, пов'язаної із зміною робочого б'єфа зрошувача, хв на одну перерву (випадок); L_p – довжина робочого б'єфа зрошувача, м; 60 – коефіцієнт переведення годин у хвилини.

У такому випадку час перерви включає час заповнення водою тимчасового зрошувача на довжину робочого б'єфа (t_3) і час на заміну перемички ($t_{зп}$):

$$t_{пто} = t_3 + t_{зп}. \quad (2.19)$$

Значення t_3 (хв) залежить від “живого” переїзду тимчасового зрошувача – $K_{зр}$ (m^2), довжини робочого б'єфа – L_p (м) витрати води по зрошувачу – $g_{зр}$ (л/с):

$$t_3 = \frac{L_p \times K_{зр}}{0,06 \times g_{зр}}, \quad (2.20)$$

де 0,06 – коефіцієнт переведення годин у хвилини.

Число проходів дощувальним агрегатом ДДА-100МА вздовж зрошувача під час поливу розраховують за формулою:

$$n = \frac{V_{сер} \times B_p \times M \times B}{36000 \times Q_m}. \quad (2.21)$$

Для визначення часу перерв, пов'язаних із переїздами дощувальних агрегатів ДДН-70, ДДН-100 і ДДА-100МА з одного зрошувача на інший, а машин “Волжанка” і “Дніпро”

з кінцевої на вихідну (початкову) позицію в межах однієї зрошуваної ділянки, визначають коефіцієнти:

для агрегатів ДДН-70 і ДДН-100

$$K_{\text{пто}} = \frac{600 \times Q_{\text{м}} \times (t_{\text{пер}} + t_{\text{пм}} + t_{\text{зм}})}{L_{\text{мор}} \times L_{\text{зр}} \times M \times B}; \quad (2.22)$$

для дощувальних агрегатів типу ДДА-100МА

$$K_{\text{пто}} = \frac{V_{\text{сер}} \times (t_{\text{пер}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{пмп}})}{600 \times n \times \text{ДЗ}}; \quad (2.23)$$

для машин “Волжанка” і ДФ-120 “Дніпро”

$$K_{\text{птр}} = \frac{600 \times Q_{\text{м}} \times (t_{\text{пер}} + t_{\text{пнт}} + t_{\text{пмп}})}{L_{\text{ор}} \times B_{\text{р}} \times M \times B}, \quad (2.24)$$

де $t_{\text{пер}}$ – час переїзду (машини) агрегату з одного зрошувача на інший або з кінцевої на вихідну позицію зрошуваної ділянки, хв на один переїзд (випадок); $t_{\text{пмп}}$ – час на підготовку машини (після переїзду) в робоче положення, хв на одну підготовку; $L_{\text{ор}}$ – довжина зрошувача, м; $L_{\text{мор}}$ – відстань між зрошувачами, м.

Час переїзду дощувальних машин типу ДДН-70, ДДН-100 і ДДА-100МА складається з часу переїзду між зрошувачами і вздовж нового зрошувача зрошуваної ділянки до місця початку зрошення. Його розраховують за формулою:

$$t_{\text{пер}} = \frac{60 \times (L_{\text{ор}} + L_{\text{мор}})}{V_{\text{тр}}}. \quad (2.25)$$

Час переїзду машини “Волжанка” (з двох робочих крил) з кінцевої на вихідну позицію зрошуваної ділянки визначають за формулою:

$$t_{\text{пер}} = \frac{120 \times (L_{\text{ор}} + L_{\text{мор}}) \times V}{V_{\text{тр}}}, \quad (2.26)$$

де V – коефіцієнт, що враховує час на вирівнювання крила вручну при перекочуванні машини по ділянці.

Час переїзду машини ДФ-120 “Дніпро” з кінцевої на

вихідну позицію зрошуваної ділянки розраховують за формулою:

$$t_{\text{пер}} = \frac{60 \times (L_{\text{ор}} + L_{\text{п}})}{V_{\text{тр}}}. \quad (2.27)$$

При використанні дощувальної машини “Фрегат” на двох або трьох позиціях час перерви в роботі, зумовлений переїздом на іншу позицію в межах зрошуваної ділянки, визначається часом основної роботи (безперервного зрошення), помноженого на коефіцієнт. Величина коефіцієнта ($K_{\text{пто}}$) залежить від середньої тривалості одного переїзду, встановлення машин в транспортне, а після переїзду – в робоче положення і розраховується при використанні машини в двох позиціях за формулою:

$$K_{\text{пто}} = \frac{600 \times Q_{\text{м}} \times (t_{\text{пер}} + t_{\text{пнт}} + t_{\text{пмп}})}{\pi \times R^2 \times M \times B}; \quad (2.28)$$

на трьох позиціях:

$$K_{\text{пто}} = \frac{200 \times Q_{\text{м}} \times (4t_{\text{пер}} + 3t_{\text{пнт}} + 3t_{\text{пмп}})}{\pi \times R^2 \times M \times B}, \quad (2.29)$$

де π – постійне число 3,14; R – радіус поливу площі, м.

2.2. Порядок розрахунку типових норм продуктивності на поверхневий полив по борознах із застосуванням поливних трубок, трубок-сифонів і гнучких трубопроводів

Розрахунок змінної норми продуктивності на полив сільськогосподарських культур вручну із застосуванням пристроїв по борознах ($H_{\text{п}}$) проводять за формулою:

$$H_{\text{п}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} + T_{\text{оп}}}{H_{\text{ч}}}, \quad (2.30)$$

де $H_{\text{п}}$ – норма продуктивності за робочу зміну, га; $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год; $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, хв; $T_{\text{оп}}$ – час перерв на особисті потреби, год; $H_{\text{ч}}$ – норма часу на 1 га

зрошеної площі, год.

Підготовчо-заклучний час триває 0,17 год за зміну незалежно від її тривалості. Час на особисті потреби за зміну приймається 0,17 год.

Норму часу на 1 га зрошеної ділянки ($H_{\text{ч}}$) визначають за формулою:

$$H_{\text{ч}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{K_{\text{від}}}{100}\right) + T_{\text{обс}}, \quad (2.31)$$

де $T_{\text{оп}}$ – час оперативної роботи, тобто всієї роботи, виконаної при подаванні й розподіленні води на зрошеній ділянці (операції, як правило, циклічні), год/га; $T_{\text{обс}}$ – час організаційно-технічного обслуговування зрошеної ділянки, тобто всіх робіт забезпечення якості виконаної роботи – опрацювання й очищення вивідних і поливних борозен, тимчасових підпор, пристроїв по розподілу води на зрошеній ділянці, регулюванню її витрати та ін. (операції нециклічні і витрати праці на їх виконання залежать від тривалості поливу), год/га; $K_{\text{від}}$ – час на відпочинок виконавця, % від оперативного часу, $K_{\text{від}} = 11\%$.

Оскільки на поливі вручну немає розділення часу на основний і допоміжний, то оперативний час ($T_{\text{оп}}$) визначають за формулами:

а) при зрошенні з розподілом води по борознах за допомогою трубок і трубок-сифонів:

$$T_{\text{оп}} = \frac{\Pi_{\text{п}}(t_{\text{уп}} + t_{\text{сп}}) + \Pi_{\text{б}}(t_{\text{уб}} + t_{\text{зв}})}{60}, \quad (2.32)$$

де $t_{\text{уп}}$ і $t_{\text{сп}}$ – відповідно час установлення і знімання тимчасової перемички на зрошувачі, хв; $t_{\text{уб}}$ і $t_{\text{зв}}$ – відповідно час установлення і закривання (знімання) пристрою при розподілі води по борознах, хв; $\Pi_{\text{п}}$ і $\Pi_{\text{б}}$ – відповідно кількість перемичок і поливних борозен на одному гектарі;

б) при поливанні гнучким трубопроводом:

$$T_{\text{оп}} = \frac{\Pi_{\text{б}}(t_{\text{уп}} + t_{\text{сп}}) + \Pi_{\text{б}}(t_{\text{об}} + t_{\text{зв}})}{60}, \quad (2.33)$$

де t_{yt} , t_{ct} , t_{ov} , t_{zv} – відповідно час установаження (розкладання й з'єднання трубопроводів) і збирання ланок після зрошення, відкривання та закривання водовипускних отворів трубопроводу, хв на ланки.

Число поливних борозен на 1 га (Π_6) визначають за формулою:

$$\Pi_6 = \frac{10^4}{L_{\text{бсер}} \times a}, \quad (2.34)$$

де Π_6 – число зрошувальних борозен на 1 га; $L_{\text{бсер}}$ – середня довжина поливної борозни, м; a – ширина міжрядь, м.

Середню довжину поливної борозни ($L_{\text{бсер}}$) розраховують за формулою:

$$L_{\text{бсерф}} = \frac{\sum (L_{\text{бсерф}} \times \Pi_{\text{бф}})}{\sum \Pi_{\text{бфн}}}, \quad (2.35)$$

де $L_{\text{бсерф}}$ – середня довжина поливної борозни кожної фігури ділянки, м; $\Pi_{\text{бф}}$ – кількість поливних борозен кожної фігури ділянки.

Під довжиною поливної борозни слід розуміти відстань між вивідними борознами зрошуваної ділянки.

Залежно від середньої довжин поливної борозни ($L_{\text{сер}}$) і відстані між перемичками (довжина робочого б'єфа) кількість перемичок на 1 га (Π_n) дорівнюватиме:

$$\Pi_n = \frac{10^4}{L_p \times L_{\text{бсер}}}, \quad (2.36)$$

де Π_n – кількість перемичок на 1 га зрошуваної ділянки; $L_{\text{бсер}}$ – середня довжина поливної борозни, м; L_p – довжина робочого б'єфа, або відстань між перемичками, м.

Для розрахунку відстані між перемичками на вивідній борозні (L_p) використовують формулу:

$$L_p = \frac{h}{J}, \quad (2.37)$$

де L_p – відстань між перемичками, м; h – перевищення горизонту води в тимчасовому зрошувачі над поверхнею зрошуваної ділянки, м, $h = 0,1$; J – схил дна тимчасового обслуговування зрошуваної ділянки ($T_{обс}$) визначається за нормативами, які встановлені за матеріалами проведених фотографій робочого дня.

Нормативи являють собою відсоткове відношення часу обслуговування до тривалості поливу ($T_{тп}$).

$$T_{обс} = \frac{T_{тп} \times K_{обс}}{3600}, \quad (2.38)$$

де $K_{обс}$ – час обслуговування зрошуваної ділянки, % від тривалості поливу.

Тривалість поливу ($T_{тп}$) в основному залежить від величини витрати води ($q_б$), що виливається в борозну, довжини борони ($L_б$), поливної норми (m) і ширини міжрядь (a) і визначається за формулою:

$$T_{тп} = \frac{L_{бсер} \times m \times a}{3600 \times q_б}. \quad (2.39)$$

Значення довжини поливної борозни і витрати води в борозну необхідно ув'язувати з водопроникністю ґрунту і кутом схилу ділянки, керуючись рекомендаціями зональних науково-дослідних інститутів.

2.3. Порядок розрахунку норм обслуговування дощувальних машин або установок

Для визначення норми обслуговування (кількість машин або установок на одного виконавця) до групи витрат робочого часу на організаційно-технічне обслуговування включають також час на переміщення виконавця від однієї машини (установки) до іншої. Він враховується окремо для кожного типу машин і способу їх застосування через коефіцієнт часу на переміщення виконавця від однієї машини

(установки) до іншої ($\xi_{\text{пх}}$).

При використанні машин “Волжанка” і ДФ-120 “Дніпро” на поливі без перекочування з кінцевої на вихідну позицію зрошуваної ділянки зазначений коефіцієнт розраховують за формулою:

$$\xi_{\text{пх}} = (1 + K_{\text{д}} + K_{\text{обс}}) \times \frac{d}{100}; \quad (2.40)$$

з урахуванням перекочування:

$$\xi_{\text{пх}} = (1 + K_{\text{д}} + K_{\text{обс}} + K_{\text{пто}}) \times \frac{d}{100}. \quad (2.41)$$

При використанні машини “Фрегат” на одній позиції коефіцієнт визначають за формулою:

$$K_{\text{пх}} = (1 + K_{\text{обс}}) \times \frac{d}{100}; \quad (2.42)$$

на двох–трьох позиціях:

$$K_{\text{пх}} = (1 + K_{\text{д}} + K_{\text{обс}}) \times \frac{d}{100}, \quad (2.43)$$

де d – час на переміщення виконавця від однієї машини до іншої у відсотках до суми витрат праці на організаційно-технічне обслуговування поливного устаткування (він залежить від способу і засобів, застосовуваних для переміщення виконавця).

Час на відпочинок виконавця, зайнятого на поливі, передбачається тільки в нормах обслуговування або нормативах чисельності виконавців на дощувальну і поливну машину (установку). Він враховується в нормі через коефіцієнт, величина якого залежить від типу дощувальних і поливних машин (установок), організації праці на поливі і розраховується при використанні машин “Волжанка” і ДФ-120 “Дніпро” без перекочування з кінцевої на вихідну позицію зрошуваної ділянки за формулою:

$$K_{\text{від}} = (K_{\text{д}} + K_{\text{обс}} + K_{\text{пх}}) \times \frac{\eta}{100}, \quad (2.44)$$

з урахуванням перекочування:

$$K_{\text{від}} = (K_{\text{д}} + K_{\text{обс}} + K_{\text{пх}} + K_{\text{пто}}) \times \frac{\eta}{100}, \quad (2.45)$$

де η – час на відпочинок виконавця у відсотках від суми витрат праці за робочий день на виконання допоміжних робіт, організаційно-технічне обслуговування робочого місця, обслуговування агрегату під час перерви в роботі, спричиненою технологією і організацією поливу, і переміщенням виконавця у процесі обслуговування машин.

При використанні машин “Фрегат” на одній позиції наведений коефіцієнт розраховують за формулою:

$$K_{\text{від}} = (K_{\text{обс}} + K_{\text{пх}}) \times \frac{d}{100}; \quad (2.46)$$

при поливі машиною з двох – трьох позицій:

$$K_{\text{від}} = (K_{\text{обс}} + K_{\text{пх}} + K_{\text{пм}}) \times \frac{d}{100}, \quad (2.47)$$

де $K_{\text{пм}}$ – коефіцієнт часу на підготовку машини “Фрегат” з робочого в транспортне положення і після переїзду з транспортного в робоче положення, який розраховують за формулою:

$$K_{\text{пм}} = \frac{W \times (t_{\text{пмт}} + t_{\text{пмр}})}{0,006 \times \pi \times R^2}. \quad (2.48)$$

При груповому використанні дощувальних і поливних машин (установок) визначають оптимальний склад ланки виконавців на машину (ДДА-100МА) або установку (“Сигма”, “Радуга”), а також кількість машин (“Волжанка”, ДФ-120” Дніпро”, “Фрегат”), що обслуговуються одним виконавцем за зміну (робочий день). Ця величина залежить від типу машини (установки), віддаленості однієї машини від іншої, наявності транспортних засобів для переміщення виконавців під час обслуговування та інших умов виконання трудового процесу.

Число машин (установок) позиційної дії (“Волжанка”, ДФ-120 “Дніпро”, “Фрегат”), що працюють на одному режимі поливу, яке може обслуговувати виконавець, визначають з урахуванням найбільш повного використання часу зміни (робочого дня) за формулою:

$$N_{\text{маш}} = \frac{T_{\text{пт}} \times K_q}{T_3}, \quad (2.49)$$

де $N_{\text{маш}}$ – кількість машин, обслуговуваних одним виконавцем за одну робочу зміну, од.; $T_{\text{тп}}$ – тривалість безперервного поливу машиною (установкою) на одній позиції (для машин безперервної дії типу “Фрегат” замість значення $T_{\text{тп}}$ указують час основної роботи – T_0), год; T_3 – час зайнятості одного виконавця при обслуговуванні машини на позиції з переходами від машини до машини і підготовчо-заключною роботою, хв; K_q – коефіцієнт врахування мікропауз у роботі і можливих відхилень фактичного часу зайнятості виконавця від його середнього розрахункового значення.

Величину коефіцієнта встановлюють за матеріалами спостережень – приблизно 0,9 при обслуговуванні машин, що працюють в одному поливному режимі, і до 0,95 – при обслуговуванні різнотипних машин або машин, які працюють у різному поливному режимі.

Тривалість безперервного поливу машиною на одній позиції розраховують за формулою:

$$T_{\text{тп}} = \frac{F_n \times m \times B}{3,6 \times Q_m}, \quad (2.50)$$

де $T_{\text{тп}}$ – тривалість поливу з однієї позиції, год; F_n – площа поливу машиною з однієї позиції, га.

Час зайнятості виконавця при обслуговуванні машини на одній позиції розраховують за формулою:

$$T_3 = T_{\text{пз}} + T_{\text{тп}} \times K_{\text{оп}}, \quad (2.51)$$

де $K_{\text{оп}}$ – коефіцієнт, який враховує всі групи витрат часу виконавця при обслуговуванні машини на одній позиції.

Величина коефіцієнта залежить від типу машини і способу використання.

При перекочуванні машин “Волжанка” і ДФ-120 “Дніпро” з кінцевої на вихідну позицію в середині зрошуваного поля сівозміни (ділянки багаторічних насаджень) зазначений коефіцієнт розраховують за формулою:

$$K_{\text{оп}} = K_{\text{д}} + K_{\text{обс}} + K_{\text{пто}} + K_{\text{пх}} + K_{\text{від}} ; \quad (2.52)$$

без перекочування машин “Волжанка” і ДФ-120 “Днепр”:

$$K_{\text{оп}} = K_{\text{д}} + K_{\text{обс}} + K_{\text{пх}} + K_{\text{від}} ; \quad (2.53)$$

при використанні машини “Фрегат” на одній позиції:

$$K_{\text{оп}} = K_{\text{обс}} + K_{\text{пх}} + K_{\text{від}} ; \quad (2.54)$$

при використанні машини “Фрегат” на двох–трьох позиціях:

$$K_{\text{оп}} = K_{\text{обс}} + K_{\text{пто}} + K_{\text{пх}} + K_{\text{від}} . \quad (2.55)$$

2.4. Порядок розрахунку норм витрат палива та електроенергії на зрошенні сільськогосподарських культур (за основу використано дані Мінагропрому, Держводгоспу, 2008 р.)

Визначення норм витрат електроенергії і палива на подачу води на зрошення виконують для площі 1 га з урахуванням виду сільськогосподарської культури і необхідної зрошувальної норми за період вегетації в конкретних природних умовах зони зрошення.

Норму витрати електроенергії на подачу води насосними станціями визначають за формулою:

$$E = W \cdot e_m , \quad (2.56)$$

де E – норма витрати електроенергії, кВт·год/га;

W – зрошувальна норма або об’єм води, поданої за поливний

сезон на одиницю площі зрошення сільськогосподарської культури, яку обслуговує насосна станція, тис.м³/га;

e_m – технологічна норма питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями, кВт·год/тис.м³.

Норму витрат палива на подачу води насосними станціями або поливною технікою, які споживають паливо, визначають за формулою:

$$P = W \cdot p, \quad (2.57)$$

де P – норма витрати палива, кг/га; W – зрошувальна норма або об'єм води, поданої за поливний сезон на одиницю площі зрошення сільськогосподарської культури, яку обслуговує насосна станція або поливна техніка, тис.м³/га; p – норма питомих витрат палива на подачу води насосними станціями або поливною технікою, кг/тис.м³.

При подачі води на площу зрошення з різними сільськогосподарськими культурами норми витрат визначають за формулами:

– при споживанні електроенергії:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \cdot e_m; \quad (2.58)$$

– при споживанні палива:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \cdot p, \quad (2.59)$$

де W_i – зрошувальна норма i -ої культури; S_i – площа зрошення під i -ою культурою.

2.5. Технологічні особливості при роботі з різними поливними комплексами

Системи дощування поділяють на стаціонарні, напівстаціонарні та пересувні. Перші обладнані постійно встановленими насосами та розподільними трубопроводами. У таких системах з позиції на позицію переміщуються тільки дощувальні апарати, які підключаються до гідрантів.

У напівстаціонарних системах постійно встановлено тільки насос із двигуном, інші частини системи – розподільний трубопровід, дощувальні апарати або установки – можуть переміщуватися по полю.

Пересувні системи являють собою самохідні дощувальні агрегати, які одержують воду з відкритих зрошувальних каналів.

Для поливу зернових, овочевих, технічних культур, багаторічних трав, сіножатей і пасовищ, а також ряду інших культур у сільськогосподарському виробництві застосовують такі машини та поливне устаткування: дощувальні установки і системи барабанного та шлангово-барабанного типу Ocmis, “Idrofoglia” G5D-100G540, “Irrimec” Master MF 3-110 TG-600, “Irrimec” Optirain ST-5, “Irrimec” Optirain ST-8, “Irrimec” 3-110 TG-600, стаціонарно-пересувні дощувальні установки “Bauer” Rainstar E41, “Bauer” Rainstar E55, мобільна дощувальна установка МДУ-75, самопересувні фронтальні дощувальні машини і установки “Pierce” 800M, “Pierce” L95-803M, “Pierce” L95-520M, Zimmatic 354M, T-L 400M Ultra Linear, T-L 243M OSL+, T-L 295M, T-L 620M, Rainke A-100, Valley Rainger, Quadrostar QS-100, багатопорні кругові самопересувні дощувальні машини Zimmatic 800M, Zimmatic 434M, Western Irrigation-G8T, Valley 8120 Pivot, система крапельного зрошення John Deere з трубками T-Tape-507-20-500, УЗК, “Plastro”, установка крапельного зрошення низького тиску LPS “Netafim”.

Аналіз тенденцій розвитку зрошувальної техніки, яку

розробляють і виробляють закордонні фірми показує, що розвиток цієї техніки відбувається у трьох напрямках. Це виробництво високопродуктивних, широкозахватних машин кругової, фронтальної та фронтально-кругової дії для поливу площ від 30 до 500 га; машин шлангово-барабанного типу для поливу площ до 30-35 га; систем краплинного зрошення.

2.6. Способи поливу сільськогосподарських культур

В Україні застосовують такі способи поливу: поверхневий, дощування, підґрунтове та краплинне зрошення.

Поверхневий полив. Поверхневим способом, як правило, поливають просапні культури (овочеві, кукурудзу, цукрові буряки), культури суцільної сівби (трави, зернові), а також сади та виноградники.

Найбільш поширені різновиди поверхневого поливу – поливи по борознах і напуском по смугах. Останній застосовують для поливу культур суцільної сівби та садів.

Поверхневий спосіб поливу треба застосовувати на середньо і слабо водопроникних ґрунтах, на площах із добре спланованою поверхнею з ухилом 0,002–0,008 та при рівні підґрунтових вод 4–5 м. Цей спосіб дає можливість поливати великими поливними нормами і створювати сталі запаси вологи в ґрунті.

Полив по борознах. Відстань між борознами залежить від водно-фізичних властивостей ґрунтів і становить на піщаних – 0,5–0,6 м, суглинкових – 0,6–0,8, важко суглинистих та глинистих – 0,8–1,1 м. Іноді вона зумовлюється способом сівби або садіння культури незалежно від властивостей ґрунту, наприклад, шириною міжрядь.

Поливні борозни бувають мілкі (8–12 см), середні (12–18 см) та глибокі (18–22 см).

Полив по довгих проточних борознах застосовують при ухилах поверхні від 0,001 до 0,02. Поливають шляхом пропускання такої кількості води, яка під час руху по борозні повністю поглинається ґрунтом.

Глибина проточних борозен становить 10–18 см, наповнюючися водою вони повинні приблизно на одну третину глибини. Цей спосіб вимагає суворого нормування подачі поливних струменів у борозни, оскільки при різкому її збільшенні ґрунт не повністю зволожуватиметься або значно

зменшуватиметься поливна норма. І навпаки, при зменшенні поливного струменя збільшується поливна норма. Величина поливних струменів залежить від ухилу поверхні поля, довжини борозен, вологості ґрунту та рельєфу [5].

Полив по довгих борознах. Останніми роками на середньо і слабо проникних ґрунтах та площах з ухилом 0,002–0,008 почали застосовувати полив по довгих борознах (200–400 м). Це дає можливість у 2–3 рази підвищити продуктивність праці поливальників.

Збільшення довжини борозен пов'язане, як правило, з пуском великих поливних струменів у борозни, що потребує більшої їх глибини, а також ширини міжрядь до 0,7–0,9 м.

Для поливу по довгих борознах на різних ґрунтах можуть бути рекомендовані такі орієнтовані елементи технології поливу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Елементи технології поливу по довгих борознах

ґрунти	хил поверхні поля			
	0,002–0,004		0,004–0,008	
	довжина борозни, м	поливний струмінь, л/с	довжина борозни, м	поливний струмінь, л/с
Середньої водопроникності (легкі й середні суглинки)	100–200	1,0–1,2	200–300	0,8–1,0
Слабкої водопроникності (важкі суглинки, солонцюваті ґрунти, глини)	150–250	0,7–1,0	250–400	0,6–0,8

Спочатку пропускають воду повним поливним струменем, а коли вона досягає кінця борозни, його зменшують наполовину. Цим досягається рівномірніше зволоження ґрунту по довжині борозни.

Полівний струмінь води нормують за допомогою різних

поливних пристроїв: сифонів, трубок, поливних трубопроводів.

Полив по борознах-щілинах застосовують на важких грунтах слабкої водопроникності. Ширина щілини у дві борозни становить 2–3 см, глибина 15–20 см. Більша їх глибина (30–40 см) дає можливість поливати на площах із нерівним мікрорельєфом (± 10 см).

Полив по переривчастих борознах відрізняється від механізованого поливу по проточних тим, що кількість води, яка відповідає поливній нормі, повністю акумулюється окремими відрізками борозни за один прохід поливної машини, рівномірно зволожуючи грунт по всій довжині борозни.

Переривчасті борозни довжиною 5–30 м відокремлюються одна від одної перемичками довжиною 20–30 см із непорушеного ґрунту, які утворюються при підніманні й опусканні робочих органів культиватора.

Полив напуском по смугах застосовують на добре спланованих площах з ухилом 0,002–0,008 для зрошення культур суцільної сівби та садів.

Ширина смуг повинна бути кратною ширині захвату сівалки (1,8–3,6 м). Поливний струмінь води на 1 м ширини смуги залежно від водопроникності ґрунту коливається від 3–4 до 1,5–2 л/с.

Довжина смуги залежить від величини ухилу поверхні та водопроникності ґрунту і становить на легких суглинках з ухилом 0,002–0,015 60–70 м, на середніх – 70–120, на важких (глини) – 90–200 м.

При поверхневому зрошенні воду розподіляють за допомогою сифонів, гнучких трубопроводів тощо.

Сифони застосовують для розподілу води із тимчасового зрошувача або вивідної борозни в поливні. Вони бувають жорсткі й гнучкі. Найпоширеніші останні. Їх виготовляють із гуми та поліетилену. Довжина сифонів становить не менше 1,2 м, тоді як діаметр залежить від поливного струменя і коливається від 22 до 50 мм.

Застосування гнучких поливних і транспортуючих трубопроводів дає можливість повністю замінити всю

тимчасову мережу каналів, на 10–15% зменшити витрати зрошуваної води, на 3–4% підвищити коефіцієнт продуктивного використання землі, значно збільшити поливний струмінь (до 150 л/с) та продуктивність праці поливального (до 2,5–4 га за зміну) й поліпшити якість поливу.

Найбільше застосовують гнучкі трубопроводи діаметром 150, 200, 300 і 350 мм із меліоративної тканини.

Транспортуючі трубопроводи використовують для подачі води в поливні трубопроводи й дощувальні машини. Поливні трубопроводи, армовані по довжині через 0,6–0,7 м водовипусками, застосовують для розподілу води по борознах [5].

Дощування. Дощуванням зрошують усі сільськогосподарські культури. Особливо воно ефективне на овочевих, де часто доводиться застосовувати малу поливну норму, на ділянках із близьким заляганням підґрунтових вод, що мають невеликий вміст мінеральних солей, а також на ділянках із складним рельєфом.

Дощування вирізняється рядом переваг порівняно з поливом по борознах і смугах. Воно зменшує вимоги до планування поверхні, необхідна кількість води подається швидко і в потрібний час. При цьому мало пошкоджується структура ґрунту й рівномірно розподіляється вода по всій площі. Точне нормування води при дощуванні дає можливість на 30–50% економніше використовувати таку порівняно з поливом по борознах та смугах. Полегшується автоматизація й механізація поливу і значно знижується його трудомісткість та вимога до розміщення каналів. Важлива перевага дощування полягає у зволоженні приземного шару повітря, що сприяє кращому розвитку сільськогосподарських культур.

Крім того, при дощуванні разом з водою можна вносити добрива і застосовувати пестециди для боротьби із шкідниками сільськогосподарських культур та бур'янами.

Проте дощування має окремі недоліки: порівняно мала продуктивність, особливо при нормах поливу 600–700 м³/га, нерівномірний розподіл води під час поливу у вітряну погоду, особливо за швидкості вітру понад 5–7 м/с.

Дощування можна застосовувати за будь-яких природних умов. При високому рівні підгрунтових вод воно забезпечує точне нормування води і запобігає засоленню та заболочуванню земель [5]. Його не рекомендують застосовувати на засолених ґрунтах з близьким заляганням високо мінералізованих підгрунтових вод (із вмістом солей більш як 5 г/л), оскільки невеликі поливні норми сприяють підтягуванню й переміщенню солей у верхні шари ґрунту.

Підґрунтове зрошення характеризується рядом переваг порівняно з іншими способами. Воно дозволяє протягом вегетації рослин підтримувати необхідний рівень вологості ґрунту, створює сприятливі умови для аерації ґрунту й активізації мікробіологічної діяльності завдяки тому, що верхній шар під час поливу залишається сухим або не дуже зволеним. Крім того, підґрунтове зрошення відкриває широкі перспективи для автоматизації розподілу зрошувальної води, а отже, підвищує продуктивність праці поливальників.

Поливна мережа не перешкоджає механізованому обробітку ґрунту і дає можливість вносити добрива з водою безпосередньо в кореневий шар ґрунту [5].

За способом подачі води підґрунтове зрошення можна поділити на такі системи: вакуумні або абсорбційні, з них вода у ґрунт надходить завдяки всмоктувальній силі ґрунту через стінки труб-зволожувачів; безнапірні, які характеризуються надходженням води через капіляри у верхні шари ґрунту з підгрунтових водоводів різної конструкції; напірні періодичної дії, з яких вода надходить у ґрунт через відкриті стики труб-зволожувачів під напором 0,5 м вод. ст.

Сучасні системи підгрунтового зрошення розвиваються у таких напрямках: системи з гончарними та кротовими підгрунтовими зволожувачами; системи підгрунтового зрошення на гірських схилах; внутрішньогрунтовий полив за допомогою спеціальних машин або агрегатів; системи інфільтраційної дії (підвідного регулювання водного режиму).

На рівних площах підґрунтові зрошувачі розміщують один від одного для поливу однорічних культур через 1–1,25 м, на виноградниках – через 1,5–3 м. У середньому довжина

всіх зволожувачів на 1 га поливної площі становить 7–10 км. Висока ефективність підгрунтового зрошення дає можливість протягом чотирьох – п’яти років експлуатації окупити витрати на його будівництво.

Підгрунтове зрошення в гірських умовах зі схилами поверхні до 30° і більше – найдоцільніший спосіб поливу, особливо при близькому (2,5–5 м) заляганні від поверхні водонепроникного шару ґрунту. В цьому випадку зволожувачі розміщують по горизонталях місцевості. Вони складаються з гончарних труб діаметром 40 і 50 мм, довжиною 0,5 м з водонепроникними стиками, які залиті бітумом. Їх закладають на глибині 40–50 см. Відстань між ними залежить від ґрунтових, гідрогеологічних і рельєфних умов. При схилах 20–45° і високій водопроникності ґрунту з водопором на глибині 1,5–3 м вона може становити 30–50 м.

При глибокому заляганні водоупору, тріщинуватості підстильних ґрунтів і на слабких за водопроникністю ґрунтах відстань між зволожувачами зменшують до 3–5 м.

Краплинне зрошення – це спосіб поливу, за якого воду локально подають до кореневмісного шару ґрунту рослин через мережу поливних трубопроводів із краплинними водовипусками. За краплинного зрошення поливні трубопроводи відносно поверхні землі розміщують: під землею, на поверхні землі та над землею (трубопроводи підвішують до шпалерного дроту на опорній системі).

Краплинне зрошення на сьогодні визначено найпрогресивніший способом поливу багаторічних насаджень і овочевих культур. За оцінками фахівців нині у світі зрошують локальними способами поливу понад 12 млн га, в Україні – близько 80 тис. га. Значному поширенню цей спосіб зрошення завдячує відомим і беззаперечним перевагам порівняно з дощуванням та поверхневим поливом, а саме:

- економія поливної води (від 50% до 3,5 раза); електроенергії (50–70%) та добрив (20–50%). Ефективність зрошення досягає 90–98%, оскільки вода надходить безпосередньо до кореневої системи рослин;

- істотне (від 30% до 3 разів) збільшення врожайності овочевих культур за поліпшення якості продукції;

- забезпечення оптимальних витрат води і добрив відповідно до фізіологічних потреб рослин на основі створення сприятливого водного і поживного режимів ґрунту виключно в зоні живлення;

- високий рівень механізації і автоматизації (полив, внесення добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин) і на цій основі високий ступінь контрольованості технологічних процесів поливу, внесення добрив та хімреагентів, а також екологічних навантажень на довкілля;

- скорочення застосування засобів захисту рослин (25-50%), оскільки істотно зменшується засміченість (ґрунт у міжрядді залишається сухим) та ураження рослин грибковими і бактеріальними хворобами;

- зниження експлуатаційних витрат на 15-20%;

- виключення впливу вітру на процес зрошення;

- зниження вимог до систем дренажу;

- можливість використання слабомінералізованих вод, які непридатні для поливу іншими способами зрошення;

- відсутність поверхневого стоку та інфільтраційних втрат, що виключає водну ерозію ґрунтів і піднімання ґрунтових вод;

- можливість використання схилених земель із складним рельєфом (з ухилом до 30⁰), а також малоприсадних: малопотужних, піщаних, супіщаних, рекультивованих земель;

- зменшення трудовитрат на будівництво, експлуатацію і технічне обслуговування систем краплинного зрошення завдяки високій заводській готовності вузлів і повній автоматизації управління процесом поливу.

До недоліків краплинного зрошення відносять:

- для стабільної роботи краплинне зрошення потребує ретельної підготовки поливної води, водночас вимоги до її очищення зростають;

- краплинне зрошення – спосіб поливу, що вимагає значних капіталовкладень на початковому етапі;

- проблема утилізації поливних трубопроводів, що відпрацювали свій експлуатаційний термін;
- при порушенні технології можливе збільшення питомого водного та пестицидного навантаження на систему «грунт-рослина-атмосфера».

У загальному вигляді система краплинного зрошення складається з водозабору, насосно-силового устаткування, вузла підготовки води і внесення добрив, засобів обліку води й автоматизації керування процесом водорозподілу, мережі магістральних, розподільних, ділянкових і поливних трубопроводів, запірної та з'єднувальної арматури, засобів контролю за вологістю ґрунту (рис. 1). У кожному випадку конструкція системи може змінюватися відповідно до конкретних умов її застосування.

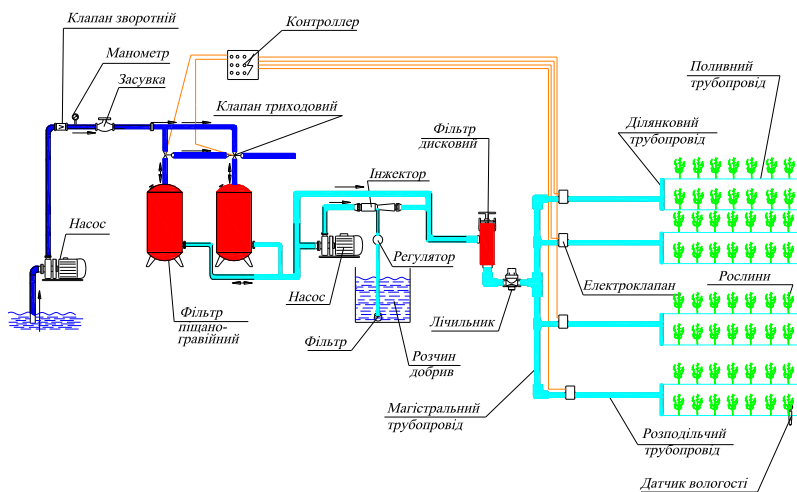


Рис. 1. Конструктивна схема системи краплинного зрошення просапних культур

Завдяки відповідності технологій краплинного зрошення двом взаємопов'язаним умовам сталого розвитку – високій економічній ефективності та екологічній безпеці воно набуває широкого застосування для поливу сільськогосподарських культур [10].

Спринклерне зрошення. На сьогодні на ринку України вже представлені всі можливі види зрошення. До останнього часу був відсутній тільки один вид – спринклерне зрошення, яке можна було б використовувати у виробничих масштабах. Тепер з'явилося й воно. Ці системи добре відомі у світі й застосовуються в багатьох країнах на тисячах гектарів. Спринклери спеціально розроблені для економії води та енергії і задовольняють різним вимогам, як: діаметр зрошуваної площі і форма струменя розпилення. Сфера застосування спринклерного зрошення вельми різноманітна. Його використовують в овочівництві, садівництві, виноградарстві, при вирощуванні розсади, саджанців, в теплицях, розсадниках, парках і домашніх садах, на клумбах, а також як охолоджуючі і протизаморозкові системи. Розбризкування, або розпилення води є імітацією природного явища – дощу.

Спринклери підрозділяються на кілька груп, призначених для застосування в різних, специфічних, умовах. Стандартні спринклери загального застосування для сільськогосподарства з радіусом зрошення від 8 до 15 м; мініспринклери для зрошення невеликих ділянок, газонів, городів з радіусом розпилення 3-5 м; спеціальні мініспринклери для зрошення садів і виноградників; спеціальні секторні мініспринклери з сектором розпилення 90-270°; спринклери “Pop-up”, застосовують переважно для зрошення газонів, з радіусом розпилення 2-20 м; спеціальні мініспринклери для систем захисту від заморозків; спеціальні мініспринклери для надтонкого розпилення води – так звані туманоутворювачі, що дозволяють досягати вологості повітря, близькій до 100%. Така різноманітність сімейства спринклерів зумовлена різноманітністю вирощуваних рослин, а також кліматичними і виробничими умовами.

Спринклерне зрошення має ряд незаперечних переваг, таких як захист від заморозків, висока однорідність поливу, створення вологого середовища, можливість попутного внесення добрив, воно не утрамбовує ґрунт і не руйнує його структуру (сучасні спринклерні системи забезпечують дрібнодисперсний полив). Спринклерне зрошення дуже

корисно для листових культур, яким для оптимального росту і розвитку необхідна вологе середовище. Це картопля, морква, різні види капусти, салат, шпинат та інші культури, для яких згубні високі сухість і температура повітря.

Спрінклерне зрошення на овочах дуже перспективне в Україні. Воно може гарантувати високій урожай та якість продукції таких важливих культур, як картопля, капуста, морква і зелені культури. Інвестиції в спрінклерне зрошення на 1 га ненабагато перевищують інвестиції в інші види зрошення. Проте те, що термін експлуатації системи становить 10-15 років, перетворює його на економічно найбільш вигідне.

2.7. Системи зрошення та технологічні схеми роботи машин

Канально-міжрядні системи – найбільш дешеві, бо не вимагають великих капіталовкладень. Водночас при такому методі зрошення витрачається величезна кількість води, а ґрунт необхідно обробляти у декілька етапів (зокрема, очищати його від залишків попередньої культури, готувати міжряддя для потоків води). Крім того, канально-міжрядний метод не прийнятний для ґрунтів із великим вмістом піску, а також призводить до підвищеної концентрації солей в ґрунті.

Дощувальні машини кругової дії почали використовуватися із середини 60-х років минулого сторіччя. Такі дощувальні машини здійснюють полив по колу, з рухом опорних візків навколо нерухомого центрального візка або опори. Машини кругової дії здійснюють забір води від гідранта закритої зрошувальної мережі і придатні для зрошення кукурудзи, овочів і дерев, що ростуть на рівних і рельєфних полях. Головна перевага дощувальних машин кругової дії – повна автоматизація поливу, що дозволяє експлуатувати машину цілодобово, при цьому один оператор може обслуговувати 3-4 машини.

В Україні найбільш широко представлені машини

кругової дії таких виробників: «Фрегат», «Valmont Irrigation», «Lindsay Manufacturing Co», «Bauer», «Reinke», «Western Irrigation» Вони використовуються на мережах побудованих для роботи дощувальних машин “Фрегат”, у тому числі низьконапірних модифікацій.

Системи краплинного зрошення – набули поширення починаючи із 1963-1964 рр. Принциповою відмінністю цих систем слід вказати локальну дозовану подачу поливної води із розчиненими добривами, ЗЗР, мікроелементами безпосередньо у зону, яка найбільш насичена активною кореневою системою рослин. Ці системи характеризуються найвищою ефективністю, оскільки за дотримання технологічного процесу зрошення втрати води становлять лише 2-3 %.

На ринку України найбільшою мірою представлені системи краплинного зрошення практично всіх провідних світових лідерів: фірм «Netafim», «T-Systems» (John Deere), «Eurodrip», «Metzerplas», «Irritec», «Siplast»; «Queen Gil»; «Amiad»; «Plexaso», «Drop»; «Irritrol», «Uralita», стають все затребуванішими.

Вітчизняні виробники (ТОВ «Техносервіс», м.Мелітополь, ТОВ «Сантехпласт», м. Харків,) також досить широко представлені на українському ринку краплинного зрошення.

Фірми-виробники та їх дилери проводять гідравлічні розрахунки, геодезичну зйомку, розроблення проєктної документації. Вони ж монтують устаткування систем краплинного зрошення "під ключ", а в подальшому здійснюють агротехнічний супровід.

Усе більшого застосування набувають системи краплинного зрошення за вирощування нових для цього способу зрошення просапних культур: кукурудзи, сої, буряка цукрового, соняшнику на кондитерські цілі, люцерни на насінневі цілі, цілого ряду лікарських та ефіроолійних культур тощо.

Барабанні системи використовують для зрошування переважно овочевих культур. Такий метод зрошування достатньо мобільний і не вимагає великих трудових витрат, що знижує собівартість продукції.

На сьогодні перелік виробників дощувальних установок шлангово-барабанного типу досить вражаючий: Irrimesc, Beinlich, Irrigations Pump, Ocmis, Beinlich, Irriland, Bauer, Nettuno, Mirandi, Irtec, Idrofolgia, Irrifrance, TL, I2E, RKD, Valmont Valley, Huedig, Агрос та ін.

До основних переваг установок шлангово-барабанного типу варто віднести простоту їхньої конструкції, можливість поливу полів різної (у тому числі складної) конфігурації, високий ступінь автоматизації (відповідно, невеликі витрати людської праці) і високу мобільність (машини можна досить легко транспортувати у віддалені поля). Крім того, існуючий ряд модифікацій цих машин охоплює значний інтервал площ зрошення (від 1...2 га до 25...30 га).

Серед недоліків цих машин слід вказати необхідність для їхньої роботи досить високого тиску (0,6...0,7 МПа), а для переміщення з позиції на позицію – трактора потужністю 40...45 кВт. Також у них висока інтенсивність (більше ніж 1,5 мм/хв) і значний діаметр (2...3мм), крапель дощу, що викликає істотну залежність рівномірності розподілу дощу від швидкості вітру.

Установки шлангово-барабанного типу можуть широко використовуватися в невеликих фермерських господарствах, а також для зрошення площ складної конфігурації в усіх природно-кліматичних зонах як на землях постійного, так і на землях періодичного зрошення. При цьому варто враховувати, що зрошення згаданими машинами вимагає створення закритої трубопроводної мережі для подачі до них води. Така мережа може бути виконана зі стаціонарних підземних трубопроводів або швидкокорозбірних трубопроводів, що прокладаються по поверхні землі.

Фронтальні (лінійні) системи з'явилися в 50-х роках минулого століття. Вони складаються з малих секцій трубопроводу з розпилювачами на кінцях, встановлених на вертикальних трубах. Фронтальні системи забирають з поля перед новим урожаєм. Іноді їх буксирують від поля до поля. Вдосконалені конструкції систем мають осі для коліс.

Цей метод зрошування досить трудомісткий, оскільки систему потрібно пересувати кожні кілька годин. Фронтальні системи зрошування можна застосовувати тільки для низькорослих культур.

Фронтальні системи поливу Pierce Irrigation дозволяють ефективно управляти процесом зрошення. Завдяки правильно підібраним комп'ютерним технологіям, рівномірність поливу забезпечують насадки діаметром від 0,76 до 5,76 мм, розбризкувачі низького тиску працюють при тиску 0,4 бар, що дозволяє зменшити витрати електроенергії та зекономити кошти. Ефективність поливу перевищує 96%, залежно від типу зрошувальних систем. У фронтальних машинах забір води здійснюється по шлангу, від гідрантів закритої зрошувальної мережі, або з відкритих каналів.

Системи з подачею води шлагом найбільш економічні: витрати води – $350\text{м}^3/\text{год}$, довжина її обмежується 300-450 м. Продуктивність (за витратами води) сучасних машин із забором води з каналу досягає $1000\text{м}^3/\text{год}$, ширина захвату – до 1200м. (Pierce, Zimmatic, T-L)

У 2005–2006 рр. на мережах дощувальної машини “Дніпро” були змонтовані дві модифікації дощувальних машин “Bauer Centerliner” 168 CLS, Австрія. Ширина захвату машин 342 та 502,5 м. Ці широкозахватні електрифіковані машини здійснюють полив фронтально, у русі, із забором води від гідрантів по гнучкому поліетиленовому шлангу. Процес поливу повністю автоматизований.

У 2006 р. проведено випробування дощувальної установки “Monostar” BMS-100 (фірма “Bauer”), що характеризується як оптимальна альтернатива ДДА-100МА. Вона також здійснює полив у русі із забором води зі зрошувальних тимчасових каналів, як і ДДА-100МА.

Машина являє собою самопересувну дощувальну ферму, що спирається на два опорні візки. Привод візків – електромеханічний. Живлення – від дизель-генератора, встановленого на одному з візків.

За результатами порівняльних випробувань Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Погорілого дощувальної

установки “Monostar” BMS-100 і дощувального агрегату ДДА-100Т визначено, що вона має кращі якісні та експлуатаційно-технологічні показники, оснащена автоматичною системою керування та захисту, має меншу вартість.

Продуктивність дощувальної установки BMS-100 за годину змінного часу у 3,5 рази менша продуктивності ДДА-100Т і дорівнює 0,18 га/год проти 0,63 га/год. Однак при роботі дощувальної установки BMS-100 один оператор має можливість обслуговувати три машини, а тому витрати праці при обслуговуванні агрегату ДДА-100Т вищі у 1,7 рази порівняно з BMS-100.

Ціна машини BMS-100 нижча ціни агрегату ДДА-100Т. Але нижча продуктивність BMS-100 порівняно з ДДА-100Т зумовила збільшення прямих експлуатаційних витрат, інвестиційних вкладень та інших витрат по дощувальній установці BMS-100, що позначилося на збільшенні сукупних річних витрат по BMS-100 порівняно з агрегатом ДДА-100Т.

З урахуванням покращення якості поливу по BMS-100 одержаний порівняно значний на одну машину річний економічний ефект у розмірі 1473 грн.

Машина має конструктивні недоліки, в тому числі з ергономічності.

За умови усунення конструктивних недоліків, поліпшення якісних показників поливу, досягнення вищої продуктивності (збільшення витрат води та ширини захвату) дощувальна установка “Monostar” BMS-100 знайде використання в зрошуваному землеробстві України.

Нині фірма-виробник вже веде роботи в цьому напрямі.

Останнім часом найбільш економічно розвинуті аграрні підприємства України стали закуповувати і ввозити зрошувальні машини зарубіжного виробництва. В основному машини шлангово-барабанного типу виробництва фірм Австрії (“Bauer”) та Італії (“Irrimes”).

Тому на даному етапі розвитку зрошуваного землеробства перед підприємствами постає питання вибору типу дощувальної машини, зважаючи на її технічну характеристику, вартість, величину зрошуваної площі та країну-виробника.

Аналізуючи тенденції розвитку дощувальних машин

провідними зарубіжними фірмами (“Bauer”, “Valmont Irrigation”, “RKD Irrigation”), можна зробити наступні висновки.

Машини виробляються з розрахунку на конкретного споживача. При цьому провідні фірми виготовляють як високопродуктивні широкозахватні машини, так і малопродуктивні шлангово-барабанні.

Широкозахватні електрифіковані машини випускають різних типів – фронтальні і кругові, стаціонарні та пересувні, із забором води із закритої та відкритої мереж, для малих за площею полів (до 30 га) і для великих (до 500 га).

Залежно від бажань замовника вони оснащені різноманітними блоками керування – від стандартних до повністю комп'ютеризованих.

В останні роки такі фірми, як “Bauer”, “Valmont Irrigation”, розробили системи групової роботи машин з керуванням з базових станцій, які дозволяють контролювати від 1 до 100 дощувальних установок, виносні панелі керування, керування по мобільному телефону.

Сучасні дощувальні машини мають можливість зрошувати поля складних конфігурацій – це так звані кутові системи, системи іподромного типу.

Аналізуючи розвиток виробництва зрошувальної техніки в Україні та світі, можна зробити наступні висновки:

- випуск вітчизняної зрошувальної техніки практично припинився, не розробляються і нові машини. Однак потреба в зрошенні існує і вона надзвичайно гостра;

- світовий ринок пропонує найрізноманітнішу дощувальну техніку, але зважаючи на економічний стан українських сільськогосподарських виробників придбання такої техніки обмежене.

Мобільна дощувальна установка МДУ- 75 призначена для зрошення сільськогосподарських культур з можливим додаванням в поливну воду мінеральних і органічних добрив, які не повинні містити твердих абразивних частинок, вміст яких має бути не більше 1%, сухих речовин органічних добрив не більше 5%. Максимальне вагове співвідношення сухої речовини органічного добрива (гною) і води не повинно перевищувати 1:20 . Поливи за допомогою МДУ- 75

можна проводити на місцевості з горбистим рельєфом, де переважний кут нахилу поверхні території не перевищує 5%. Полив МДУ-75 здійснюється за допомогою дощувача, закріпленого на кінці штатива або дощувальної консолі. Вода надходить в гнучкий шланг, який намотується на барабан установки, що повільно обертається. При цьому утворюється смуга зволоженого ґрунту, розміри якої залежать від довжини гнучкого шланга і радіуса поливу дощувача. Обертання барабана відбувається за допомогою приводного механізму, що складається з механічної та гідравлічної систем, за рахунок енергії поливної води. При цьому забір води здійснюється від гідрантів закритої зрошувальної системи або від відкритих джерел з подачею води пересувними насосними станціями. Полив можна проводити як чистою водою, так і підготовленими розчинами мінеральних і органічних добрив.

Дощувальна установка “Bauer Rainstar” Е 41 шлангова барабанного типу, стаціонарно-пересувна (барабан установки при поливі стоїть на місці, опорні візки з крилами пересуваються за допомогою гідродвигуна водяної турбіни) працює від сонячної батареї з програмним керуванням.

Двухколісна ходова частина з регульованою шириною колії механічною опорою.

Необхідний тиск для подачі води на крила забезпечується за допомогою трактора ЮМЗ-6АЛ (тиск води в мережі – 3,2 атм, необхідний тиск на крилах – 7,5 атм). Під тиском води барабан установки обертається, намотуючи шланг, при цьому опорний візок з крилами пересувається по ділянці. Швидкість намотування шланга залежить від норми поливу.

При відключенні води опорний візок крил установки зупиняється самостійно і передається звуковий сигнал. Оператор відключає подачу води в установку, а тракторист зупиняє двигун трактора.

При відновленні подачі води насосною станцією трактор знову заводять для підвищення тиску, оператор запускає установку натисканням кнопки.

При зміні позиції оператор відключає установку, перекидає воду на гідранті та розбирає систему водопроводу, що

з'єднує установку з гідрантом. Крила установки складаються і встановлюються на станину установки. За допомогою трактора барабани установок перетягуються на другу позицію, труби та з'єднувальні шланги водопроводу переносяться вручну, а потім складаються і підключаються до установок. Роботу виконують два працівники – оператор та тракторист. Після складання всієї системи крила установок розкладаються і перетягуються на поле на довжину шланга (370 м) за допомогою трактора. Потім трактор підключається до насоса, відкривається вода на гідранті, запускається двигун трактора й установка.

Дощувальна установка “Bauer Rainstar” E 51 шлангова барабанного типу, стаціонарно-пересувна (барабан установки при поливі стоїть на місці, опорні візки з крилами пересуваються за допомогою гідродвигуна водяної турбіни). Гідравлічне управління опорами і поворотний пристрій на 360° роблять можливим прокладання труб в будь-якому напрямку. 4-колісна ходова частина з тандемною віссю, незалежною підвіскою коліс дозволяє знизити тиск на ґрунт і рівномірно розподілити вагу. Гідравлічні опори з роздільним управлінням пристосовують установку до нерівностей місцевості. Комп'ютер для поливу з акумуляторною батареєю та сонячною панеллю для задання точної норми поливу і високої надійності в експлуатації. Колісний візок з автоматичним вирівнюванням нахилу – оптимальне положення розбризгувача навіть на нерівній місцевості.

Необхідний тиск води в мережі – 3,4 атм. Під тиском води барабан установки обертається, намотуючи шланг, при цьому опорний візок з крилами пересувається по ділянці. Швидкість намотування шланга залежить від норми поливу.

При зміні позиції оператор відключає установку, перекидає воду на гідранті та розбирає систему водопроводу, що з'єднує установку з гідрантом. Крила установки складаються і встановлюються на станину установки. За допомогою трактора барабани установок перетягуються на другу позицію, труби та з'єднувальні шланги водопроводу переносяться вручну, а потім складаються і підключаються до установок. Роботу виконують два працівники – оператор та тракторист.

Після складання всієї системи крила установок розкладаються і перетягуються на поле на довжину шланга (650 м) за допомогою трактора. Потім трактор підключається до насоса, відкривається вода на гідранті, запускається двигун трактора й установка.

Машини шлангово-барабанного типу “Irrimec” Optirain ST-5 та Optirain ST-8 призначені для поливу способом дощування сільськогосподарських культур рухомою дощувальною фермою на масивах площею 10-15га. Візок з встановленою на ньому дощувальною фермою, являє собою збірну зварну конструкцію, виконану з труб квадратного перерізу. Переміщення візка здійснюється за допомогою чотирьох пневматичних та одного металевих коліс. Конструкція візка дозволяє регулювати ширину колії в залежності від схеми посадки культури.

Дощувальна ферма являє собою збірну конструкцію, складену з окремих секцій труб, які скріплені між собою замками і складають водопровідний пояс, який підтримується в горизонтальному положенні за допомогою тросових розтяжок. Як розпилювальні пристрої використані коротко струминні насадки секторної дії в кількості 48шт.

Дощувальна установка шлангово-барабанного типу “Irrimec” MF3-110TG-600 призначена для поливу способом дощування сільськогосподарських культур на масивах площею 10-15 га. Воду в трубопровід для дощувальної установки подають за допомогою насоса, навішеного на задню навіску трактора ЮМЗ-6Л з приводом від ВВП енергозасобу.

Витрати палива невеликі і становлять 5,3 кг/год. Потужність, що споживається від двигуна трактора, становить 11,6 кВт. Проте оскільки машина через свою конструкцію є малопродуктивною (0,084га/год) то питомі витрати палива та енергії є досить великими: відповідно 63,1кг/га та 138 кВт-год/га.

Шлангові дощувальні машини Osmis призначені для автоматизованого поливу зернових, технічних, кормових та овочевих культур, а також багаторічних трав, луків і пасовищ способом дощування як чистою водою, так і підготовленими

тваринницькими стоками. При цьому забір води здійснюється від гідрантів закритої зрошувальної системи або від поверхневих розподільних каналів з подачею води від пересувних насосних станцій. Машини можна ефективно використовувати і на полях зі складним мікрорельєфом і, на ділянках неправильної конфігурації.

Дощувальні машини барабанного типу Osmis отримали заслужене визнання завдяки високому технічному виконанню та надійності (працюють до 15-20 років) і доступною ціною. Можливість підключення машин до гідрантів, використання насосів і насосних станцій робить її високо мобільною, продуктивною.

Застосовуються для зрошення полів розташованих один напроти одного. Ідеальні для поливу невеликих площ: оранжерей і теплиць, полів для гри в гольф, спортивних полів, парків, садів і розплідників.

Дощувальна машина складається з шасі на пневматичних колесах, поворотної платформи, на якій встановлена котушка з мотком гнучкого поліетиленового трубопроводу, механізмів приводу котушки, прискореної намотування та управління укладанням трубопроводу на котушку, візки з дощувальним апаратом і механізму його підйому, контрольно-вимірювальних приладів і вузлів під'єднання.

Механізм приводу котушки, який використовує енергію води, що йде на полив, включає турбіну з байпасною регуляцією і багатоступеневу коробку передач. Механізм прискореного намотування трубопроводу приводиться в дію від ВВП трактора і служить для підтягування візка з дощувальним апаратом до машини по закінченню поливу, в разі непередбачених обставин (наприклад, дощ), для зливання води при постановці машини на зберігання. Механізм управління укладанням трубопроводу на котушку контролює діаметр котушки, яка змінюється в залежності від шарів намотаного трубопроводу і забезпечує постійну задану швидкість переміщення візка з дощувальним апаратом, яка може регулюватися. Візок, який складається з рамки із стояком на колесах, використовується для переміщення дощувального апарату. Заміною сопел і зміною робочого

тиску регулюють витрати поливної води, що забезпечує різну інтенсивність дощу. Сопла з меншими діаметрами призначені для освіжаючих поливів на ранніх стадіях розвитку рослин. Всі конструктивні елементи машин мають антикорозійне покриття.

Дощувальна машина шлангово-барабанного типу G5D-100J 540 "Indofoglia" призначена для поливу способом дощування сільськогосподарських культур на масивах площею 10-15 га, в тому числі ділянок неправильної конфігурації.

Дощувальна машина складається: з шасі, барабана з намотаним на нього поліетиленовим водоподавальним шлангом, гідротурбіни, коробки передач, механізмів повороту барабана та укладання шланга на барабан, механізму встановлення машини на позиції, візка з далекодистанційним дощувальним апаратом.

Дощувальний апарат монтується на триколісному візку. Діаметр сопла – 28мм. Конструкція візка дозволяє регулювати ширину колії в залежності від схеми посадки культури. Дощувальний апарат розташовують у верхній частині візка і з'єднують зі шлангом за допомогою патрубку з фланцем.

Поливна норма залежить від швидкості намотування шланга на барабан за встановленого тиску. Швидкість намотування шланга регулюють коробкою передач (4 передачі) і величиною відкриття клапана подачі на гідротурбіну та контролюють тахометром.

Дощувальна машина Rainke A-100 призначена для застосування на зрошувальних площах, спроектованих для зрошення машинами ДДА-100. Ефективність поливу досягає 95%. Не вимагає постійної присутності оператора. Має автономний силовий блок і водяну помпу. Мала витрата палива (6-8 л/годину). В кінці гону колеса розвертаються і машина або буксується трактором, або переміщається самоходом на нову позицію, в кінці поливного сезону буксується на край поля, або на склад.

Кругова система поливу Valley працює від гідранту, вода до якого надходить з насосної станції. Загальна довжина дощувальної системи може досягати сотні метрів і

розраховується індивідуально для кожного випадку. Система поливу складається від 5-ти до 8-ми сегментів, які мають стандартні розміри від 49 м до 54,57 м. Довжина кінцевого водомету - 27 м. Кожний сегмент спирається на несучий візок на двох колесах. Кожна пара коліс має автономний привід від редуктора електромотора, що дозволяє дотримуватись радіальної лінійності руху всієї системи навколо центральної осі - гідранту.

Робота системи передбачає повну автоматизацію процесу полива. Блок контролю витрат води може бути легко перепрограмований з урахуванням постійно змінних природних умов.

Система працює на одній позиції від однієї до чотирьох змін в залежності від норми поливу. Оператори працюють цілодобово. При прийманні зміни, оператор перевіряє технічну справність системи, пульта управління та заповнює паливний бак до повної місткості. При перетягуванні системи з позиції на позицію, оператор перекриває воду, відключає систему, для підтримання стійкості центрального візка натягує 2 троса, від'єднує фіксажні цепи від блоків фіксації, піддонкрачує кожне колесо несучих візків, відключає редуктор, повертає кожне колесо вручну в транспортне положення і за допомогою трактору Т-150К перетягує систему на другу позицію. Після чого переводить систему з транспортного положення в робоче, послаблює троси, фіксує установку, підключає шланг від генератора до гідранту і запускає систему.

Для очистки розпилювачів води, при їх засміченості різними домішками (пісок, водорості та ін.), система в більшості випадків не відключається. Очистка розпилювачів проводиться оператором разом з гідротехніком в період роботи системи.

При відключенні води або при несправності двигуна, система зупиняється самостійно і подається звуковий сигнал, при цьому відключається сигнальна лампа, яка постійно горить в період поливу.

При відновленні подачі води, оператор знову запускає двигун системи натисненням кнопок програмного блоку управління.

Дощувальна установка Valley Rainger з можливістю розвороту може налаштовуватися для покриття полів з різною шириною і може використовувати канал або шланг для забору води. З додаванням функції розвороту проліт зможе повертатися на візку на кут 180°. Ця функція дозволяє одній машині покривати площу, яка більш ніж у два рази перевищує площу покриття стандартної фронтальної машини. Це дозволяє максимально збільшити зрошувану площу на полях неправильної форми.

Дощувальна машина Pierce 800 M фронтального переміщення з електроприводом та з забором води з відкритого каналу призначена для поливу дощуванням зернових, кормових та технічних культур, включаючи високостебельні. Обслуговує площу зрошення 172га. Центральний візок спирається на чотири пневмоколіса. На візку встановлені: дизельний двигун, генератор, відцентровий насос, ручна помпа, всмоктувальний трубопровід, паливний бак, стояк для підведення води, пульт керування дизельним двигуном, головний пульт керування, прилади автоматичного керування рухом машини, прилади керування курсом машини по тросу.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна, генератора та відцентрового насоса. Привод генератора здійснюється від двигуна за допомогою пасової передачі, привод відцентрового насоса – від вала дизельного двигуна. Двигун має аварійну захисну систему стосовно температури води та тиску масла.

Всмоктувальна лінія, за допомогою якої через водозабірний пристрій здійснюється підведення води з каналу до насоса, складається з трьох патрубків і двох колін. Водозабірний пристрій – пасивного типу. Заповнення всмоктувальної лінії та насоса водою здійснюється за допомогою занурювального електронасоса, розташованого на водозабірному пристрої.

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по тросу керування, протягнутому паралельно лінії гідрантів, за допомогою слідкувальних стрижнів.

Водопровідний трубопровід являє собою збірну конструкцію, яка складається з чотирнадцяти прольотів (по сім прольотів з кожного боку каналу), шарнірно з'єднаних між собою, та двох консолей. Консолі оснащені кінцевими апаратами. Для збільшення радіусу поливу використано відцентровий насос для підвищення тиску води перед подачею її до апарату. Насос приводиться в дію за допомогою електродвигуна.

Шарнірне з'єднання прольотів виконане у вигляді двох кронштейнів типу кульовий палець-гніздо. Гідравлічне з'єднання стиків між прольотами здійснюється спеціальним манжетом з хомутами.

Мотор-редуктори є електромеханічним приводом опорних візків і призначений для передачі крутного моменту через карданний вал на колісний редуктор візків.

Робочі органи – низьконапірні дефлекторні насадки кругової дії з регуляторами тиску.

Пульти керування – з ручним контролем керування технологічним процесом; елементи систем керування забезпечують автоматичне керування електродвигунами мотор-редукторів візків, контроль і сигналізацію режимів роботи та захист машини від аварійних ситуацій. До складу системи керування входять: шафа керування машиною, прилади синхронізації руху опорних візків у лінію та руху машин по курсу, датчики зупинки машини в заданому секторі, кабельні з'єднання.

Дощувальні машини “Pierce” L95-803 та L95-520. Довжина кожної машини визначається розміром конкретного поля, на якому її будуть експлуатувати. треба сказати, що при великій ширині захвату буде зберігатись лінійність руху за рахунок системи синхронізації руху кожної пари коліс. Швидкість руху машин може змінюватися, а змінюючи тиск в рампі і застосовуючи різні форсунки можна змінювати норму поливу. Фільтри грубого очищення для дощувальної

машини, диференційоване регулювання витрати води дуже важливо при зрошенні, адже сільгоспвиробник несе витрати на подачу зрошуваної води та її надлишки негативно позначаються, як на самій культурі, так і на собівартості продукції. Тому дуже важливо визначити час початку поливу і його інтенсивність. Дощувальні установки працюють в автоматичному режимі. З панелі управління зрошувальної машини оператор легко задає необхідну норму поливу, враховуючи всі змінні фактори. Автоматична система управління контролює частоту обертання кожної пари коліс, завдяки чому швидкість всіх прольотів машини є постійною. Таким чином, вдається досягти злагодженої роботи всієї поливної системи.

Дощувальна машина Zimmatic 354 M фронтального переміщення з електричним приводом опорних візків, призначена для поливу дощуванням зернових, кормових, овочевих та технічних культур, включаючи високостебельні.

Силовий візок складається з опорної рами, підтримувальних стійок та поперечин і спирається на два пневмоколеса. На ньому встановлені: силовий агрегат, паливний бак, стояк для підведення води, пульт керування дизельним двигуном, акумулятор, головний пульт керування машиною, прилади керування курсом машини по борозні, кінцеві вимикачі, гнучкий водоподавальний шланг.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна та генератора. Органи керування і контрольні прилади двигуна винесені на пульт. Дизельний двигун має аварійну захисну систему стосовно температури води та тиску масла

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по борозні, яка проходить паралельно лінії гідрантів, за допомогою слідкувальних штанг.

Водопровідний трубопровід призначений для транспортування води уздовж машини та підведення її до дощувальних насадок і являє собою збірну конструкцію з семи прольотів-ферм, шарнірно з'єднаних між собою, та консолі.

Робочі органи – низьконапірні дефлекторні насадки кругової дії з регуляторами тиску.

Мотор-редуктора є електромеханічним приводом опорних візків і призначений для передачі крутного моменту через карданний вал на колісний редуктор.

Шарнірне з'єднання прольотів карданного типу складається з двох кронштейнів, приварених до одного з'єднувального кінця труби в горизонтальній і до другого – у вертикальній площині. Кронштейни сполучені між собою металевим кільцем. Гідравлічне з'єднання стиків між прольотами здійснюється каучуковою муфтою, котра по зовнішньому діаметру обтягнута сталеву обіймою.

Пульт керування – з ручним контролем керування технологічним процесом, швидкість руху машини для отримання визначеної поливної норми задається за допомогою процент-таймера; елементи системи керування забезпечують автоматичне керування електродвигунами мотор-редукторів візків, контроль і сигналізацію режимів роботи та захист машини від аварійних ситуацій. До складу системи входять: шафа керування машиною, прилади синхронізації руху опорних візків у лінію та руху машин по курсу, датчики зупинки машини в заданому секторі, кабельні з'єднання.

Дошувальна машина Zimmatic 434 M кругового переміщення, призначена для поливу дошуванням зернових, кормових та технічних культур, включаючи високостебельні.

Центральний візок – чотириколісний, являє собою конструкцію у формі піраміди, яка складається із стояків та поперечин (в перерізі – кутник), встановлених на дві балки трубчастого перерізу. Нижня частина стояків візка кріпиться за допомогою ланцюгів до бетонної основи, на якій встановлено центральний візок.

На центральному візку встановлено дизель-генератор, паливний бак, шафа керування машиною, пульт керування дизельним двигуном, стояк для підведення води до водопровідного трубопроводу. У верхній частині стояка розташоване колекторне кільце, призначене для передачі електричного живлення та сигналів керування від генератора до електродвигунів мотор-редукторів та приладів керування (синхронізації) руху опорних візків.

Водопровідний трубопровід складається з семи ферм-прольотів і консолей. Ферми опираються на сім опорних візків і шарнірно з'єднуються між собою. Консоль жорстко кріпиться до останньої ферми і розкріплюється тросовими розтяжками.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна та генератора. Органи керування і контрольні прилади двигуна винесені на пульт. Дизельний двигун має аварійну захисну систему стосовно температури води та тиску масла

Мотор-редуктор є електромеханічним приводом опорних візків і призначений для передачі крутного моменту через карданний вал на колісний редуктор.

Колеса опорних візків обладнані механізмом переведення у транспортне положення для можливості буксирування машини на іншу позицію.

Шарнірне з'єднання прольотів карданного типу складається з двох кронштейнів, приварених до одного з'єднувального кінця труби в горизонтальній і до другого – у вертикальній площині. Кронштейни сполучені між собою металевим кільцем. Гідравлічне з'єднання стиків між прольотами здійснюється каучуковою муфтою, котра по зовнішньому діаметру обтягнута сталеву обіймою.

Пульт керування – з ручним контролем керування технологічним процесом; елементи систем керування забезпечують автоматичне керування електродвигунами мотор-редукторів візків, контроль і сигналізацію режимів роботи та захист машин від аварійних ситуацій. До складу системи входять: шафа керування машиною, прилади синхронізації руху опорних візків у лінію, колекторне кільце, датчик зупинки машини в заданому секторі.

Дощувальна машина Zimmatic 800 M фронтального переміщення з електроприводом та з забором води з відкритого каналу, призначена для поливу дощуванням зернових, кормових та технічних культур, включаючи високостебельні. Обслуговує площу зрошення 188 га.

Центральний візок спирається на чотири пневмоколеса. На візку встановлені: силовий агрегат, ручна помпа, всмоктувальний трубопровід, паливний бак, стояк для

підведення води, пульт керування дизельним двигуном, головний пульт керування, прилади автоматичного керування рухом машини, прилади керування курсом машини по тросу, кінцевий вимикач.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна, генератора та відцентрового насоса. Приведення в дію генератора здійснюється від двигуна за допомогою пасової передачі, приведення насоса – від вала дизельного двигуна. Дизельний двигун має аварійну захисну систему стосовно температури води та тиску масла

Всмоктувальна лінія, за допомогою якої через водозабірний пристрій здійснюється підведення води з каналу до насоса, складається з трьох патрубків і двох колін. Водозабірний пристрій – активного типу. Заповнення всмоктувальної лінії та насоса водою здійснюється за допомогою ручної помпи.

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по тросу керування, протягнутому паралельно каналу, за допомогою слідкувальних стрижнів.

Водопровідний трубопровід являє собою збірну конструкцію, яка складається з чотирнадцяти прольотів (по сім прольотів з кожного боку каналу), шарнірно з'єднаних між собою, та двох консолей.

Мотор-редуктор є електромеханічним приводом опорних візків і призначений для передачі крутного моменту через карданний вал на колісний редуктор візків.

Робочі органи – низьконапірні дефлекторні насадки кругової дії з регуляторами тиску.

Шарнірне з'єднання прольотів карданного типу складається з двох кронштейнів, приварених до одного з'єднувального кінця труби в горизонтальній і до другого – у вертикальній площині. Кронштейни сполучені між собою металевим кільцем. Гідравлічне з'єднання стиків між прольотами здійснюється каучуковою муфтою, котра по зовнішньому діаметру обтягнута сталеву обіймою.

Пульт керування – з ручним контролем керування технологічним процесом; елементи систем керування забезпечують автоматичне керування електродвигунами

мотор-редукторів візків, контроль і сигналізацію режимів роботи та захист машини від аварійних ситуацій. До складу системи керування входять: шафа керування машиною, прилади синхронізації руху опорних візків у лінію та руху машин по курсу, датчики зупинки машини в заданому секторі, кабельні з'єднання

Дощувальна машина T-L 243 M OSL+ фронтального переміщення з гідравлічним приводом опорних візків, призначена для поливу дощуванням зернових, кормових, технічних та овочевих культур, включаючи високостебельні.

Силовий візок складається з опорної балки, підтримуючих стійок та поперечин. Спирається на два пневмоколеса. На ньому встановлені: дизельний двигун, гідронасос, масляний бак, паливний бак, стояк для підведення води, пульт керування дизельним двигуном, ручний пульт керування машиною, гідравлічний домкрат для переведення візка в транспортне положення, прилади керування курсом машин по борозні, кінцевий вимикач, труба для підключення гнучкого трубопровідного шлангу.

Водопровідний трубопровід являє собою збірну конструкцію, складену з чотирьох прольотів ферм, шарнірно з'єднаних між собою, та консолі. Консоль оснащена кінцевим апаратом. Для збільшення радіусу поливу використано відцентрований насос, що підвищує тиск води перед подачею її до апарата. Насос приводиться в дію за допомогою гідромотора.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна та гідронасоса. Рух машин забезпечується масляною гідравлічною системою. Дизельний двигун має аварійну захисну систему, яка передбачає його зупинку у випадку падіння тиску масла в системі змащування та підвищення температури води в системі охолодження.

Масляний бак об'ємом 120 л призначений для живлення гідравлічної системи машини місткістю 300 л. На ньому розташовані органи для контролю рівня масла тиску, створюваного гідронасосом.

Приведення в дію колісних редукторів здійснюється від гідромоторів, встановлених на кожному колесі візка.

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по борозні, яка проходить вздовж лінії гідрантів за допомогою слідкувальних штанг.

Тросово-важільний механізм та система гідроклапанів шарнірних з'єднань прольотів дощувальної ферми забезпечують синхронізацію візків у лінію та автоматичний захист при критичному куті зламу в шарнірних з'єднаннях прольотів.

Пульт керування – ручний, з його допомогою здійснюють всі технологічні операції керування машиною; елементи системи керування забезпечують захист машини у випадках: зниження тиску масла в гідросистемі машин; відхилення напряму руху машини вище припустимого відносно борозни керування; порушення руху опорних візків у лінію; виходу дощувальної машини за межі зрошуваної ділянки; падіння тиску води в трубопроводі.

Дощувальна машина Т-Л 295 М фронтального переміщення з гідравлічним приводом опорних візків, призначена для поливу дощуванням зернових, кормових, технічних та овочевих культур, включаючи високостебельні. Центральний візок складається з опорної рами, підтримуючих стійок та поперечин і спирається на чотири пневмоколонки. На ньому встановлені: дизельний двигун, гідронасос, масляний бак, паливний бак, стояк для підведення води з впускним соленоїдним клапаном, пульт керування дизельним двигуном, акумулятор, головний пульт керування машиною, прилад керування рухом центрального візка, прилади керування курсом машини по тросу, кінцевий вимикач, гнучкий водоподавальний шланг.

Водопровідний трубопровід призначений для транспортування води уздовж машини та підведення її до дощувальних насадок і являє собою збірну конструкцію з п'яти прольотів-ферм, шарнірно з'єднаних між собою, та консолі. Консоль оснащена кінцевим апаратом. Для збільшення радіуса поливу використовується відцентрований насос, який підвищує тиск води перед подаванням її до апарата. Насос приводиться в дію за допомогою гідромотора.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна та гідронасоса. Рух машин забезпечується масляною гідравліч-

ною системою. Дизельний двигун має аварійну захисну систему, яка передбачає його зупинку у випадку падіння тиску масла в системі змашування та підвищення температури води в системі охолодження.

Масляний бак об'ємом 120 л призначений для живлення гідравлічної системи машини місткістю 350 л.

Привод колісних редукторів здійснюється від гідромоторів, встановлених на кожному колесі візка.

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по тросу керування, протягнутому паралельно лінії гідрантів, за допомогою слідкувальних стрижнів.

Тросово-важільний механізм та система гідроклапанів шарнірних з'єднань прольотів дощувальної ферми забезпечують синхронізацію візків у лінію та автоматичний захист у разі утворення критичного кута зламу в шарнірних з'єднаннях прольотів.

Пульт керування – електронний, з його допомогою програмується режим роботи машини; елементи систем керування забезпечують захист машини у випадках: зниження тиску масла в гідросистемі машин; відхилення напряму руху машини вище припустимого відносно троса керування; порушення руху опорних візків у лінію; виходу дощувальної машини за межі зрошуваної ділянки; падіння тиску води в трубопроводі.

Дощувальна машина T-L 400 M Ultra Liner фронтального переміщення з гідростатичним приводом та з забором води з відкритого каналу, призначена для поливу дощуванням зернових, кормових, технічних та овочевих культур, включаючи високостебельні. Обслуговує площу зрошення 83,6 га.

Центральний візок спирається на чотири пневмоколеса. На візку встановлені: дизельний двигун, відцентрований насос, гідронасос, масляний бак, паливний бак, вакуумний насос з електроприводом, всмоктувальний трубопровід, стояк для підведення води до дощувальної ферми, головний пульт керування машиною, пульт керування дизельним двигуном,

акумулятор, прилади керування курсом машини по тросу, кінцевий вимикач.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна, гідронасоса та відцентрового насоса. Привод гідронасоса здійснюється від двигуна за допомогою пасової передачі, привод відцентрового насоса – від вала дизельного двигуна. Двигун має аварійну захисну систему стосовно температурив води та тиску масла.

Всмоктувальна лінія, за допомогою якої через водозабірний пристрій здійснюється підведення води з каналу до насоса, складається з трьох патрубків і двох колін. Водозабірний пристрій – активного типу. Заповнення всмоктувальної лінії та насоса водою здійснюється за допомогою вакуумного насоса з електричним приводом з живленням від акумулятора.

Масляний бак об'ємом 130 л. призначений для живлення гідравлічної системи машини місткістю 400 л.

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по тросу керування, протягнутому паралельно каналу, за допомогою слідкувальних стрижнів.

Привод колісних редукторів опорних візків здійснюється від гідромоторів, встановлених на кожному колесі візка. Візки оснащені гідродомкратами для можливості переведення коліс у транспортне положення.

Водопровідний трубопровід являє собою збірну конструкцію, яка складається з семи прольотів, шарнірно з'єднаних між собою, та консолі.

Тросово-важільний механізм та система гідроклапанів шарнірних з'єднань прольотів дощувальної ферми забезпечують синхронізацію візків у лінію та автоматичний захист у разі утворення критичного кута зламу в шарнірних з'єднаннях прольотів.

Робочі органи: низьконапірні дефлекторні насадки кругової дії у зборі з регуляторами тиску.

Пульти керування – електронний, з його допомогою програмується режим роботи машини; елементи систем керування забезпечують захист машини у випадках: зниження тиску масла в гідросистемі машин; відхилення

напряму руху машини вище припустимого відносно троса керування; порушення руху опорних візків у лінію; виходу дощувальної машини за межі зрошуваної ділянки; падіння тиску води в трубопроводі.

Дощувальна машина T-L 620 M фронтального переміщення з гідравлічним приводом опорних візків, призначена для поливу дощуванням зернових, кормових, технічних та овочевих культур, включаючи високостебельні.

Центральний візок складається з опорної рами, підтримуючих стійок та поперечин і спирається на чотири пневмоколеса. На центральному візку встановлені: дизельний двигун, гідронасос, масляний бак, паливний бак, стояк для підведення води з впускним соленоїдним клапаном, пульт керування дизельним двигуном, акумулятор, головний пульт керування машиною, прилад керування рухом центрального візка, прилади керування курсом машини по тросу, кінцевий вимикач, гнучкий водоподавальний шланг.

Водопровідний трубопровід призначений для транспортування води уздовж машини та підведення її до дощувальних насадок і являє собою збірну конструкцію з п'яти прольотів-ферм, шарнірно з'єднаних між собою, та консолі. Консоль оснащена кінцевим апаратом. Для збільшення радіуса поливу використовується відцентрований насос, який підвищує тиск води перед подаванням її до апарата. Насос приводиться дію за допомогою гідромотора.

Силовий агрегат складається з дизельного двигуна та гідронасоса. Рух машин забезпечується масляною гідравлічною системою. Дизельний двигун має аварійну захисну систему, яка передбачає його зупинку у випадку падіння тиску масла в системі змащування та підвищення температури води в системі охолодження.

Масляний бак об'ємом 120 л призначений для живлення гідравлічної системи машини місткістю 350 л.

Привод колісних редукторів здійснюється від гідромоторів, встановлених на кожному колесі візка.

Прилади стабілізації по курсу забезпечують автоматичний рух машин по тросу керування, протягнутому

паралельно лінії гідрантів, за допомогою слідкувальних стрижнів.

Тросово-важільний механізм та система гідроклапанів шарнірних з'єднань прольотів дощувальної ферми забезпечують синхронізацію візків у лінію та автоматичний захист у разі утворення критичного кута зламу в шарнірних з'єднаннях прольотів.

Пульт керування – електронний, з його допомогою програмується режим роботи машини; елементи систем керування забезпечують захист машини у випадках: зниження тиску масла в гідросистемі машин; відхилення напрямку руху машини вище припустимого відносно троса керування; порушення руху опорних візків у лінію; виходу дощувальної машини за межі зрошуваної ділянки; падіння тиску води в трубопроводі.

Дощувальна машина Quadrostar QS-100 із забором води з відкритого зрошувача, призначена для поливу дощуванням всіх видів сільськогосподарських культур на відкритих зрошувальних мережах дощувальної машини ДДА.

Центральний візок складається з опорної рами, підтримуючих стояків та поперечин. Спирається на чотири пневмоколеса. На візку встановлені: дизельний двигун, генератор, відцентровий насос, головний пульт керування, електрична шафа генератора, штанги та прилади лінійно-го керування по курсу (ПСК), прилади синхронізації машини в лінії (ПСЛ), два мотор-редуктори привода коліс.

Кругові системи поливу Western Irrigation працюють від центрального джерела подачі води, навколо якого і відбувається круговий рух системи. Загальна довжина системи поливу може досягати сотні метрів і розраховується індивідуально в кожному випадку. Системи поливу складаються із сегментів, що мають стандартні розміри: 43 м, 50 м, 55 м і 61 м. Кожний сегмент спирається на раму, оснащену колесами. Кожна пара коліс має автономний привод від редуктора електромотора, що дозволяє витримувати радіальну лінійність руху всієї системи навколо центральної осі - станції забору води. Робота системи допускає повну автоматизацію процесу поливу. Блок

контролю витрати води може бути легко перепрограмований з урахуванням погодних умов, що постійно змінюються.

На даний момент компанія розробляє взаємозамінні комплектуючі для створення уніфікованих систем, що істотно спростить технічне обслуговування обладнання, і сприятиме розвитку або модернізації вже діючих систем зрошення.

Переваги системи: велика кількість варіантів модифікацій установки; енергозберігаюча система низького тиску - використовується тиску до 3-х бар.; низьке, відносно землі, розташування розпилювачів гарантує високу ефективність поливу; завдяки малій кінетичній енергії краплі забезпечується щадячий режим поливу; низька інтенсивність поливу зберігає структуру ґрунту і оберігає від вимивання; мінімальні витрати при максимальній площі поливу; програмний блок управління нормою і часом поливу, режимом роботи установки

Система крапельного зрошення John Deere. Полив проводиться за допомогою трубок T-Tape-507-20-500 із вбудованими крапельницями через кожні 20 см.

Забір води проводиться з відкритої природньої водойми. Насос працює від дизельної насосної станції “BEINLICH 170-10 OR”, яка облаштована двигуном “John Deere 6068 TF 158” потужністю – 92 кВт На початку зміни фахівець оглядає насос, перевіряє фільтр, цілісність забірного трубопроводу, вентиля перебиття, після чого запускає двигун.

Залежно від потреби виконавець відкриває вентиля на трубопроводі тих полів, які за схемою поливу потрібно поливати. Після виконання цих операцій виконавець переходить на поле, оглядаючи центральний трубопровід.

Під час зміни він відкриває і закриває вентиля подачі води на сектори поливу, оглядає гнучкі шланги, промиває отвори, в які не надходить вода, та за потреби за допомогою ремкомплекту проводить ремонтні роботи гнучкого шланга. Періодично впродовж зміни переходить до насоса, контролює тиск води на датчиках. Після закінчення поливу вимикає насос, перебиває всі вентиля, виймає фільтри, промиває їх.

За потреби одночасного поливу і внесення мінеральних добрив (аміачної селітри тощо.) виконавець у спеціальну місткість засипає необхідну кількість добрив, і вода, проходячи через місткість, вимиває їх у загальну систему зрошення.

Розділ 3. Нормування питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями (за основу обрано ВНД 33-3.1-08-2004)

3.1. Загальні положення

Нормування питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями водогосподарських систем здійснюється відповідно до Закону України "Про енергозбереження" та Постанови Кабінету Міністрів України № 786 "Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві" від 15 липня 1997 р. і проводиться на всіх рівнях планування електроспоживання та управління водорозподілом.

Нормування питомих витрат електроенергії – це встановлення об'єктивно необхідної величини їхнього споживання на одиницю виробленої продукції.

Норма питомої витрати електроенергії – затверджений уповноваженим на те Кабінетом Міністрів України органом виконавчої влади показник використання її на одиницю продукції, орієнтований на прогресивні умови експлуатації насосних станцій.

Норма питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями вимірюється у кіловат-годинах на тисячу кубічних метрів води (кВт·год/тис. м³).

Нормування питомих витрат електроенергії здійснюється з метою забезпечення раціонального їх використання і є основою для запровадження економічних механізмів стимулювання енергозбереження та застосування економічних санкцій за її нераціональне використання. Воно також використовується для прогнозування обсягів електроспоживання в експлуатаційних організаціях, регіонах і галузях.

Стимулювання енергозбереження здійснюється відповідно до Положення про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію електроенергії у суспільному виробництві, затвердженого спільним наказом Держком-енергозбереження та Мінекономіки від 21 червня 2000 р.

№ 47/127, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 10 липня 2000 р. за № 1126-2000-п.

Основне завдання нормування полягає у встановленні об'єктивних планових показників енергоємності водоподачі, посилення збалансованості та достовірності прогнозів споживання електроенергії, а також виявлення технічно доступних резервів енергозбереження на об'єктах водогосподарських систем.

Норми питомих витрат електроенергії на перекачування води визначаються як наскрізні показники, що включають всі витрати і втрати електроенергії протягом планового періоду при здійсненні водозабору, водоподачі і водовідведення.

Обґрунтованими нормами питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями є такі, що розраховані за умов якісного технічного стану насосних агрегатів, високих коефіцієнтів завантаження насосів та якісного технічного стану допоміжного технологічного устаткування (засувки, зворотні клапани, водозабірні решітки, сифонні водовипуски та ін.).

3.2. Класифікація норм питомих витрат електроенергії

Норми питомих витрат електроенергії на перекачування води класифікуються за такими основними ознаками.

За ступенем агрегації – **індивідуальні та групові норми.**

Індивідуальна – це називається норма питомої витрати електричної енергії безпосередньо на перекачування води, яка визначається для окремих насосних агрегатів і насосних станцій у конкретних прогресивних та економічних режимах їхньої експлуатації.

Групова – це називається норма питомої витрати електроенергії на перекачування води, яка визначається для різних ієрархічних рівнів управління виробництвом (дільниця, управління меліоративних систем, управління каналів чи групових водопроводів, обласне управління меліорації і водного господарства, Держводгосп).

За складом витрат електроенергії – **технологічні та загальновиробничі норми.**

Технологічна – це називається норма питомої витрати електроенергії, яка враховує виробниче споживання та технологічно неминучі витрати і втрати, пов'язані з здійсненням основних та допоміжних технологічних операцій у процесі роботи насосної станції.

Загальновиробнича – це називається норма питомої витрати електроенергії, яка враховує, крім її споживання під час проведення основних та допоміжних технологічних операцій водоподачі, також втрати електроенергії в електричній мережі і перетворювачах.

3.3. Визначення норм питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями

Методика нормування питомих витрат електроенергії розроблена на основі характеристик випадкових процесів водоподачі та електроспоживання і методики водообліку за витратами електроенергії, погодженою Держкоменергозбереження.

До основних вихідних даних для визначення норм питомих витрат електроенергії насосними станціями належать:

- паспортні дані насосних агрегатів та електроустановлення насосних станцій з характеристиками насосів;

- робочі характеристики та експлуатаційні режими роботи насосних агрегатів, отримані за результатами проведеного енергоаудиту;

- плани-графіки водоподачі;

- споживана електроенергія і фактична водоподача за попередній період експлуатації насосних станцій.

Індивідуальні норми питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними агрегатами визначають із використанням комбінованого методу, який поєднує розрахунково-аналітичний, експериментальний і розрахунково-статистичний методи за однією із формул:

$$e_i = \frac{2,72 \cdot H}{\eta_{на}}; \quad (3.1)$$

$$e_i = \frac{1000}{A} \cdot \left(\frac{B}{K_{зн} \cdot Q_H} \pm 1 \right); \quad (3.2)$$

$$e = \frac{\bar{P}}{\bar{Q}}, \quad (3.3)$$

де H – середній напір насоса, м; $\eta_{на}$ – коефіцієнт корисної дії (ккд) насосного агрегату; $\eta_{на} = \eta_n \cdot \eta_{ед}$; η_n – ккд насоса, який визначається при середньому напорі за характеристикою насоса; $\eta_{ед}$ – ккд електродвигуна, який визначається за робочою характеристикою залежно від його коефіцієнта завантаження; Q_H, \bar{Q} – паспортна (номінальна) та середня подача насоса, тис. м³/год; $K_{зн}$ – коефіцієнт завантаження насоса; \bar{P} – середня потужність, кВт; A (м³/кВт·год) і B (тис.м³/год) – градууювальні коефіцієнти насосних агрегатів, які визначають залежність подачі насоса від потужності, споживаної привідним електродвигуном.

Напір насоса в метрах водяного стовпа розраховують таким чином:

$$H = M_o \pm V_o + \frac{V_m^2 - V_в^2}{2 \cdot g}, \quad (3.4)$$

де M_o і V_o – приведені до осі насоса показання манометра і мановакуумметра, м; V_m і $V_в$ – швидкості води в місцях приєднання трубок манометра і вакуумметра, м/с; $g=9,81$ м/с² прискорення вільного падіння.

Напір свердловинного насоса визначають за формулою:

$$H = M + h_{zg} + \frac{V_в^2}{2 \cdot g}, \quad (3.5)$$

де h_{zg} – рівень залягання ґрунтової води відносно рівня розташування манометра, м; M – показання манометра, м.

Коефіцієнт завантаження насоса визначають за формулою:

$$K_{zn} = \frac{\bar{Q}}{Q_n}, \quad (3.6)$$

де \bar{Q} – фактична середня подача насоса, тис. м³/год.

Фактичну подачу в м³/год відцентрового насоса розраховують за формулою:

$$Q = A \cdot P - B \cdot 1000, \quad (3.7)$$

а осьового, діагонального та вихрьового насосів –

$$Q = B \cdot 1000 - A \cdot P, \quad (3.8)$$

де P потужність, споживана електродвигуном, кВт.

Для оперативного контролю та управління подача насоса може визначатися за струмом статора привідного електродвигуна :

для відцентрового насоса

$$Q = C \cdot I - B \cdot 1000, \quad (3.9)$$

для осьових, діагональних та вихрьових насосів

$$Q = B \cdot 1000 - C \cdot I, \quad (3.10)$$

де $C = 1,732 \cdot A \cdot U \cdot \cos\varphi$, U – лінійна напруга, кВ; I – струм статора електродвигуна, А; $\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності електродвигуна.

Об'єм води, що перекачується відцентровими насосами, визначають за формулою:

$$W = A \cdot E - B \cdot T, \quad (3.11)$$

а осьовими, діагональними та вихрьовими насосами – за формулою:

$$W = B \cdot T - A \cdot E, \quad (3.12)$$

де W – об'єм перекачаної насосом води (тис.м³) за період T в годинах; E – кількість електроенергії, витраченої на роботу насосного агрегату, тис.кВт·год.

У формулі (3.2) знак (+) приймають при визначенні норм витрат електроенергії на перекачування води відцентровими насосами, а знак (–) – осьовими, діагональними та вихрьовими насосами.

Формулу (3.1), як правило, використовують для визначення індивідуальних норм питомих витрат електроенергії насосними агрегатами, які мають круті напірні характеристики або працюють на окремі трубопроводи.

Формули (3.2) і (3.3) рекомендується використовувати для розрахунку норм питомих витрат електроенергії на підкачувальних насосних станціях.

Градууювальні коефіцієнти насосних агрегатів A , B і C визначають за методикою водообліку [9]. Для номінальних показників насосних агрегатів та при $K_{зи} = 1$ розрахункові значення градууювальних коефіцієнтів, а також індивідуальні норми питомих витрат електроенергії наведені у додатку Ж.

Середні напори, або коефіцієнти завантаження насосів, визначають розрахунково-статистичним методом на основі фактичних даних за попередні періоди експлуатації насосних агрегатів або експериментальним методом за розрахункової середньої водоподачі на плановий період.

Слід зауважити, що робота насосних агрегатів із максимально можливим за умови надійної роботи коефіцієнтом завантаження чи мінімально допустимим напором забезпечує мінімальні питомі витрати електроенергії на перекачування води.

Зменшення коефіцієнтів завантаження насосів або збільшення їхніх напорів призводить до технологічно неминучих втрат електроенергії на перекачування води насосними агрегатами.

Такі втрати електроенергії спричинені випадковою дискретною водоподачею, зростанням коефіцієнтів шорсткості трубопроводів та протічної частини насосів, старінням ізоляції обмоток привідних електродвигунів при тривалій експлуатації насосних станцій, пониженням якості та частими відключеннями електроенергії, а також вимушеним недовантаженням привідних електродвигунів у період післяремонтної експлуатації.

Індивідуальна норма питомих витрат електроенергії розраховується для конкретних умов експлуатації за такими обмеженнями:

- середні коефіцієнти завантаження насосів $K_{zn} \geq 0,7$;
- фактичні ккд насосних агрегатів більші за мінімально допустимі значення,
- визначені за сумою абсолютних максимальних відхилень від паспортних значень ккд насоса та привідного електродвигуна.

Абсолютні відхилення ккд різних типів насосів від паспортних значень визначаються за даними, наведеними у додатку Ж.

Для електродвигунів потужністю понад 50 кВт максимальне експлуатаційне відхилення їхнього ккд приймається таким – $0,2 \cdot (1 - \eta_e) + 0,05 \eta_e$. Для електродвигунів потужністю меншою за 50 кВт максимальне відхилення $0,3 \cdot (1 - \eta_e) + 0,05 \eta_e$, де η_e – номінальне паспортне значення ккд електродвигуна.

Індивідуальну норму питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями з однотиповими насосами визначають за формулами (3.1), (3.2) або (3.3), а насосними станціями з різнотиповими насосами – за формулою:

$$e_i = \frac{\sum_{j=1}^n e_{ij} \cdot W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}, \quad (3.13)$$

де W_j – об'єм води, перекачаної насосами j -го типу; e_{ij} – індивідуальна норма питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними агрегатами j -го типу.

Об'єм води, перекачаної насосною станцією, визначають за планами-графіками водоподачі розрахунково-аналітичним методом з урахуванням середньостатистичних даних про їхнє фактичне виконання за попередній рік.

При розрахунку індивідуальних норм питомих витрат електроенергії насосної станції плановий об'єм води розподіляють між групами насосів пропорційно до їхньої продуктивності і обернено пропорційно до їхніх норм питомих витрат електроенергії.

Технологічні норми питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями визначають з використанням комбінованого методу, який поєднує розрахунково-аналітичний, експериментальний та розрахунково-статистичний методи.

Для розрахунку технологічних норм питомих витрат електроенергії, як правило, використовують такі вихідні дані:

- індивідуальні норми питомих витрат електроенергії насосними агрегатами;
- фактичні витрати електроенергії на виконання допоміжних технологічних операцій за розрахунковий період;
- паспортні характеристики електродвигунів агрегатів і механізмів, які виконують допоміжні технологічні операції;
- розрахункові або експериментальні дані про тривалість здійснення допоміжних технологічних операцій у процесі водоподачі.

Технологічні норми питомих витрат електроенергії насосними станціями визначають за формулою:

$$e_m = (1 + \alpha) \cdot e_i, \quad (3.14)$$

де e_i – індивідуальна норма питомих витрат електроенергії на перекачування води насосною станцією; α – коефіцієнт співвідношення витрат електроенергії на проведення допоміжних технологічних операцій ($E_{\text{дм}}$) і електроенергії, споживаної насосними агрегатами на перекачування води (E_e):

$$\alpha = \frac{E_{\text{дм}}}{E_e}. \quad (3.15)$$

Додаткові технологічні витрати електроенергії на насосній станції вносять, як правило, з використанням показань лічильника електроенергії (лічильника власних потреб) за розрахунковий період (рік, квартал, місяць).

Витрати електроенергії на проведення допоміжних технологічних операцій залежать від складу, потужності та часу напрацювання електродвигунів насосів і механізмів, які

виконують ці операції. За тимчасової відсутності лічильника електроенергії власних потреб їх визначають за формулою:

$$E_{om} = P_1 \cdot T_1 + P_2 \cdot T_2 + \dots + P_m \cdot T_m, \quad (3.16)$$

де m – кількість допоміжних операцій при водоподачі; P_i – потужність, споживана електродвигуном насоса або механізму при проведенні допоміжних технологічних операцій, кВт; T_i – тривалість проведення i -ої допоміжної технологічної операції, год.

Потужність, споживану електродвигуном насоса, визначають з використанням лічильника електроенергії за формулою:

$$P = \frac{3600 \cdot n \cdot K_m}{C_e \cdot t}, \quad (3.17)$$

де n – ціле число обертів диска або імпульсів лічильника електроенергії за час t у секундах; K_m – повний коефіцієнт трансформації для лічильника електроенергії; C_e – постійна лічильника електроенергії, об/кВт·год, (імпл/кВт·год).

При використанні лічильника електроенергії з цифровою індикацією потужність визначають за формулою:

$$P = P_p \cdot K_m, \quad (3.18)$$

де P_p – значення активної потужності на індикаторі лічильника електроенергії, кВт.

За умови визначення тривалості проведення допоміжних технологічних операцій експериментальним шляхом вимірювання часу, як правило, проводять по групі найбільш якісних агрегатів чи механізмів із ряду однотипових насосних станцій, а в розрахунках використовують його середнє значення.

Для більшості насосних станцій водогосподарських систем витрати електроенергії на проведення допоміжних технологічних операцій відносно до витрат електроенергії на подачу води основними насосними агрегатами, як правило, не перевищують 1 % ($\alpha \leq 0,01$).

Загальновиробничі норми питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями обчислюють за допомогою розрахунково-аналітичного методу і водночас використовують такі вихідні дані:

– технологічні норми питомих витрат електроенергії насосними станціями;

– втрати електроенергії в електричній мережі і трансформаторах, які знаходяться на балансі водносподарських організацій.

Загальновиробничі норми питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями визначаються за формулою:

$$e_e = e_m + \frac{\Delta E}{W}, \quad (3.19)$$

де e_m – технологічна норма питомих витрат електроенергії; ΔE – втрати електроенергії в мережі і трансформаторах, що знаходяться на балансі водогосподарської організації, кВт·год; W – об'єм води, перекачаної насосною станцією за розрахунковий період, тис.м³.

Втрати електроенергії у трансформаторах розраховують за методичними рекомендаціями Мінпаливенерго з використанням лічильників електроенергії або формул, що доводяться електропостачальним організаціям. Одна з формул така:

$$\Delta E_{mp} = \Delta P_{xx} \cdot T_n + K_3^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot T_p \quad (3.20)$$

де ΔP_{xx} і $\Delta P_{кз}$ – паспортні значення втрат потужності холостого ходу та короткого замикання трансформатора; T_n – кількість годин приєднання трансформатора до електромережі за звітний період; K_3 – коефіцієнт завантаження трансформатора, що визначається відношенням фактично споживаної електроенергії до її максимального значення:

$$K_3 = \frac{E}{S \cdot T_p \cdot \cos \varphi}, \quad (3.21)$$

де S – потужність трансформатора за паспортом, кВА; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності; T_p – фактичний час роботи трансформатора з навантаженням за звітний період.

Абсолютна величина втрат електроенергії в силових трансформаторах насосних станцій, як правило, не перевищує 5% від витрат електроенергії на подачу води насосними агрегатами.

Абсолютну величину втрат електроенергії в електричній мережі визначають по кожній насосній станції відповідно до "Правил користуванням електричною енергією", затверджених постановою Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 31 липня 1996 р. № 28 у редакції постанови НКРЕ від 22 серпня 2002 р. №928, введеними в дію з 24 листопада 2002 р., і укладеними договорами на користування електричною енергією.

Групову норму питомих витрат електроенергії для різних рівнів управління виробництвом визначають як середньозважену величину сукупності загальновиробничих норм питомих витрат електроенергії насосними станціями за формулою:

$$e_{zp} = \frac{\sum_{j=1}^n e_{ej} \cdot W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}, \quad (3.22)$$

де e_{ej} – загальновиробнича норма питомих витрат електроенергії на перекачування води j -ої насосної станції; W_j – об'єм перекачаної води j -ою насосною станцією, тис. м³.

Обґрунтування групової норми питомих витрат електроенергії полягає у визначенні раціональної величини її споживання для виконання оптимізованих планів водоподачі та водорозподілу.

Для насосних станцій із загальним водоспоживачем плани водорозподілу оптимізуються за співвідношенням загальновиробничих норм питомих витрат електроенергії на перекачування води.

Групову норму питомих витрат електроенергії використовують для прогнозування електроспоживання на плановий період після множення на об'єм води в тис.м³, який заплановано перекачати насосними станціями.

3.4. Порядок формування вихідних даних для розрахунку норм питомих витрат електроенергії

Уточнюють типи і марки насосів та привідних електродвигунів насосних станцій, а також визначають фактичні діаметри робочих коліс та кути розвороту лопатей насосів. Основні технічні характеристики насосних агрегатів заносять до таблиці (див.табл. 3.1).

Формують дані про технічні характеристики допоміжних технологічних систем і електроустаткування насосної станції та їхній середньодобовий термін роботи.

Отримують добові відомості щодо роботи насосної станції за розрахунковий період за журналами.

Для розрахунків використовують дані про фактично спожиту електроенергію, об'єм перекачаної води групами насосів та відпрацьовані мотогодини, а також спожиту електроенергію на власні потреби.

Визначають технічний стан, робочі характеристики та експлуатаційні режими роботи насосних агрегатів за результатами проведеного енергоаудиту.

Визначають фактичні ккд насосних агрегатів, середній напір насосів, фактичну потужність, коефіцієнти завантаження насосів та приводних електродвигунів (див. додаток 3).

Для розрахунку норм питомих витрат електроенергії використовують лише такі напори і коефіцієнти завантаження насосів, що забезпечують економічну та надійну роботу насосних агрегатів. Максимальні відхилення ккд агрегатів не повинні перевищувати суму абсолютних значень відхилень для насосів та привідних електродвигунів.

Для розрахунку загальновиробничих норм питомих витрат електроенергії визначають втрати електроенергії в електричній мережі і трансформаторах.

3.5. Організація нормування питомих витрат електроенергії та контролю за використанням встановлених норм

Нормування питомих витрат електроенергії на рівні організації та контроль за використанням встановлених норм забезпечується головним енергетиком, начальником відділу насосних станцій або іншими енергетичними та технологічними службами залежно від специфіки виробництва.

Відповідальність за розроблення і додержання норм питомих витрат електроенергії на рівні конкретної організації несе її керівник.

Для обґрунтованого нормування питомих витрат електроенергії та розробки енергоощадних заходів на насосних станціях, як правило, проводиться енергоаудит спеціалізованою організацією, атестованою Держкоменергозбереження.

Проект загальноновиробничих норм питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями організації із загальним річним споживанням понад 27,8 млн кВт·год (10000 т умовного палива) у термін до 1 лютого року, наступного за звітним, за відповідною формою надають Держводгоспу з метою наступного погодження їх з Держкоменергозбереження; після чого норми підлягають затвердженню Держводгоспом.

За такою ж формою та у той же термін надаються на погодження Держводгоспу загальноновиробничі норми питомих витрат електроенергії організацій із загальним річним споживанням до 10000 т умовного палива, які після погодження затверджуються керівником організації.

Норми питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями розробляють щорічно з розбивкою по кварталах і місяцях планового року.

Розробка норм питомих витрат електроенергії повинна супроводжуватися планом організаційно-технічних заходів з економії електроенергії.

У зв'язку з тим, що режими роботи насосних станцій зрошувальних систем залежать від технічного стану

внутрішньогосподарських систем, норми питомих витрат на поточний період можуть коригуватися. Зміни норм питомих витрат електроенергії повинні супроводжуватися відповідними розрахунками.

Затверджені групові норми питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями звітного періоду поточного року перераховуються залежно від співвідношення планових та фактичних об'ємів водоподачі по кожній насосній станції.

Перезатвердження норм питомих витрат електроенергії через непередбачені істотні зміни технологій, устаткування чи режимів роботи насосних агрегатів (заміна насосів, обточування робочих коліс, значне зменшення кількості чи характеристик дощувальних машин тощо) здійснюється, як правило, після закінчення звітного періоду поточного року на підставі результатів енергоаудиту.

Для контролю до журналу роботи насосної станції, як правило, заносять технологічну норму питомих витрат електроенергії.

Для насосної станції, групи агрегатів якої працюють на окремі водорозподільні мережі і мають різні режими водоподачі, встановлюють норми по кожній групі агрегатів.

До насосної станції, яка має приладний облік електроенергії з боку високої напруги силового трансформатора, доводять місячну загальновиробничу норму питомих витрат електроенергії.

Для об'єктивного щодобового контролю норм питомих витрат електроенергії на кожній насосній станції здійснюють вимірювання об'ємів води із застосуванням витратомірів – лічильників або типової методики виконання вимірювань за витратами електроенергії (МВВ 964.21- 01) та [9].

Технологічні, загальновиробничі та групові норми питомих витрат електроенергії щомісяця контролюються в експлуатаційній організації.

Експертизу встановлених норм питомих витрат електроенергії, контроль за їх наявністю та виконанням здійснює Державна інспекція з енергозбереження під час перевірки

організації з питань енергозбереження та енергоефективності.

Встановлені в організації норми питомих витрат електроенергії можуть бути переглянутими на підставі:

- висновків Державної інспекції з енергозбереження про незадовільний стан обліку та неефективне використання перекачаної води та спожитої електроенергії в організації;
- мотивованих висновків спеціалізованих організацій, атестованих Держкоменергозбереження на право проведення енергоаудиту;
- висновків комісії, затвердженої Держводгоспом [7].

Розділ 4. Норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошення сільськогосподарських культур

Типові норми продуктивності, витрати електроенергії, палива та обслуговування на зрошення сільськогосподарських культур дощувальними машинами й установками призначені для нормування праці трактористів-машиністів та інших робітників, що обслуговують ці машини й установки. В основу розробки норм покладено: фотохронометражні спостереження; технічні характеристики дощувальних машин і установок, що застосовуються на поливі; результати аналізу праці та заходи щодо її удосконалення; технічні розрахунки за прийнятими формулами і методами визначення норм продуктивності на механізовані та ручні роботи; час, пов'язаний з переміщенням машини з однієї позиції на іншу, а також з кінцевої позиції на початкову. Норми продуктивності в таблицях подані залежно від розмірів поливних норм (з інтервалом 50 м³/га). Для проміжних значень норм поливу норми продуктивності визначають методом інтерполяції. Норми продуктивності встановлені в гектарах поливної площі при одноразовому поливі з розрахунку на одного або групу виконавців за робочу зміну тривалістю 7 год, а норми обслуговування – в кількості машин, які обслуговує один чи група виконавців протягом робочої зміни. Якщо на підприємстві встановлена інша тривалість робочої зміни (8 чи 8,2 год), необхідно застосовувати поправочні коефіцієнти відповідно 1,14 або 1,17. Норми продуктивності, витрат палива та обслуговування встановлюють для типових умов виконання робіт. Залежно від типу машин вони диференційовані за такими чинниками і враховують: марку, модель, модифікації машин, установок і пристосувань; ширину робочого захвату машини (кількість секцій, крил або саморухомих опор); витрати води, л/с; норму поливу, м³/га; швидкість машин; час поливу з однієї позиції чи витрати води машиною (робочий напір на гідрант). Типовими нормами продуктивності враховано час підготовчих операцій, обслуговування робочого місця, відпочинку та час для особистих потреб. Вони можуть бути використані при розрахунках комплексних норм продуктивності.

4.1. Норми продуктивності на зрошенні високонапірними модифікаціями зрошувальної машини ДМУ “Фрегат”

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5 розр.

Модифікація машини	Витрати води, л/с	Площа з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га
1	2	3	5	6	7
ДМУ-А-199-28	20	15,8	98	0,7	4,2
			150	0,5	2,8
			200	0,4	2,0
			250	0,3	1,7
			300	0,2	1,4
			350	0,2	1,2
			400	0,2	1,0
			450	0,2	0,9
			500	0,1	0,8
			550	0,1	0,8
			600	0,1	0,7
650	0,1	0,6			

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
			700	0,1	0,6
			750	0,1	0,6
			800	0,1	0,5
			850	0,1	0,5
			900	0,1	0,5
ДМУ-А-229-25	25	20,2	111	0,8	4,7
			150	0,6	3,4
			200	0,5	2,4
			250	0,4	2,1
			300	0,3	1,7
			350	0,3	1,5
			400	0,2	1,3
			450	0,2	1,2
			500	0,2	1,0
			550	0,2	0,9
			600	0,2	0,9
			650	0,1	0,8
			700	0,1	0,7
			750	0,1	0,7
			800	0,1	0,6

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
			850	0,1	0,6
			900	0,1	0,6
ДМУ-А-253-38	28	24,4	114	0,9	5,1
			150	0,7	3,9
			200	0,5	2,9
			250	0,4	2,3
			300	0,3	1,9
			350	0,3	1,7
			400	0,3	1,5
			450	0,2	1,3
			500	0,2	1,2
			550	0,2	1,1
			600	0,2	1,0
			650	0,2	0,9
			700	0,1	0,8
			750	0,1	0,8
			800	0,1	0,7
			850	0,1	0,7
			900	0,1	0,6
ДМУ-А-283-45	30	29,8	113	1,0	5,5

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
ДМУ-А-283-45	30	29,8	150	0,7	4,1
			200	0,6	3,4
			250	0,4	2,5
			300	0,4	2,1
			350	0,3	1,8
			400	0,3	1,6
			450	0,2	1,4
			500	0,2	1,2
			550	0,2	1,1
			600	0,2	1,0
			650	0,2	1,0
			700	0,2	0,9
			750	0,1	0,8
			800	0,1	0,8
			850	0,1	0,7
ДМУ-А-308-30	30	34,8	900	0,1	0,7
			106	1,0	5,5
			150	0,7	4,1
			220	0,5	2,8
			250	0,4	2,5

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
			300	0,4	2,1
			350	0,3	1,8
			400	0,3	1,6
			450	0,2	1,4
			500	0,2	1,2
			550	0,2	1,1
			600	0,2	1,0
			650	0,2	1,0
			700	0,2	0,9
			750	0,1	0,8
			800	0,1	0,8
			850	0,1	0,7
			900	0,1	0,7
ДМУ-А-337-45	35	41,8	114	1,1	6,4
			150	0,8	4,8
			200	0,6	3,6
			250	0,5	2,6
			300	0,4	2,4
			350	0,4	2,1
			400	0,3	1,8

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
			450	0,3	1,6
			500	0,3	1,5
			550	0,2	1,3
			600	0,2	1,2
			650	0,2	1,1
			700	0,2	1,0
			750	0,2	1,0
			800	0,2	0,9
			850	0,1	0,9
			900	0,1	0,8
ДМУ-А-362-50	40	47,1	124	1,2	6,7
			150	1,0	5,5
			200	0,8	3,8
			250	0,6	3,3
			300	0,5	2,8
			350	0,4	2,4
			400	0,4	2,1
			450	0,,3	1,8
			500	0,3	1,7
			550	0,3	1,5

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
ДМУ-А-362-50	40	47,1	600	0,2	1,4
			650	0,2	1,3
			700	0,2	1,2
			750	0,2	1,1
			800	0,2	1,0
			850	0,2	1,0
			900	0,2	0,9
ДМУ-А-362-50	50	47,1	155	1,2	6,7
			200	0,9	5,2
			250	0,7	4,1
			300	0,6	3,5
			350	0,5	3,0
			400	0,5	2,6
			450	0,4	2,3
			500	0,4	2,1
			550	0,3	1,9
			600	0,3	1,7
650	0,3	1,6			
700	0,3	1,5			
750	0,2	1,4			

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
ДМУ-А-362-50	50	47,1	800	0,2	1,3
			850	0,2	1,2
			900	0,2	1,2
ДМУ-Б-409-80	65	59,1	181	1,2	7,0
			200	1,1	6,2
			250	0,9	5,1
			300	0,7	4,1
			350	0,6	3,6
			400	0,5	3,1
			450	0,5	2,8
			500	0,4	2,5
			550	0,4	2,3
			600	0,4	2,1
			650	0,3	1,9
			700	0,3	1,8
			750	0,3	1,7
			800	0,3	1,6
850	0,3	1,5			
ДМУ-Б-409-80			900	0,2	1,4
			180	1,4	8,0

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
ДМУ-Б-463-90	72	74,9	200	1,3	7,4
			250	1,0	5,9
			300	0,9	4,9
			350	0,7	4,2
			400	0,6	3,7
			450	0,6	3,3
			500	0,5	3,0
			550	0,5	2,7
			600	0,4	2,5
			650	0,4	2,3
			700	0,4	2,1
			750	0,3	2,0
			800	0,3	1,8
			850	0,3	1,7
			900	0,3	1,6
ДМУ-Б-463-60	60	74,9	125	1,7	9,9
			200	1,4	8,3
			250	1,1	6,2
			300	0,8	4,7
			350	0,7	4,1

Продовження табл. 4.1

1	2	3	5	6	7
ДМУ-Б-463-60	60	74,9	400	0,5	3,1
			450	0,5	2,8
			500	0,4	2,5
			550	0,4	2,3
			600	0,4	2,1
			650	0,3	1,9
			700	0,3	1,8
			750	0,3	1,7
			800	0,3	1,6
			850	0,3	1,5
900	0,2	1,4			

4.2. Норми продуктивності на зрошенні низьконапірними модифікаціями зрошувальної машини ДМУ “Фрегат”

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів– 5й розр.

Модифікація машини	Витрати води, л/с	Площа з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га
1	2	3	5	6	7
ДМУ-Бнм-409-57	57	57,8	295	0,7	4,0
			350	0,6	3,4
			400	0,5	3,0
			450	0,5	2,6
			500	0,4	2,4
			550	0,4	2,1
			600	0,3	2,0
			650	0,3	1,8
			700	0,3	1,7
			750	0,3	1,6
			800	0,3	1,5
			850	0,2	1,4
			900	0,2	1,3
ДМУ-Бнм-434-63	63	64,7	310	0,7	4,2

Продовження табл. 4.2

1	2	3	5	6	7
ДМУ-Бнм-434-63			350	0,6	3,7
			400	0,6	3,3
			450	0,5	2,9
			500	0,5	2,6
			550	0,4	2,4
			600	0,4	2,2
			650	0,3	2,0
			700	0,3	1,9
			750	0,3	1,7
			800	0,3	1,6
			850	0,3	1,5
			900	0,3	1,5

4.3. Норми продуктивності на зрошенні мобільного дощувальною установкою МДУ-75

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктив- ність, га/год	Норма продуктивності, га
1	2	3	4	5
6	1,76	100	0,22	1,46
		150	0,14	0,93
		200	0,11	0,73
		250	0,09	0,60
		300	0,07	0,47
		350	0,06	0,40
		400	0,05	0,33
		450	0,05	0,33
		500	0,04	0,27
		550	0,04	0,27
		600	0,04	0,27
		650	0,03	0,20
		700	0,03	0,20
		750	0,03	0,20

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5
6	1,76	800	0,03	0,20
10	2,4	100	0,36	2,34
		150	0,24	1,6
		200	0,18	1,20
		250	0,14	0,93
		300	0,12	0,80
		350	0,10	0,67
		400	0,09	0,60
		450	0,08	0,53
		500	0,07	0,47
		550	0,07	0,47
		600	0,06	0,40
		650	0,06	0,40
		700	0,05	0,33
		750	0,05	0,33
		800	0,05	0,33

4.4. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою "Bauer Rainstar" E 41

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктив- ність, га/год	Норма продуктив- ності, га	Витрати палива, кг/га
19,2	4,3	100	0,69	3,90	32,6
		150	0,46	2,62	48,6
		200	0,35	1,97	64,6
		250	0,28	1,58	80,6
		300	0,23	1,32	96,6
		350	0,20	1,13	112,6
		400	0,17	0,99	128,6
		450	0,15	0,88	144,6
		500	0,14	0,79	160,5
		550	0,13	0,72	176,5
		600	0,12	0,66	192,5
		650	0,11	0,61	208,5
		700	0,10	0,57	224,5
		750	0,09	0,53	240,5
		800	0,09	0,50	256,5
		850	0,08	0,47	272,4
		900	0,08	0,44	288,4

4.5. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою "Bauer Rainstar" E 51

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктив- ність, га/год	Норма продуктив- ності, га	Витрати палива, кг/га
22	5,85	100	0,80	4,53	28,2
		150	0,53	3,04	42,1
		200	0,40	2,28	56,0
		250	0,32	1,83	69,8
		300	0,27	1,53	83,7
		350	0,23	1,31	97,6
		400	0,20	1,15	111,5
		450	0,18	1,02	125,3
		500	0,16	0,92	139,2
		550	0,15	0,84	153,1
		600	0,13	0,77	166,9
		650	0,12	0,71	180,8
		700	0,11	0,66	194,7
		750	0,11	0,61	208,5
		800	0,10	0,57	222,4
		850	0,09	0,54	236,3
900	0,09	0,51	250,1		

4.6. Норми продуктивності та витрати електроенергії на зрошенні дощувальним агрегатом "Irrimek Optirain" ST-5

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати електроенергії кВт год/га
8,2	1,4	100	0,30	1,93	60,6
		150	0,20	1,29	91,0
		200	0,15	0,98	121,3
		250	0,12	0,78	151,6
		300	0,10	0,66	181,9
		350	0,08	0,53	212,2
		400	0,07	0,47	242,5
		450	0,07	0,47	272,9
		500	0,06	0,40	303,2
		550	0,05	0,33	333,5
		600	0,05	0,33	363,8
		650	0,05	0,33	394,1
		700	0,04	0,27	424,5
		750	0,04	0,27	454,8
		800	0,04	0,27	485,1
		850	0,03	0,20	515,4
		900	0,03	0,20	545,7

4.7. Норми продуктивності та витрати електроенергії на зрошенні дощувальним агрегатом "Irrimek Optirain" ST-8

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктив- ність, га/год	Норма продуктив- ності, га	Витрати електроенергії, кВт год/га
19	2,2	100	0,68	4,33	26,2
		150	0,46	2,96	39,3
		200	0,34	2,19	52,3
		250	0,27	1,76	65,4
		300	0,23	1,50	78,5
		350	0,20	1,32	91,6
		400	0,17	1,12	104,7
		450	0,15	1,00	117,8
		500	0,14	0,93	130,8
		550	0,12	0,80	143,9
		600	0,11	0,73	157,0
		650	0,11	0,73	170,1
		700	0,10	0,67	183,2
		750	0,09	0,60	196,3
		800	0,09	0,60	209,4
		850	0,08	0,53	222,4
		900	0,08	0,53	235,5

4.8. Норми продуктивності та витрати палива та електроенергії на зрошенні дощувальною установкою шлангово-барabanного типу Irrimes MF 3-100 TG-600

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га	Витрати електроенергії, кВт год/га
14	3,0	100	0,50	3,26	10,5	23,0
		150	0,34	2,24	15,8	34,5
		200	0,25	1,65	21,0	46,0
		250	0,20	1,33	26,3	57,5
		300	0,17	1,13	31,5	69,0
		350	0,14	0,93	36,8	80,5
		400	0,13	0,87	42,1	92,0
		450	0,11	0,74	47,3	103,5
		500	0,10	0,67	52,6	115,0
		550	0,09	0,61	57,8	126,5
		600	0,08	0,54	63,1	138,0
		650	0,08	0,54	68,4	149,5
		700	0,07	0,48	73,6	161,0
		750	0,07	0,48	78,9	172,5
		800	0,06	0,41	84,1	184,0
		850	0,06	0,41	89,4	195,5
900	0,06	0,41	94,6	207,0		

4.9. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні поливною системою барабанного типу Ocmis

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5 й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, кг/га
15,3	4,0	100	0,55	3,66	19,3
		150	0,37	2,46	28,9
		200	0,28	1,88	38,6
		250	0,22	1,48	48,2
		300	0,18	1,22	57,9
		350	0,16	1,09	67,5
		400	0,14	0,95	77,2
		450	0,12	0,81	86,8
		500	0,11	0,75	96,5
		550	0,10	0,68	106,1
		600	0,09	0,61	115,7
		650	0,08	0,54	125,4
		700	0,08	0,54	135,0
		750	0,07	0,48	144,7
		800	0,07	0,48	154,3
		850	0,06	0,41	164,0
		900	0,06	0,41	173,6

4.10. Норми продуктивності та витрати електроенергії на зрошенні дощувальною машиною "Idrofoglia G5D-100 G540"

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати електроенергії кВт год/га
12,3	0,8	100	0,44	2,9	13,8
		150	0,30	1,9	20,7
		200	0,22	1,5	27,6
		250	0,18	1,2	34,4
		300	0,15	1,0	41,3
		350	0,13	0,8	48,2
		400	0,11	0,7	55,1
		450	0,10	0,6	62,0
		500	0,09	0,6	68,9
		550	0,08	0,5	75,8
		600	0,07	0,5	82,7
		650	0,07	0,4	89,5
		700	0,06	0,4	96,4
		750	0,06	0,4	103,3
		800	0,06	0,4	110,2
		850	0,05	0,3	117,1
		900	0,05	0,3	124,0

4.11 Типові норми продуктивності та витрати палива на полив дощувальною машиною фронтального переміщення Reinke A-100

Склад ланки: тракторист-машиніст – бй розр.
робітник зайнятий на ручних роботах у рослинництві – 5 розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
97,2		100	3,50	20,09	1,94
		150	2,33	14,02	2,92
		200	1,75	10,61	3,89
		250	1,40	8,62	4,86
		300	1,17	7,3	5,81
		350	1,00	6,3	6,80
		400	0,87	5,49	7,82
		450	0,78	4,91	8,72
		500	0,70	4,46	9,71
		550	0,64	4,14	10,63
		600	0,58	3,77	11,72
		650	0,54	3,53	12,59
		700	0,50	3,26	13,60
		750	0,47	3,10	14,47
		800	0,44	2,91	15,45
		850	0,41	2,76	16,59
		900	0,39	2,57	17,44

4.12. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Valley 8120 Pivot

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктив- ність, га/год	Норма продуктив- ності, га	Витрати палива кг/га
1	2	3	4	5	6

По колу

68	70,3	100	2,45	16,20	1,0
		150	1,63	10,80	1,6
		200	1,22	8,09	2,1
		250	0,98	6,50	2,6
		300	0,82	5,44	3,1
		350	0,70	4,64	3,6
		400	0,61	4,04	4,1
		450	0,54	3,58	4,7
		500	0,49	3,25	5,2
		550	0,45	2,98	5,7
		600	0,41	2,72	6,2
		650	0,38	2,52	6,7

Продовження табл. 4.12.

1	2	3	4	5	6
68	70,3	700	0,35	2,32	7,2
		750	0,33	2,19	7,8
		800	0,31	2,06	8,3
		850	0,29	1,92	8,8
		900	0,27	1,79	9,3
113	70,3	100	4,07	27,08	0,6
		150	2,71	18,50	0,9
		200	2,03	13,49	1,2
		250	1,63	10,83	1,6
		300	1,36	9,03	1,9
		350	1,16	7,70	2,2
		400	1,02	6,75	2,5
		450	0,90	5,99	2,8
		500	0,81	5,42	3,1
		550	0,74	4,94	3,4
		600	0,68	4,56	3,7
		650	0,63	4,18	4,0
		700	0,58	3,90	4,4
		750	0,54	3,61	4,7
		800	0,51	3,42	5,0
850	0,48	3,23	5,3		
900	0,45	3,04	5,6		

4.13. Типові норми продуктивності та витрати палива на полив дощувальною системою фронтального переміщення Valley Rainger

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
105		100	3,78	24,12	0,70
		150	2,52	16,37	1,05
		200	1,89	12,28	1,39
		250	1,51	9,86	1,74
		300	1,26	8,27	2,09
		350	1,08	7,14	2,44
		400	0,95	6,3	2,79
		450	0,84	5,55	3,14
		500	0,76	4,98	3,49
		550	0,69	4,51	3,83
		600	0,63	4,14	4,18
		650	0,58	3,85	4,53
		700	0,54	3,57	4,88
		750	0,50	3,29	5,23
		800	0,47	3,10	5,58
		850	0,44	2,91	5,93
	900	0,42	2,73	6,27	

4.14. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Pierce 800 M

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
173	172	100	6,23	41,0	2,85
		150	4,15	27,3	4,28
		200	3,11	20,5	5,70
		250	2,49	16,4	7,13
		300	2,08	13,7	8,56
		350	1,78	11,7	9,98
		400	1,56	10,3	11,41
		450	1,38	9,1	12,84
		500	1,25	8,2	14,26
		550	1,13	7,4	15,69
		600	1,04	6,8	17,11
		650	0,96	6,3	18,54
		700	0,89	5,9	19,97
		750	0,83	5,5	21,39
		800	0,78	5,1	22,82
		850	0,73	4,8	24,25
		900	0,69	4,5	25,67

4.15. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Pierce L95-803

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
180,6		100	6,5	43,3	6,08
		150	4,3	28,9	9,12
		200	3,3	21,7	12,16
		250	2,6	17,3	15,20
		300	2,2	14,4	18,24
		350	1,9	12,4	21,27
		400	1,6	10,8	24,31
		450	1,4	9,6	27,35
		500	1,3	8,7	30,39
		550	1,2	7,9	33,43
		600	1,1	7,2	36,47
		650	1,0	6,7	39,51
		700	0,9	6,2	42,55
		750	0,9	5,8	45,59
		800	0,8	5,4	48,63
		850	0,8	5,1	51,67
		900	0,7	4,8	54,71

4.16. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Pierce L95-520

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
118		100	4,25	27,07	0,98
		150	2,83	18,42	1,47
		200	2,13	13,87	1,96
		250	1,70	11,07	2,45
		300	1,42	9,34	2,94
		350	1,21	7,96	3,44
		400	1,06	6,97	3,93
		450	0,94	6,19	4,42
		500	0,85	5,59	4,91
		550	0,77	5,07	5,40
		600	0,71	4,67	5,89
		650	0,65	4,28	6,38
		700	0,61	4,01	6,87
		750	0,57	3,75	7,36
		800	0,53	3,49	7,85
		850	0,50	3,29	8,34
	900	0,47	3,09	8,83	

4.17. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Zimmatic 354 M

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
81,4		100	2,93	18,66	0,40
		150	1,95	12,74	0,60
		200	1,47	9,58	0,79
		250	1,17	7,63	0,99
		300	0,98	6,39	1,19
		350	0,84	5,55	1,39
		400	0,73	4,79	1,59
		450	0,65	4,32	1,79
		500	0,59	3,85	1,99
		550	0,53	3,48	2,19
		600	0,49	3,20	2,38
		650	0,45	3,01	2,58
		700	0,42	2,73	2,78
		750	0,39	2,54	2,98
		800	0,37	2,44	3,18
		850	0,34	2,26	3,38
	900	0,33	2,16	3,58	

4.18. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Zimmatic 434 M

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів - 5 розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктив- ність, га/год	Норма продуктив- ності, га	Витрати палива кг/га
1	2	3	4	5	6
77,3	59,4	100	2,78	19,11	0,52
		150	1,85	12,74	0,78
		200	1,39	9,51	1,04
		250	1,11	7,64	1,30
		300	0,92	6,37	1,57
		350	0,79	5,49	1,82
		400	0,69	4,80	2,09
		450	0,61	4,21	2,36
		500	0,56	3,82	2,57
		550	0,51	3,47	2,82
		600	0,46	3,15	3,13
		650	0,43	2,95	3,35

Продовження табл. 4.18.

1	2	3	4	5	6
77,3	59,4	700	0,40	2,74	3,6
		750	0,37	2,54	3,9
		800	0,35	2,40	4,1
		850	0,33	2,26	4,4
		900	0,31	2,13	4,6

4.19. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Zimmatic 800 M

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
186	188	100	6,7	44,09	2,69
		150	4,46	29,35	4,03
		200	3,35	22,04	5,37
		250	2,68	17,63	6,72
		300	2,23	14,67	8,06
		350	1,91	12,57	9,41
		400	1,67	10,99	10,75
		450	1,49	9,80	12,09
		500	1,34	8,82	13,44
		550	1,22	8,03	14,78
		600	1,12	7,37	16,12
		650	1,03	6,78	17,47
		700	0,96	6,32	18,81
		750	0,89	5,86	20,16
		800	0,84	5,53	21,50
		850	0,79	5,20	22,84
		900	0,74	4,87	24,19

**4.20. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною
T-L 243M OSL+**

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
30	4,86	100	1,08	7,04	1,73
		150	0,72	4,72	2,60
		200	0,54	3,54	3,46
		250	0,43	2,82	4,33
		300	0,36	2,37	5,19
		350	0,31	2,04	6,06
		400	0,27	1,78	6,93
		450	0,24	1,58	7,79
		500	0,22	1,45	8,66
		550	0,20	1,32	9,52
		600	0,18	1,19	10,39
		650	0,17	1,12	11,25
		700	0,15	0,99	12,12
		750	0,14	0,92	12,99
		800	0,14	0,92	13,85
		850	0,13	0,86	14,72
		900	0,12	0,79	15,58

**4.21. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною
Т-Л 295 М**

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, кг/га
30	5,96	100	1,08	7,04	2,83
		150	0,72	4,72	4,25
		200	0,54	3,54	5,67
		250	0,43	2,82	7,08
		300	0,36	2,37	8,50
		350	0,31	2,04	9,92
		400	0,27	1,78	11,33
		450	0,24	1,58	12,75
		500	0,22	1,45	14,17
		550	0,20	1,32	15,58
		600	0,18	1,19	17,00
		650	0,17	1,12	18,42
		700	0,15	0,99	19,83
		750	0,14	0,92	21,25
		800	0,14	0,92	22,67
		850	0,13	0,86	24,08
		900	0,12	0,79	25,50

**4.22. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною
T-L 400 M Ultra Linear**

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива,, кг/га
89	83,6	100	3,2	21,3	3,78
		150	2,1	14,2	5,67
		200	1,6	10,7	7,57
		250	1,3	8,5	9,46
		300	1,1	7,1	11,35
		350	0,9	6,1	13,24
		400	0,8	5,3	15,13
		450	0,7	4,7	17,02
		500	0,6	4,3	18,92
		550	0,6	3,9	20,81
		600	0,5	3,6	22,70
		650	0,5	3,3	24,59
		700	0,5	3,0	26,48
		750	0,4	2,8	28,37
		800	0,4	2,7	30,26
		850	0,4	2,5	32,16
		900	0,4	2,4	34,05

**4.23. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною
Т-Л 620 М**

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, кг/га
60	12,4	100	2,16	13,61	0,81
		150	1,44	9,17	1,21
		200	1,08	6,88	1,61
		250	0,86	5,54	2,02
		300	0,72	4,64	2,42
		350	0,62	3,99	2,82
		400	0,54	3,48	3,23
		450	0,48	3,09	3,63
		500	0,43	2,77	4,03
		550	0,39	2,51	4,44
		600	0,36	2,32	4,84
		650	0,33	2,13	5,24
		700	0,31	2,00	5,65
		750	0,29	1,87	6,05
		800	0,27	1,74	6,45
		850	0,25	1,61	6,86
		900	0,24	1,55	7,26

4.24. Норми продуктивності та витрати палива на зрошені дощувальною машиною переміщення Quadrostar QS-100

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива кг/га
71,3		100	2,57	14,03	3,06
		150	1,71	9,94	4,59
		200	1,28	7,71	6,13
		250	1,03	6,27	7,66
		300	0,86	5,24	9,19
		350	0,73	4,45	10,72
		400	0,64	3,90	12,25
		450	0,57	3,47	13,78
		500	0,51	3,11	15,32
		550	0,47	2,86	16,85
		600	0,43	2,62	18,38
		650	0,39	2,38	19,91
		700	0,37	2,25	21,44
		750	0,34	2,07	22,97
		800	0,32	1,95	24,51
		850	0,30	1,83	26,04
		900	0,29	1,77	27,57

4.25. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Western Irrigation-G8T

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, кг/га
50,3		100	1,8	12,1	2,32
		150	1,2	8,0	3,48
		200	0,9	6,0	4,64
		250	0,7	4,8	5,80
		300	0,6	4,0	6,96
		350	0,5	3,4	8,12
		400	0,5	3,0	9,28
		450	0,4	2,7	10,44
		500	0,4	2,4	11,60
		550	0,3	2,2	12,76
		600	0,3	2,0	13,92
		650	0,3	1,9	15,08
		700	0,3	1,7	16,24
		750	0,2	1,6	17,40
		800	0,2	1,5	18,56
		850	0,2	1,4	19,72
	900	0,2	1,3	20,87	

4.26. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою Bauer Rainstar E 31

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів, 5й розр

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, л/га
28.0	6,2	100	1,02	6,76	14,1
		150	0,68	4,51	21,1
		200	0,51	3,38	28,1
		250	0,41	2,70	35,0
		300	0,34	2,25	42,0
		350	0,29	1,93	49,0
		400	0,25	1,69	56,0
		450	0,23	1,50	63,0
		500	0,20	1,35	70,0
		550	0,18	1,23	77,0
		600	0,17	1,13	84,0
		650	0,16	1,04	91,0
		700	0,15	0,97	98,0
		750	0,14	0,60	105,0
		800	0,13	0,85	112,1
		850	0,12	0,80	119,1
		900	0,11	0,75	126,1

4.27. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою RKD

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів, 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, л/га
80,5		100	2,90	20,10	1,9
		150	1,93	14,00	2,9
		200	1,45	10,60	3,9
		250	1,16	8,62	4,8
		300	0,97	7,30	5,8
		350	0,83	6,30	6,8
		400	0,72	5,50	7,8
		450	0,64	4,90	8,7
		500	0,58	4,50	9,7
		550	0,53	4,10	10,6
		600	0,48	3,80	11,7
		650	0,45	3,50	12,6
		700	0,41	3,30	13,6
		750	0,39	3,10	14,5
		800	0,36	2,90	15,5
		850	0,34	2,70	16,4
	900	0,32	2,50	17,3	

4.28. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною установкою Bauer T51

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів, 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, л/га
15.5		100	0.56	3.72	25.48
		150	0.37	2.48	38.23
		200	0.28	1.86	50.97
		250	0.22	1.49	63.71
		300	0.19	1.24	76.95
		350	0.16	1.06	89.19
		400	0.14	0.93	101.94
		450	0.12	0.83	114.68
		500	0.11	0.74	127.42
		550	0.10	0.68	140.16
		600	0.09	0.62	152.90
		650	0.09	0.57	165.65
		700	0.08	0.53	178.39
		750	0.07	0.50	191.13
		800	0.07	0.46	203.87
		850	0.07	0.44	216.61
		900	0.06	0.41	229.35

4.29. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Rainke(кругова)

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів, 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, л/га
72,2		100	2,60	17,3	0,56
		150	1,73	11,5	0,83
		200	1,30	8,7	1,11
		250	1,04	6,9	1,39
		300	0,87	5,8	1,67
		350	0,74	4,9	1,95
		400	0,65	4,3	2,22
		450	0,58	3,8	2,50
		500	0,52	3,5	2,78
		550	0,47	3,1	3,06
		600	0,43	2,9	3,34
		650	0,40	2,7	3,61
		700	0,37	2,5	3,89
		750	0,35	2,3	4,17
		800	0,32	2,2	4,45
		850	0,31	2,0	4,73
		900	0,29	1,9	5,00

4.30. Норми продуктивності та витрати палива на зрошенні дощувальною машиною Valley

Склад ланки: машиніст-оператор дощувальних машин та агрегатів, 5й розр.

Витрати води, л/с	Площа поливу з однієї позиції, га	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год	Норма продуктивності, га	Витрати палива, л/га
70		100	2,5	16,8	1,05
		150	1,7	11,2	1,57
		200	1,3	8,4	2,09
		250	1,0	6,7	2,61
		300	0,8	5,6	3,14
		350	0,7	4,8	3,66
		400	0,6	4,2	4,18
		450	0,6	3,7	4,71
		500	0,5	3,4	5,23
		550	0,5	3,1	5,75
		600	0,4	2,8	6,27
		650	0,4	2,6	6,80
		700	0,4	2,4	7,32
		750	0,3	2,2	7,84
		800	0,3	2,1	8,37
		850	0,3	2,0	8,89
		900	0,3	1,9	9,41

Розділ 5. Норми продуктивності, витрати палива та електроенергії на крапельне зрошення сільськогосподарських культур

5.1. Методика розрахунку систем краплинного зрошення

Розрахунок і проєктування систем краплинного зрошення (СКЗ), особливо стаціонарних, дуже важлива складова застосування краплинного зрошення, отже виконуватись повинно спеціалізованими проєктними установами згідно з існуючими нормативно-методичними документами. Водночас, особливо за незначної площі ділянок, що зрошуються СКЗ, враховуючи сезонний характер дії, проєктування за спрощеною схемою може проводитися користувачами системи самостійно.

Порядок проєктування системи краплинного зрошення:

- збір вихідних даних;
- розрахунок водоспоживання сільськогосподарських культур;
- розрахунок довжини поливного трубопроводу;
- розбивка ділянки на модулі;
- розрахунок і підбір насосно-фільтраційного обладнання;
- розрахунок і підбір магістральних і розподільчих трубопроводів;
- складання технологічної схеми проведення поливів.

Один із найвідподальніших перший етап – збір вихідних даних: природно-кліматичні умови району, конфігурація ділянки та її площа, топографічний план, видовий і сортовий склади, схеми сівби (садіння) і густота рослин, тип і стан ґрунту, основні характеристики ґрунту, (обов'язково – щільність будови і найменша вологомісткість), умови електрозабезпечення, а також характеристика і якість води в джерелі зрошення, його віддаленість від проєктної ділянки. Зразки для визначення характеристик ґрунту і води повинен відбирати проєктувальник особисто або співробітники спеціалізованих лабораторій.

За результатами гідрохімічного аналізу поливної води оцінюють придатність її для краплинного зрошення за характером впливу на ґрунт, рослину і елементи зрошувальної системи (ДСТУ 2730-94, ДСТУ 7286:2012).

Далі необхідно визначити наступний важливий параметр, який характеризує джерело зрошення – дебіт (витрата) вододжерела, а також динаміку його зміни впродовж поливного сезону. Для забору води з джерела відповідно до Закону України “Про меліорацію земель” у

регіональному органі Міністерства екології та природних ресурсів України необхідно отримати дозвіл на спеціальне водокористування, який регламентує ліміти і терміни забору води з джерела.

На наступному етапі визначають максимальну щоденну потребу у воді для вибору фільтростанції та іншої фурнітури. Для умов Степу України за максимальну щоденну поливну норму приймають 70-90 м³/га. Виходячи із цього і проводять попередній розрахунок пропускної можливості фільтростанції за формулою:

$$Q = \frac{60 \cdot S}{T},$$

де: Q – пропускна здатність фільтростанції, м³/год.;

S – планова площа зрошення, га;

T – плановий час роботи системи за добу, 16-20 год.

Розбивка ділянки на модулі.

При розбивці ділянки на модулі необхідно знати, що максимальна пропускна здатність розподільчого рукава LFT 4” становить 65 м³/год., а пропускна здатність рукава LFT 3” – 36 м³/год. В особливих випадках можливе підвищення пропускної здатності на 10-15 %. Отже, витрата одного поливного модуля не повинна перевищувати можливості розподільчого трубопроводу. Оскільки як розподільчі трубопроводи використовуються і поліетиленові трубопроводи, то за контрольні показники для розбивки на модулі приймають наступні значення (табл.5.1).

Таблиця 5.1

Максимальна пропускна спроможність трубопроводів

Тип трубопроводу	Зовнішній Ø, мм	Максимальна витрата*, м ³ /год
PE	25	3,1
	32	5,2
	40	9,5
	50	15,0
	63	24,0
	75	34,0
	110	73,0
	125	93,0
	140	110,0
LFT	3"	36,0
	4"	65,0

Максимальну витрату розраховано для швидкості потоку води до 2,5 м/с.

Виходячи з діаметрів розподільчих трубопроводів і схеми сівки (садіння), розраховують площу поливних модулів. Приклад:

Культура – томат розсадний.

Відстань між поливними трубопроводами– 1,8 м.

Розподільчий трубопровід – LFT 4”;

Відстань між краплинними водовипусками– 0,3 м.

Витрата краплинного водовипуску– 1,4 л/год.

Залежність для розрахунку розмірів поливного модуля:

$$S = \frac{Q_t \cdot L \cdot x}{10 \cdot q}$$

де: Q_t – пропускна здатність розподільчого трубопроводу, м³/год;

L – відстань між поливними трубопроводами, м;

x – відстань між краплинними водовипусками, м.

q – витрата однієї крапельниці, л/год.

Тоді розміри поливного модуля для пропонованого прикладу:

$$S = 65 \cdot \frac{0,3}{14} \cdot 1,8 = 2,51 \text{ га.}$$

Далі визначають попередню кількість поливних модулів. Для цього загальну площу культури ділять на розрахункову площу модуля й округляють у бік збільшення. За неможливості розміщення або економічної недоцільності розрахункової кількості поливних блоків ідуть на збільшення їхньої кількості.

Наступний етап – визначення геометричних розмірів поливних модулів. Розподільчий трубопровід може проходити через поливний модуль посередині (або зі зміщенням), або по межі поливного модуля. Доцільніше, у більшості випадків, розподільчий трубопровід розташовувати посередині поливного блока із двостороннім розведенням поливних трубопроводів, через високу вартість трубопроводу. В окремих випадках економічно вигідніше однобічне розташування поливних

трубопроводів щодо розподільчого трубопроводу за незручної конфігурації поля та високих витратах на магістральний трубопровід.

Другий фактор, який впливає на геометричні розміри поливних блоків – це технічна характеристика поливного трубопроводу. Для поливного трубопроводу (діаметр 16 мм, норма вилу на крапельницю 1,4 л/год і відстань між крапельницями 0,3 м) за нерівномірності 10 % максимальна довжина становить до 150 м.

Розбиваючи поле на поливні модулі економічно доцільно використовувати поливні трубопроводи довжиною 0,7-0,9 від максимальної. Визначивши довжину поливних модулів, розраховують довжини розподільчих трубопроводів. Для цього ділять площу поливних модулів на ширину. Варто не допускати вирощування в їх одному модулі різних культур, особливо з різними нормами поливу та нормами внесення добрив. Якщо виникає така необхідність, використовують з'єднувальні фітинги з кранами. Також не можна використовувати різні схеми сівби (садіння) з різних сторін одного розподільчого трубопроводу.

Уточнення водопотреби та складання схеми поливу.

Після визначення кількості й розмірів поливних модулів уточнюють витрати води на кожен поливний модуль. Для цього використовують формулу:

$$W_i = W \cdot S_6 \text{ м}^3 / \text{год.},$$

де: W_i – витрата води *i*-го поливного блока;

W – витрата води на гектар використовуваної схеми сівби;

S_6 – площа конкретного поливного блока.

Наступний етап – складання схеми поливу. Для цього максимальна поливна норма (70-90 м³/га) ділиться на гектарні витрати води (м³/га*год.), і визначається максимальний час поливу конкретного модуля. Для розглянутого прикладу (томат розсадний) гектарні витрати води (за одну годину роботи системи) становлять 25,9 м³, а максимальний час поливу (за максимальної денної норми 80 м³/га) близько 3 годин.

При складанні схеми поливу зручніше всі поливні модулі та максимальний час їхнього поливу заносити в таблицю.

Таблиця 5.2

Складання схеми поливу за краплинного зрошення овочевих культур

№ модуля	Культура	Площа, га	Витрата води, м ³ /год.	Максимальний час поливу, год.	Схема поливу	Максимальний час поливу за схемою, годин
1	2	3	4	5	6	7
1	Цибуля	1,25	65	1,5	1	1,5
2	Цибуля	1,25	65	1,5	1	
3	Цибуля	1,25	65	1,5	2	
4	Цибуля	1,25	65	1,5	2	1,5
5	Цибуля	1,25	65	1,5	3	
6	Цибуля	1,25	65	1,5	3	1,5
7	Цибуля	1,25	65	1,5	4	
8	Цибуля	1,25	65	1,5	4	
9	Картопля	2,50	83	2,5	5	2,5
10	Картопля	2,50	83	2,5	6	2,5
11	Томат	2	52	3	7	3,0
12	Томат	2	52	3	7	
13	Капуста	1	33	2,5	7	
-	Разом	20	-	-	-	14

За наведеними даними, максимальний час поливу становить 14 год. а максимальні витрати води, згідно схеми поливу, 137 м³/год. Ці значення є контрольними при подальших розрахунках.

Вибір фільтростанції. При виборі фільтростанції необхідно враховувати параметри джерела водопостачання, ступінь забруднення води й вид забруднювача, годинну потребу у воді (пропускну здатність), а також продуктивність насосної станції та кількість інших споживачів. При використанні поливної води з відкритих водоймищ, в яких знаходиться велика кількість біологічних забруднювачів, необхідно включати до складу фільтростанції гравійно-піщаний фільтр, а у випадку великої кількості зважених піщаних часток – використовувати гідроциклони. Також, крім гравійно-піщаного, до складу фільтростанції (при заборі води з відкритих водоймищ) входить страховий сітчастий або дисковий фільтр.

Якщо забирають воду із свердловини, що досить одного дискового або сітчастого фільтра. При великій кількості зважених піщаних часток доцільне використання гідроциклонів.

Визначившись із максимально необхідною пропускну здатністю фільтростанції та її типом, розпочинають комплектацію. За пропускну здатністю підбирають марку фільтра та їхню кількість. Вузол внесення

добрих складається із засувки, інжектора та з'єднувально-запірної арматури. Залежно від пропускної здатності фільтростанції інжектор може бути від 0,5" до 1,5".

Розрахунок магістральних трубопроводів. Гідравлічний розрахунок водогінної мережі полягає у визначенні діаметрів трубопроводів за відомою витратою води і втратами напору на всіх її ділянках, а також визначення мінімального тиску на вході системи.

Діаметр трубопроводів D , визначається за формулою:

$$D = 1,13 \frac{V}{W_i/3600} ,$$

де: 1,13 – коефіцієнт, одержаний при переході від живого перетину потоку до діаметра трубопроводу;

W_i – розрахунковий потік води, що протікає по даній ділянці, м³/год.;

V – економічно доцільна швидкість руху води в т трубопроводі -0,9.-2,5 м/с.

Отримані фактичні значення діаметрів труб округляємо до найближчого більшого стандартного значення.

Після визначення діаметра трубопроводу визначаємо фактичну швидкість руху води в трубопроводі V_b , м/с:

$$V_b = \frac{W_i}{w} ,$$

де: w – площа живого перетину трубопроводу м².

$$w = \frac{x \cdot D_b^2}{4} ,$$

де: D_b – прийнятий діаметр трубопроводу, м.

Втрати напору h_{nm} (орієнтовано 0,1 бар), визначаються за формулою:

$$h_n = A \cdot L_T \cdot \beta \cdot W_i^2 ,$$

де: A – питомий опір труб, с/м³, приймається за табл. 5.3.

L_T – розрахункова довжина трубопроводу, м;

β – поправочний коефіцієнт (табл. 5.4).

Таблиця 5.3

Питомий опір Λ при $V=1,0$ м/с

b_e	80	100	125	150	200	250	300	350	400
$\Lambda, \text{с/м}^3$	909,6	300,0	92,8	35,8	7,9	2,4	0,94	0,42	0,21

Таблиця 5.4

Поправочний коефіцієнт β до значень швидкості

$V, \text{м/с}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	1,3
β	1,46	1,32	1,23	1,19	1,12	1,08	1,05	1,02	1,0	0,99	0,97	0,95

Порядок розрахунку трубопроводів:

- визначають діаметри трубопроводів за витратами води та швидкістю потоку для кожної ділянки;
- визначають втрати напору за ділянкою;
- визначають максимальну втрату напору;
- визначають мінімальний вхідний тиск.

5.2. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення овочів
 (Т-Таре-508-20-500 (John Deere), дизельна насосна станція “BEINLICH 170-10 OR”, 92 кВт
 культура огірок, площа 10 га, площа модуля 5 га)

Склад ланки: машиніст оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год.	Норма продуктивності, га	Витрати Палива, кг/га
35 л/с 126 м ³ /год.	15	8,4	56,0	1,90
	20	6,3	42,0	2,54
	25	5,0	33,6	3,17
	30	4,2	28,0	3,80
	35	3,6	24,0	4,44
	40	3,2	21,0	5,07
	45	2,8	18,7	5,71
	50	2,5	16,8	6,34
	55	2,3	15,3	6,97
	60	2,1	14,0	7,61
65	1,9	12,9	8,24	

5.3. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення саду

Dripnet PC 16009 35,4 mil; 1,6 л/год.; 0,7m, культура – яблуня на М-9, схема садіння 5,0 × 1,5 м, площа 67 га, модуль 13,5 га. Склад ланки: машиніст оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год.	Норма продуктивності, га	Витрати електроенергії, кВт год./га
17,9 л/с 65,5 м ³ /год	15	4,3	28,7	0,14
	20	3,2	21,5	0,18
	25	2,6	17,2	0,23
	30	2,2	14,3	0,27
	35	1,8	12,3	0,32
	40	1,6	10,7	0,37
	45	1,4	9,6	0,41
	50	1,3	8,6	0,46
	55	1,2	7,8	0,50
	60	1,1	7,2	0,55
	65	1,0	6,6	0,59
	70	0,9	6,1	0,63
	75	0,9	5,7	0,68
80	0,8	5,4	0,73	

5.4. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення саду

Dripnet PC 16009 35,4 ml; 1,6 л/год.; 0,5m, культура – яблуна на М-9, схема садіння 4 × 1 м, площа 70 га, модуль 10 га. Склад ланки: машиніст оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр

Витрати води, л/с	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год.	Норма продуктивності, га	Витрати електроенергії кВт год./га
23 л/с 82,8 м ³ /год.	15	5,3	35,6	3,75
	20	4,0	26,7	5,00
	25	3,2	21,3	6,26
	30	2,7	17,8	7,51
	35	2,3	15,2	8,76
	40	2,0	13,4	10,01
	45	1,8	11,9	11,26
	50	1,6	10,7	12,51
	55	1,5	9,7	13,76
	60	1,3	8,9	15,01
	65	1,2	8,2	16,26
	70	1,2	7,6	17,51
	75	1,1	7,1	18,76
80	1,0	6,7	20,01	

5.5. Тимчасові норми виробітку (га) на краплинне зрошення овочів

Strimline 16060; 6 mil; 0,65 л/год.; 0,3м,

культура – томат розсадний, схема садіння 1,40 × 0,27 м; площа 137 га, площа модуля 3,5 га.

Склад ланки: машиніст оператор дощувальних машин та агрегатів – 5й розр.

Витрати води, л/с	Поливна норма, м ³ /га	Продуктивність, га/год.	Норма продуктивності, га	Витрати електроенергії кВт год./га
32 л/с 115 м ³ /год.	15	2,2	14,8	3,71
	20	1,7	11,1	4,94
	25	1,3	8,9	6,18
	30	1,1	7,4	7,41
	35	0,9	6,3	8,65
	40	0,8	5,6	9,88
	45	0,7	4,9	11,12
	50	0,6	4,4	12,35
	55	0,6	4,0	13,59
	60	0,5	3,7	14,82
65	0,5	3,4	16,06	

Додаток А

Технічні характеристики мобільних дощувальних машин та установок

Додаток А.1

Технічні характеристики модифікацій дощувальної машин ДМУ «Фрегат»

Марка модифікації машини	Кількість самопересувних візків, шт	Довжина машини,м	Загальні витрати води, л/с	Тиск води на вході в машину,кг/см ²	Максимальна площа поливу, га	Максимальний радіус поливу,м	Середньо добова норма поливу,м м	Мінімальний час одного оберту машини, год	Мінімальна норма поливу, м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДМУ-А199-28	7	199,0	28	4,7	15,8	224	15,3	21,4	137
			20	4,6			10,9		98
ДМУ-А229-32	8	228,7	32	4,8	20,2	254	15,7	24,9	142
			25	4,7			10,7		111
ДМУ-А253-38	9	253,4	38	5,0	24,4	278	13,5	27,8	156
			28	4,7			9,9		114
ДМУ-А283-45	10	283,0	45	5,1	29,8	308	13,0	31,3	170
			30	4,8			8,7		113
ДМУ-А308-55	11	307,8	55	5,4	34,8	333	13,7	34,2	195
			45	5,2			11,2		159
ДМУ-А308-30	11	307,8	30	4,8	34,8	333	7,4	34,2	106
ДМУ-А337-65	12	337,4	65	5,9	41,3	362	13,6	37,6	213

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			55	5,5			11,5		180
ДМУ-А337-45	12	337,4	45	5,2	41,3	362	9,4	37,6	147
			35	5,0			7,3		114
ДМУ-А3362-50	13	362,2	50	5,1	47,1	387	9,2	40,5	155
			40	5,1			7,3		124
ДМУ-А392-50	14	391,8	50	5,5	54,6	417	7,9	44,0	145
			40	5,2			6,3		116
ДМУ-А417-55	15	416,5	55	5,7	61,2	442	7,8	46,9	152
			45	5,4			6,4		124
ДМУ-Б379-75	13	379,2	75	5,7	51,3	404	12,6	42,3	222
			68	5,5			11,5		202
			60	5,3			10,1		178
ДМУ-Б409-80	14	408,8	80	5,8	59,1	434	11,7	45,7	223
			72	5,6			10,5		200
			65	5,4			9,5		181
ДМУ-Б434-90	15	433,6	90	6,2	66,1	459	11,8	48,7	238
			80	5,9			10,5		212
			70	5,6			9,1		185
ДМУ-Б463-90	16	463,2	90	6,3	74,9	488	10,4	52,2	225
			80	5,9			9,2		200
			72	5,7			8,3		180

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДМУ-Б463-60	16	463,2	60	5,4	74,9	488	6,9	52,2	150
			50	5,1			5,8		125
ДМУ-Б488-90	17	487,9	90	6,4	82,6	513	9,4	55,0	216
			80	6,0			8,4		192
ДМУ-Б488-65	17	487,9	65	5,6	82,6	513	6,8	55,0	156
			55	5,3			5,8		132
ДМУ-Б518-90	18	517	90	6,4	92,5	543	8,4	58,5	205
			80	6,1			7,5		182
			72	5,8			6,7		164
ДМУ-Б542-90	19	542,3	90	6,5	102,2	567	7,6	61,4	194
			80	6,1			6,8		173
			72	5,8			6,1		155
ДМУ-Б572-90	20	571,9	90	6,6	111,3	597	7,0	65,0	189
			80	6,2			6,2		168
			72	5,9			5,6		151
ДМУ-Бнм 379-50	13	372,2	50	4,1	50	399	8,6	76,8	277
ДМУ-Бнм 409-57	14	408,8	57	4,1	57,8	429	8,5	83,1	295
ДМУ-Бнм 434-63	15	433,6	63	4,1	64,7	454	8,4	88,4	310
ДМУ-Бнм 463-72	16	463,2	72	4,1	73,3	483	8,5	94,7	335

**Технічна характеристика мобільної дощувальної
установки МДУ-75**

Показник	Технічна характеристика
Тип установки	Шланго-барабанна
Ширина захвату, м	62-84
Витрати води, л/с	6-10
Робочий тиск, МПа	0,45-1,0
Довжина шланга, м	285 (370)
Зовнішній діаметр шланга, мм	75
Кількість опорних візків, шт.	1
Привод візків	Привод турбіни вода під тиском
Габаритні розміри, м:	
довжина	3,74
ширина	2,4
висота	2,76
Діаметр барабана, мм	1700
Маса, кг:	
Котушка комплексна з пустим шлангом	1500
Котушка зі шлангом, наповненим водою	2350

**Технічна характеристика дощувальних установок
Bauer Rainstar E41 та Bauer Rainstar E51**

Показник	Bauer Rainstar E41	Bauer Rainstar E51
1	2	3
Тип установки	Шланго-барабанна	
Витрати води л/с	11,4—32,8	9,2-20
Тиск на гідранті, атм.	3,2	3,4
Кількість опорних візків, шт.	1	1

Продовження додатка А.3

1	2	3
Привод візка	Гідродвигун, водяна турбіна (працює від сонячної батареї)	
Накачування тиску до встановленої норми	За допомогою трактора ЮМЗ-6АЛ	
Довжина шланга, м	370	650
Діаметр шланга, мм	125	120
Висота, м: опорного візка	2,5	2,5
барабана	3,2	3,2
Діапазон форсунок, мм	25,0-37,5	22,0-32,5
Маса барабана з водою, т	8	11,5
Маса барабана без води, т	4,9	7,1

Додаток А.4

Технічна характеристика дощувальних установок "Irrimek Optirain" ST-5 та "Irrimek Optirain" ST-8

Показник	Irrimek Optirain ST-5	Irrimek Optirain ST-8
1	2	3
Тип установки	Шланго-барабанна	
Привод пересування дощувальної ферми	За рахунок намотування шланга на барабан	
Загальні витрати води, л/с	8,2	19
Тиск на вході в машину, МПа	0,25	0,30
Середній діаметр краплі, мм	0,86	0,86

Продовження додатка А.4

1	2	3
Робоча ширина захвату, м	46	46
Робоча швидкість руху дощувальної ферми, м/год	8–60	8–60
Транспортна швидкість, км/год	1,6	1,6
Довжина шланга, м	300	480
Діаметр шланга, мм	110	110

Додаток А.5

**Технічна характеристика дощувальної установки
MF 3-110 TG-600 “Irrimec”**

Показник	Технічна характеристика
Тип установки	Шланго-барабанна
Витрата води, л/с	14
Тиск на вході в машину, МПа	0,54
Кількість опорних візків, шт.	1
Ширина захвату, м	50
Привод візка	Гідравлічна турбіна
Довжина шланга, м	600
Діаметр шланга, мм	110
Діаметр барабана, мм	2910
Продуктивність за 1 год чистої роботи при нормі поливу 600 м ³ /га, га	0,084
Коефіцієнт ефективного поливу	0,73
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	0,43
Коефіцієнт готовності	0,99
Коефіцієнт використання змінного часу	0,97
Споживана потужність, кВт	11,6
Питомі енерговитрати, кВт·год/га	138

**Технічна характеристика
дощувальної установки Осміс**

Показник	Технічна характеристика
1	2
Тип машини	Шланго-барабанна
Ширина захвату, м	70-115
Витрати води, л/с	5,6-38,9
Діаметр шланга, мм	110
Довжина шланга, м	420
Кількість опорних візків, шт.	1
Середня інтенсивність дощу, мм	10-60
Привод візків	Турбіна з байпасною регуляцією, використовує енергію води
Габаритні розміри, м:	4,20
довжина	
ширина	2,5
висота	3,6
Діаметр барабана, м	3,0

**Технічна характеристика дощувальної машини
G5D-100G540 Idrofodlia**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Шланго-барабанна
Витрати води, л/с	12,3
Тиск на вході в машину, МПа	0,5
Кількість опорних візків, шт.	1
Ширина захвату, м	15,0
Привод візка	Гідравлічна турбіна (перетворює енергію води в обертальний рух барабана)

Продовження додатка А.7

1	2
Довжина шланга, м	540
Діаметр шланга, мм	100
Продуктивність за 1 год чистої роботи при нормі поливу 600 м ³ /га, га	0,074
Коефіцієнт ефективного поливу	0,64-0,78
Коефіцієнт готовності	0,99
Коефіцієнт використання змінного часу	0,94
Потужність, що споживається від гідранта, кВт	6,1
Питомі енерговитрати, кВт·год/га	82,4

Додаток А.8

**Технічна характеристика дощувальної машини
Reinke A-100**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Фронтальна, самопересувна із забором води з тимчасового зрошувача
Ширина захвату, м	120
Кількість опорних візків, шт.	2
Витрати води, л/с	97,2
Тиск на вході в машину, Атм	4
Привод візків	Електропривод
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,58
Питомі витрати пального, л/год	6-8
Коефіцієнт ефективного поливу	0,95

**Технічна характеристика
дощувальної системи Valley**

Показник	Технічна характеристика
Тип системи	Багатоопорна, іригаційна, пересувна, кругова
Ширина захвату, м	448+27
Витрати води, л/с	113
Тиск на вході в систему, бар	4,33
Відстань між гідрантами, м	950
Кількість опорних візків, шт.	8
Ширина секції, м	49; 54,6
Кількість дощувальних апаратів, шт	196
Привод візків	Автономний, від редуктора електромотора
Номінальна потужність двигуна, к.с.	22
Потужність генератора, кВт	12
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,68
Питомі витрати пального, л/га	2,98
Габаритні розміри, м:	448
довжина	
ширина	4
висота	4,4

**Технічна характеристика
дощувальної установки Valley Rainger**

Показник	Технічна характеристика
Тип установки	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	456-475
Витрати води, л/с	105
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,63
Кількість опорних візків, шт.	7
Ширина секції, м	43-61
Витрати пального, л/год	3,1

**Технічна характеристика дощувальної машини
Pierce 800 M**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна з забором води з відкритого каналу
Ширина захвату, м	818
Витрати води, л/с	173
Тиск на вході в машину, МПа	0,2
Привод візків	Електропривод
Номінальна потужність двигуна, кВт	149,0
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	100-900

Продовження додатка А.11

1	2
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	1,04
Питомі витрати пального, л/га	20,1
Коефіцієнт ефективного поливу	0,89
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,5
Коефіцієнт готовності	1,0
Коефіцієнт використання змінного часу	0,94

Додаток А.12

**Технічна характеристика дощувальної машини
Pierce L95-803, Pierce L95-520**

Показник	Pierce L95-803	Pierce L95-520
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна	
Забір води	З відкритого каналу	Від гідранта
Ширина захвату, м	803	520
Кількість опорних візків, шт.	15	9
Витрати води, л/с	180,6	118,1
Тиск на вході в машину, МПа	0,2	0,2
Полівна норма за один прохід, м ³ /га	100-900	100-900
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	1,08	0,71
Питомі витрати пального, л/год	46,5	4,9

**Технічна характеристика дощувальної машини
Zimmatic 354 M**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	354
Кількість опорних візків, шт.	7
Витрати води, л/с	81,4
Тиск на вході в машину, МПа	0,3
Привод візків	Дизельний генератор
Номінальна потужність двигуна, кВт	16,4
Номінальна потужність генератора, кВт	10,0
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,49
Питомі витрати пального, л/га	2,8
Коефіцієнт ефективного поливу	0,77-0,84
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,1

**Технічна характеристика дощувальної машини
Zimmatic 434 M**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, кругова
Радіус ширини захвату, м	434
Витрати води, л/с	77,3
Тиск на вході в машину, МПа	0,3
Відстань між гідрантами, м	950
Кількість опорних візків, шт.	7
Ширина секції, м	61,3
Привод візків	Автономний, від редуктора електромотора
Номінальна потужність двигуна, кВт	16,4
Поливна норма за один оберт, м ³ /га	60-1120
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,464
Питомі витрати пального, л/га	3,64
Коефіцієнт ефективного поливу	0,91
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,1
Коефіцієнт готовності	1,0
Коефіцієнт використання змінного часу	0,97
Габаритні розміри, м:	434
довжина	
ширина	10,15
висота	4,54

**Технічна характеристика дощувальної машини
Zimmatic 800 M**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна з забором води з відкритого каналу
Ширина захвату, м	805
Витрати води, л/с	186
Тиск на вході в машину, МПа	0,2
Кількість опорних візків, шт.	14
Ширина секції, м	54,5
Привод візків	Електропривод
Номінальна потужність двигуна, кВт	149
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	100-1000
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	1,12
Питомі витрати пального, л/га	18,9
Коефіцієнт ефективного поливу	0,82-0,85
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,7
Коефіцієнт готовності змінного часу	0,99
Коефіцієнт використання потужності генератора	0,51

**Технічна характеристика дощувальної машини
T-L 243 MOSL+**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	243
Витрати води, л/с	30
Тиск на вході в машину, МПа	0,21
Кількість опорних візків, шт.	4
Привод візків	Гідростатичний
Номінальна потужність двигуна, кВт	25,6
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	50-450
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,168
Витрати пального, л/год	2,2
Коефіцієнт ефективного поливу	0,88
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	0,81
Коефіцієнт готовності	0,99
Коефіцієнт використання змінного часу	0,94

**Технічна характеристика дощувальної машини
Т-Л 295 М**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	298
Витрати води, л/с	30
Тиск на вході в машину, МПа	0,21
Відстань між гідрантами, м	200
Кількість опорних візків, шт.	5
Ширина секції, м	54,16;57,16
Привод візків	Гідравлічний
Номінальна потужність двигуна, кВт	38,1
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	50-450
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,168
Витрати пального, л/год	3,6
Коефіцієнт ефективного поливу	0,88
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	0,81
Коефіцієнт готовності	0,99
Коефіцієнт використання змінного часу	0,94
Габаритні розміри, м: довжина	298
висота	3,9

**Технічна характеристика дощувальної машини
Т-Л 400М Ultra Linear**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна з забором води з відкритого каналу
Ширина захвату, м	398
Витрати води, л/с	89,0
Тиск води в насосі, МПа	0,27
Кількість опорних візків, шт.	7
Ширина секції, м	54,15
Привод візків	Гідростатичний
Номінальна потужність двигуна, кВт	74,0
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	100-700
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,53
Питомі витрати пального, л/га	26,9
Коефіцієнт ефективного поливу	0,89
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,8
Коефіцієнт готовності	1,0
Коефіцієнт використання змінного часу	0,95
Габаритні розміри, м: довжина	398
ширина	4,2
висота	5,4

**Технічна характеристика дощувальної машини
Т-Л 620 М**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	620
Витрати води, л/с	60
Тиск на вході в машину, МПа	0,1
Кількість опорних візків, шт.	10
Ширина секції, м	57,16
Привод візків	Гідравлічний
Номінальна потужність двигуна, кВт	38,1
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	50-500
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,36
Питомі витрати пального, л/га	5,69
Коефіцієнт ефективного поливу	0,88
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	0,83
Коефіцієнт готовності	1,0
Коефіцієнт використання змінного часу	0,92
Габаритні розміри, м: довжина	620
висота	6,78

**Технічна характеристика дощувальної машини
Quadrostar QS-100**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Триопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	128
Витрати води, л/с	71,3
Тиск на насосі, МПа	0,25
Кількість опорних візків, шт.	3
Відстань між зрошувачами, м	128
Середня робоча швидкість, м/хв	0,65-3,33
Привод візків	Електропривод
Номінальна потужність двигуна, кВт	38,5
Поливна норма за один прохід, м ³ /га	50-600
Коефіцієнт ефективного поливу	0,767
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	2,6-28
Габаритні розміри, м:	
довжина	121
висота	9,5
висота	7,0

**Технічна характеристика дощувальної машини
Western Irrigation-G8T**

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, кругова
Кількість опорних візків, шт.	8
Витрати води, л/с	50,3
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	0,3
Питомі витрати пального, л/год	4,9

**Технічна характеристика дощувальної машини
дощувальною установкою Bauer Rainstar E 31**

Показник	Технічна характеристика
Тип установки	Барабанна
Витрати води л/с	26-28
Тиск на гідранті, атм.	3,2
Кількість опорних візків, шт	1
Привод візка	Гідродвигун, водяна турбіна (працює від сонячної батареї)
Накачування тиску до встановленої норми	За допомогою трактора ЮМЗ-6АЛ
Довжина шланга, м	490
Кількість розпилювачів, шт.	29
Кількість форсунок, шт	17
Продуктивність за 1 год чистої роботи,	0,15

Продовження додатка А.22

1	2
Маса установки з водою, кг	7535
Маса установки без води, кг	4488

Додаток А.23

Технічна характеристика дощувальної машини RKD

Показник	Технічна характеристика
Тип машини	Багатоопорна, самопересувна, фронтальна
Ширина захвату, м	450
Кількість опорних візків, шт.	6
Ширина секції, м	53
Витрати води, л/с	80,5
Тиск на вході в машину, Атм	1,4-2
Привод візків	Електропривод
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 300 м ³ /га, га/год	0,58
Питомі витрати пального, л/га	1,7
Коефіцієнт ефективного поливу	0,95

**Технічна характеристика дощувальної машини
дощувальною установкою Bauer T 51**

Показник	Bauer T 51
Тип установки	Барабанна
Витрати води л/с	3,9-24,2
Тиск на гідранті, атм.	0,35
Кількість опорних візків, шт.	1
Привод візка	Гідродвигун, водяна турбіна (працює від сонячної батареї)
Накачування тиску до встановленої норми	За допомогою трактора
Довжина шланга, м	420
Кількість розпилувачів, шт.	29
Кількість форсунок, шт	17
Продуктивність за 1 годину чистої роботи,	0,14
Маса установки з водою, кг	4040
Маса установки без води, кг	2443

**Технічна характеристика дощувальної машини
Reinke.(кругова)**

Показник	Технічна характеристика
Тип установки	Кругова
Ширина захвату, м	499,8
Витрати води л/с	72,2

Продовження додатка А.25

1	2
Тиск на вході, атм.	3,2
Кількість опорних візків, шт.	8
Привід візка	Автономний, від редуктора електромонтера
Номінальна потужність двигуна, кВт	16,4
Питомі витрати пального л/га	3,66

Додаток А.26

Технічна характеристика дощувальної системи Valley фронтального переміщення

Показник	Технічна характеристика
Тип системи	Багатоопорна, іригаційна, фронтальна
Ширина захвату, м	250
Витрати води, л/с	70
Тиск на вході в систему, бар	3,24
Відстань між гідрантами, м	150
Кількість опорних візків, шт.	6
Привод візків	електричний
Номінальна потужність двигуна, к.с.	1,5
Потужність генератора, кВт	12
Продуктивність за 1 год чистої роботи при поливній нормі 600 м ³ /га, га/год	н.д.
Габаритні розміри, м: довжина	250
висота	4,4

Кількість та орієнтовні норми вегетаційних поливів за дощування

Культура	Степ		Лісостеп		Полісся і західні області України	
	Кількість поливів	Поливна норма, м ³ /га	Кількість поливів	Поливна норма, м ³ /га	Кількість поливів	Поливна норма, м ³ /га
Багаторічні	3–5	300–500	2–3	300–400	1–2	200–300
Баштанні	1–2	400–500	–	–	–	–
Буряк	3–4	300–500	2–3	300–350	1–2	200–300
Кукурудза	3–5	300–400	1–2	200–300	0–1	100–150
Зеленні, редиска	2–4	200–300	1–2	150–200	–	–
Капуста рання	6–7	300–400	4–5	300–400	1–3	200–300
Капуста середня і пізня	8–10	300–600	4–6	300–400	2–4	300–400
Морква	4–6	300–500	2–3	300–400	1–2	200–300
Огірок, кабачок	8–10	300–400	5–7	300–400	3–4	250–300
Перець і баклажан	8–10	300–500	5–7	300–450	-	-
Томат	6–9	300–500	4–6	300–400	-	-
Цибуля і часник	5–7	300–400	2–5	200–300	1–2	150–200

Види поливу, строки їх проведення і норми витрати поливної води

Полив	Культури	Строки	Норми, м ³ /га
Вологозарядковий	Усі, особливо літніх строків сівби	Восени, за 10–15 днів до сівби	700–1000
Передпосівний і передсадивний	Дрібнонасінні при літній сівбі та висаджуванні розсади	За 2–4 дні до сівби, садінням розсади	300–500
Садивний	Розсадні	Одночасно з садінням розсади і через 3–4 дні після нього	300–400
Досходовий	Посівні	Після сівби до появи сходів	100–150
Веgetаційний	Усі	У першій половині вегетації	200–350
		У другій половині вегетації	300–600
Освіжаючий	Зеленні, огірок, капуста	У жаркі дні	50–100
Підживлюючий	Усі	За потреби	100–150
Противиморозковий	Теплолюбні	Перед приморозком	50–100
Провокаційний	Усі, для проростання насіння бур'янів і знищення їх сходів	За потреби	200–250
Промивний	Усі, на засолених ґрунтах	За потреби, до сівби і садіння розсади	800–1000

Довжина поливної борозни і величина поливного струменя залежно від механічного складу ґрунту і ухилу поля

Ґрунт	Ухил поля, °					
	0,001–0,004		0,004–0,008		0,008–0,012	
	Довжина борозни, м	Величина поливного струменя, л/с	Довжина борозни, м	Величина поливного струменя, л/с	Довжина борозни, м	Величина поливного струменя, л/с
Супіщаний	50–90	1,4–0,8	90–110	0,8–0,5	80–110	0,6–0,3
Легкий і середній суглинок	100–110	1,2–0,6	150–160	0,6–0,4	120–150	0,5–0,3
Важкий суглинок і солончак	110–120	1,1–0,6	120–200	0,5–0,3	130–200	0,3–0,2

Витрати палива на роботу пересувних електростанцій та генераторів електроенергії

Марка машин і механізмів	Марка двигуна, базова машина	Витрати палива, л/машино-год
1	2	3
<i>Електростанції пересувні</i>		
ДЭС-30, ДЭСМ-30	Д-54	7,3
АД-30С, 30, ДЭС-40	ЯАЗ-М2041	7,5
ДЭС-50, ДЭС-60	Д-108	10,5
ДЭС-60Р, 60, АД-60	А-01МЕ	11,6
ДЭСМ-30	Д-60Р	8,4
	Д-54А	6,8
ПЭС-12, ПЭС-15	ГАЗ-320	4,4
ПЭС-30	Д-40Р	5,6
ДЭС-50, 60, ДЭСМ-50, ДЭС-50	Д-60, Д-108	8,5
АД-50, ЭСД-50, ПЭС-50	1Д6-100АД	13,9
АД-75, ДГМА-75, ДЭС-100, ПЭС-100	1Д6	20,6
ДЭС-100, ПД-100, ПЭС-100,	ЯМЗ-238,	
ЭСД-100, ВС, АД-100, АСД-100	1Д6КС	23,4
АСДА-200	-	48,5
ДГА-300, ДГ-350	-	76,0
ВЭС-400, ЭСД-400	-	95,0
АС-500БАМ, ЗЭП, И-1	-	119,6
ПЭ-1, 5, 6	-	266,7
ДЭ-300 (Японія)	-	52,7
АКС-8,8 М	ЯАЗ-М204А	12,0
<i>Електроагрегати</i>		
Електростанція АБ-1	2-СД-в	1,0

Продовження додатка Д

1	2	3
Електростанція АБ-4	УД-25	3,5
Агрегат електричний Д-72658	–	3,8
Агрегат бензоелектричний АБ-2Т230	УД-25-2М	3,4
Витрати масла на 100 л загальних витрат палива	–	0,8
Портативне джерело струму "Weldanpraver 125"	–	4,0
Електроагрегат АД-4-Т-400-В	МД-6	2,0
Електростанція: ЕСД-10-ВС/400М	4г-8,5/11	2,6
ЕСД-10-ВС/400 М	Д-37Е	6,8
Дизель-генератор: 1Д30	–	3,0
(Д+Е) 6BV	–	4,0
ZR 10015TDED	–	4,5
SAM-400	–	12,5
АСДА-2-20/Т-400	–	8,6
ДГМА 48М2	–	8,7
Генератор "Bosh" 400/230 В	–	2,5
Дизель-генератор ЕСДА-200-Т/400-1РК	–	78,2

Додаток Е (довідковий)

Розрахункові значення градувальних коефіцієнтів та норми питомих витрат електроенергії для насосних агрегатів [7]

Тип (марка) насоса	Частота, об./хв	Діаметр робочих коліс, мм	Електродвигун			Значення коефіцієнтів			Норма питомих витрат електроенергії, кВт·год/тис.м ³
			Р, кВт	ккд	cosφ	А	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Насоси двобічного входу ДОСТ 10272-77</i>									
Д200-36 (5НДВ)	1475	350	37	0,91	0,9	11,79	0,17	6,9	149,5
Д200-95 (4НДВ)	1460	280	11	0,87	0,87	16,30	0,075	9,22	102,7
Д200-95 (4НДВ)	2960	280	90	0,92	0,9	3,68	0,12	2,15	401,2
Д250-95-130В	2970	330	132	0,91	0,89	3,94	0,27	2,28	539,6
1Д315-71	2940	240	90	0,92	0,89	5,58	0,27	3,25	283,0
Д320-70 (6НДс)	2950	242	100	0,91	0,89	5,29	0,16	3,1	275,3
Д320-50 (6НДВ)	1450	405	75	0,92	0,90	8,00	0,15	4,74	197,1
Д500-65 (10Д-6)	1450	465	160	0,93	0,91	5,47	0,21	3,28	250,1
Д630-90 (8НДВ)	1450	526	250	0,94	0,92	4,23	0,29	2,56	347,2
Д630-90 (8НДВ)	960	525	100	0,93	0,90	9,57	0,23	5,67	148,2
Д630-120В	1485	640	315	0,94	0,92	5,61	1,09	3,36	494,3
Д800-57 (12Д-9)	1450	432	250	0,94	0,92	9,4	0,7	5,69	203,6

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д1250-65 (12НДс)	1450	460	500	0,95	0,88	8,84	1,21	80,84*	218,9
Д1250-65 (12НДс)	960	460	110	0,93	0,9	19,93	0,69	11,81	95,2
Д1250-125 (14Д-б)	1450	625	630	0,95	0,88	3,19	0,65	29,17*	470,9
Д1600-90 (14НДс)	1450	540	500	0,95	0,88	6,33	1,47	57,89*	296,2
Д1600-90 (14НДс)	960	540	160	0,94	0,90	18,70	1,5	11,08	134,5
Д2000-21 (16НДн)	735	460	75	0,92	0,85	78,20	3,57	43,22	48,1
Д2000-21 (16НДн)	980	460	200	0,94	0,90	55,89	6	33,11	69,9
Д2000-100 (20Д-б)	980	855	800	0,95	0,86	4,07	1,20	36,38	381,8
Д2500-62 (18НДс)	980	700	630	0,95	0,86	11,63	3,24	103,94*	204
Д2500-62 (18НДс)	730	700	250	0,94	0,87	14,61	1,48	8,36	114,3
Д3200-33 (20НДн)	980	550	400	0,94	0,9	34,20	8,36	319,89*	108,5
Д3200-75 (20НДс)	980	755	800	0,95	0,9	7,60	2,64	71,08*	246,8
Д3200-75 (20НДс)	730	755	400	0,94	0,9	13,23	2,41	123,74*	151,3
Д4000-95 (22НДс)	980	825	1600	0,95	0,9	6,48	4,11	60,60*	312,4
Д4000-95 (22НДс)	730	825	630	0,95	0,9	10,36	2,85	96,90*	180,9
Д5000-32 (24НДн)	585	700	250	0,92	0,75	55,20	10,46	27,14*	67,2
Д6300-27 (32Д-19)	730	740	1000	0,95	0,9	35,44	16,50	331,22*	98,9

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д6300-80 (24НДс)	730	990	2000	0,96	0,9	7,38	5,54	69,02*	257,6
Д6300-80 (24НДс)	585	990	1000	0,96	0,9	12,79	5,33	119,58*	161
<i>Насоси двобічного входу БДС 3 77-63</i>									
140Д40	1470	368	90	0,93	0,89	15,53	0,6	9,1	144,0
140Д70 (150Д70)	1470	465	160	0,93	0,93	6,99	0,4	4,28	266,0
220Д36	1470	360	132	0,93	0,91	30,13	2,17	18,06	125,3
220Д90	1470	525	320	0,94	0,88	5,51	0,62	3,19	325,5
220Д55	1470	435	160	0,93	0,93	14,48	1,38	8,86	196,2
220Д60	1470	525	250	0,94	0,9	4,90	0,44	2,90	325,0
200Д60	960	525	100	0,93	0,89	10,30	0,25	6,03	144,4
200Д90	1470	495	250	0,93	0,89	5,18	0,38	3	325
200Д90	960	495	100	0,92	0,88	11,39	0,33	6,59	144
300Д40 (350Д90)	1470	370	160	0,94	0,93	17,22	1,35	10,55	139
300Д70 (350Д90)	1470	460	320	0,94	0,88	6,51	0,55	3,77	229
300Д70 (350Д90)	980	460	100	0,93	0,89	22,40	0,92	13,12	95
300Д40 (350Д90)	985	540	160	0,94	0,89	14,03	0,96	8,21	139
300Д40 (350Д90)	1470	655	800	0,95	0,88	3,19	0,84	29,17*	519
450Д90	1470	540	630	0,95	0,88	6,93	1,84	63,38*	307,1
550Д22 (400Д190)	970	460	160	0,93	0,89	54,41	5,84	31,87	62,2
900Д30	970	540	400	0,94	0,86	37,42	9,21	334,5*	101
900Д50	970	660	630	0,95	0,86	20,09	7,77	179,51*	170,3
900Д80	970	774	1000	0,95	0,9	12,65	7,75	118,32*	269

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Насоси двобічного входу</i>									
250QД570-45	1450	570	400	0,94	0,87	4,34	0,60	39,23*	352,0
250QД570-50	1450	570	400	0,94	0,87	5,11	0,74	46,74*	354,7
250QД500-50	1450	500	250	0,94	0,87	8,14	0,95	4,66	251,3
<i>Насоси одnobічного входу типу ЦН ДОСТ 15150-69</i>									
ЦН400-105 (3В200x2)	1450	430	200	0,93	0,91	4,90	0,35	2,94	383,9
ЦН400- 210(3В200x2)	1450	430	400	0,94	0,9	2,05	0,26	19,17*	759,6
ЦН100-180	1480	575	630	0,95	0,88	2,88	0,91	26,33*	644,2
ЦН900-310 (14М12x4)	1500	540	1250	0,95	0,9	4,15	3,49	38,81*	1138
ЦН3000-197 (28М12x4)	1000	890	2500	0,96	0,9	4,97	7,35	46,48*	734,4
<i>Насоси відцентрові секційні типу ЦНС</i>									
ЦНС105-98	2945	–	45	0,91	0,89	5,99	0,14	3,51	418,5
ЦНС105-147	2950	–	75	0,91	0,9	3,99	0,14	2,36	627,7
ЦНС105-196	2940	–	90	0,92	0,89	3,03	0,14	1,77	827,8
ЦНС180-85	1450	–	100	0,92	0,88	5,52	0,18	3,20	359,0
ЦНС180-128	1450	–	100	0,92	0,88	3,68	0,18	2,13	540,6
ЦНС180-170	1480	–	160	0,92	0,91	2,76	0,18	1,65	718

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЦНС300-120	1465	–	160	0,94	0,90	4,47	0,37	2,62	489,1
ЦНС300-180	1485	–	250	0,94	0,89	2,98	0,37	1,75	733,6
ЦНС300-240	1480	–	320	0,93	0,90	2,24	0,37	20,95*	988,6
<i>Насоси однобічного входу, секційні типу CVA(CVE)</i>									
125CVA (CVE) 305-19/2	1450	305	45	0,92	0,87	11,42	0,23	6,54	229,3
125CVA (CVE) 305-19/3	1475	305	55	0,93	0,87	7,61	0,23	4,35	343,9
150CVA (CVE) 3 50-23/2	1450	350	75	0,93	0,88	9,37	0,37	5,43	272,9
150CVA (CVE) 3 50-23/2	960	350	20	0,90	0,87	16,01	0,18	9,22	124,6
150CVA (CVE) 3 50-23/3	1450	350	100	0,93	0,87	6,25	0,37	3,58	409,3
150CVA (CVE) 350-23/3	960	350	45	0,91	0,87	10,50	0,17	6,01	186,9
150CVA (CVE) 3 50-23/4	1450	350	132	0,93	0,86	4,68	0,37	2,65	545,8
150CVA (CVE) 350-23/4	960	350	45	0,91	0,87	7,70	0,16	4,41	249,2
150CVA (CVE) 350-23/5	980	350	55	0,92	0,87	6,44	0,18	3,69	311,5

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
250CVA (CVE) 460-38/2	1450	460	315	0,94	0,86	5,47	0,97	48,88*	455,9
250CVA (CVE) 460-38/2	960	460	160	0,93	0,85	10,94	0,59	6,12	203,3
250CVA (CVE) 460-38/3	1450	460	400	0,94	0,87	3,65	0,97	33*	683,8
250CVA (CVE) 460-38/3	960	460	160	0,93	0,87	7,29	0,59	4,17	305,0
250CVA (CVE) 460-38/4	1450	460	600	0,95	0,87	2,74	0,97	24,77*	911,8
250CVA (CVE) 460-38/4	960	460	200	0,93	0,85	5,47	0,59	3,06	406,6
<i>Насоси горизонтальні консольні</i>									
K8-18 (1,5K-6)	2850	128	1,5	0,81	0,85	36,27	0,031	20,05	108,9
K20-18 (2K-9)	2850	129	2,2	0,83	0,87	22,82	0,022	12,91	86,7
K20-30 (2K-6)	2880	162	4,0	0,86	0,89	18,42	0,036	10,67	148,3
K45-30 (3K-9)	2900	168	7,5	0,87	0,88	21,98	0,086	12,58	132,1
K45-55 (3K-6)	2940	218	15	0,88	0,91	11,81	0,11	6,99	257,6
K90-20 (4K-18)	2900	145	7,5	0,87	0,88	41,83	0,22	23,95	78,7
K90-35 (4K-12)	2940	174	15	0,88	0,91	12,02	0,048	7,12	138,7
K90-55 (4K-8)	2945	218	22	0,91	0,91	13,54	0,21	8,02	190,8

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К90-85 (4К-6)	2945	212	45	0,91	0,90	6,02	0,132	3,53	370,9
К160-20 (6К-12)	2940	264	15	0,88	0,91	41,07	0,350	24,59	76,3
К160-30 (6К-8)	2945	328	30	0,90	0,90	20,39	0,290	11,94	119,3
К290-18 (8К-18)	2945	268	22	0,88	0,91	59,21	0,880	35,06	66,6
К290-130 (8К-12)	2945	315	37	0,90	0,89	21,60	0,360	12,51	109,9
К80-65-160	2900	160	7,5	0,88	0,88	14,35	0,053	8,20	142,1
К80-50-200	2940	200	15	0,88	0,91	10,59	0,073	6,34	237,8
К100-80-160	2940	160	15	0,88	0,91	11,61	0,066	6,95	128,5
К100-65-200	2945	200	30	0,91	0,9	9,01	0,085	5,27	209,9
КМ65-50-160	2900	160	5,5	0,87	0,91	19,59	0,055	11,74	128
<i>Насоси відцентрові вертикальні</i>									
600В-1,6/100 (28В-12)	750	1140	2000	0,94	0,88	4,93	3,67	45,09*	328,8
600В-1,6/100 (28В-12)	600	1140	1000	0,94	0,84	8,50	3,25	74,20*	217
800В-2,5/100 (32В-12)	600	1420	3200	0,96	0,9	6,98	11,27	65,28*	322
36В-12	600	1450	3200	0,97	0,9	5,46	7,56	51,01*	324
1000В-4/63 (40В-16)	500	1400	3200	0,96	0,9	8,24	9,58	77,06*	202,8

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100В-4/63 (40В-16)	375	1400	2000	0,94	0,9	12,85	5,61	120,18*	116,4
1200В-6,3/100 (52В-11)	375	2290	9000	0,96	0,9	6,35	24,84	98,98**	322
1200В 6,3/63 (52В-17)	375	1850	6000	0,95	0,9	8,55	18	133,27**	202,7

Продовження додатка Е

Тип (марка) насоса	Час- тота, об./хв.	Потуж- ність електро- двигуна, кВт	ккд електро- двигуна	Значення коефіцієнтів		Кут розво- роту лопа- тей, °	Діапа- зон зміни напо- ру, м
				А	В		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Насоси осьові вертикальні та горизонтальні</i>							
ОВ5-47МЕ	730	55	0,92	62,1	5,02	0	3,5-4,8
	—	—	—	99,36	6,58		4,8-5,8
ОВ5-47МЕ	960	110	0,93	27,85	5,83	0	6,0-8,0
	—	—	—	59,08	8,7		8-10
ОВ5-47	730	55	0,92	74,91	5,46	0	3,5-5,8
ОВ5-47	960	110	0,93	46,74	7,41	0	6-9,7
ОВ5-55	960	200	0,93	27,95	10,81	0	8,2-13,6
ОВ6-55	730	75	0,92	57,04	6,45	0	3,2-5,6
ОВ6-55	960	125	0,93	31,90	8,25	0	5,5-9,7
ОВ(ОПВ)2-87	585	630	0,926	21,36	21,58	0	9-12,9
ОВ(ОПВ)3-87	730	1000	0,94	15,41	24,16	0	15,0-21
	—	—	—	33,45	38,76	0	21-23,2
ОВ(ОПВ)5-87	585	630	0,926	31,45	23,61	0	6,8-11,6
ОВ(ОПВ)16-87	485	315	0,911	37,19	13,21	0	2,9-4,5
	—	—	—	66,26	16,95		4,5-5,8

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8
ОВ(ОПВ)16-87	585	315	0,912	27,29	18,67	0	4,2–6,8
	–	–	–	42,28	22,74	0	6,8–8,3
ОВ(ОПВ)2-110	485	1000	0,930	27,68	43,45	0	11,8–15
	–	–	–	53,57	66,96	0	15,0–16,7
ОВ(ОПВ) 3-110	585	1600	0,934	15,47	39,72	0	15,2–20,2
	–	–	–	22,01	48,32	0	20,2–23,8
ОВ(ОПВ) 5-110	485	1000	0,930	23,41	36,31	0	7,7–10
	–	–	–	34,32	43,83	0	10,0–12,7
ОВ(ОПВ) 16-110	365	500	0,918	43,19	20,46	0	2,6–4,2
	–	–	–	59,49	23,40	0	4,2–5,5
ОВ(ОПВ) 16-110	485	630	0,923	30,15	29,17	0	4,7–7,2
	–	–	–	42,09	34,1	0	7,2–9,2
ОВ(ОПВ) 2-145	365	1600	0,935	17,63	59,17	0	9,8–14
	–	–	–	31,56	80,42	0	14,0–15,8
ОВ(ОПВ) 5-145	365	1600	0,935	27,16	65,54	0	7,6–12,4
ОВ(ОПВ) 10-145	365	2500	0,950	31,80	97,72	0	13–18
ОВ(ОПВ) 16-145	365	1000	0,925	25,25	46,95	0	4,6–7,5
ОВ(ОПВ) 16-145	290	800	0,930	43,26	33,13	0	2,8–4,5
	–	–	–	69,14	47,44	0	4,5–5,7
ОВ(ОПВ) 2-185	290	4000	0,955	18,44	99,02	0	9,8–14
	–	–	–	39,50	151,02	0	14,0–16,2
ОВ(ОПВ) 10-185	290	4000	0,955	21,25	128,06	0	12–17
	–	–	–	41,26	193,77	0	17–18,5

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5	6	7	8
ОВ(ОПВ) 10-185	333	5000	0,95	20	166	0	20–24
ОВ(ОПВ) 11-185	333	5000	0,953	16,06	136,04	0	11,4–18
	–	–	–	28,27	186,09		18–20,2
ОВ(ОПВ) 16-185	290	4000	0,95	24,61	76,43	0	4,5–7,2
ОВ(ОПВ) 16-185	250	3200	0,95	43,08	72,77	-3	3,6–6,6
ОВ(ОПВ) 10-260Г	250	12500	0,97	21,88	355,1	0	21,5–23,5
ОПГ-220Г	214	2500	0,959	22,58	121,8	0	3,5–5,5
<i>Насоси діагональні</i>							
96ДПВ4,5-23	485	1250	0,94	15,63	34,56	0	20–24
130ДПВ 8-23	365	2500	0,95	49,47	126,06	0	20–24
170ДПВ 12-22	290	4000	0,95	20,41	134,04	-5	20–24

Продовження додатка Е

Тип (марка) насоса	Час- тота, об./хв	Потуж- ність електро- двигуна, кВт	ккд агрегату	Значення коефіцієнтів		Діапазон зміни напору, м
				А	В	
<i>Насоси осьові моноблочні</i>						
ОПВ 2500-4,2	730	45(55)	0,70-0,75	55,34	4,77	2,4 –3,8
	–	–	–	77,44	5,62	3,8 – 4,8
	–	–	–	140,56	8,52	4,8 – 5,2
ОПВ 2000-15	500	1000	0,83-0,86	35,87	56,50	13,8–16
ОПВ2000- 12	500	1000	0,80-0,85	44,44	58,33	10,5–13,5

* Лінійна напруга 6 кВ;

** Лінійна напруга 10 кВ.

Абсолютні відхилення ккд насосів від паспортних значень [7]

Тип насоса	Абсолютне значення відхилення ккд насоса, %	
	мінімальне	максимальне
Насоси двобічного входу типу Д ГОСТ 10272-77 із подачею до 1000 м ³ /год, типу Д БДС 3277-63 та консольні типу К.	5	10
Насоси двобічного входу типу Д ГОСТ 10272-77 із подачею понад 1000 м ³ /год	4	8
Насоси двобічного входу фірми “Sigma” типу QVD	2	4
Багатоступеневі насоси типу ЦН, секційні насоси типу ЦНС, CVA (CVE) фірми “Sigma”, відцентрові вертикальні та осьові	3,5	7

Приклади обґрунтування норм питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями [7]

Приклад 1. Насосна станція, яка працює на закриту зрошувальну мережу з дощувальними машинами “Фрегат”, обладнана чотирма насосами 200Д60 з приводними електродвигунами 4АМ 355-4У3 потужністю 250 кВт та насосом ЦН 400-105 з електродвигуном АЗ 315М-4У3 потужністю 200 кВт.

Основні технічні характеристики агрегатів насосної станції наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Номер насоса	Тип, марка насоса	Фактичний діаметр робочих коліс, мм	Тип, марка електродвигуна	Номінальні параметри		
				Р, кВт	ккд	частота, об./хв
1,2	200 Д60	525	4АМ 355-4У3	250	0,94	1475
3,4	200 Д60	515	4АМ 355-4У3	250	0,94	1475
5	ЦН 400-105	430	АЗ 315-4У3	200	0,94	1470

Облік витрат електроенергії насосними агрегатами здійснюється багатотарифним лічильником електроенергії типу “Альфа”, а для обліку витрат електроенергії допоміжними системами (дренажна, освітлення) застосовується лічильник електроенергії типу СА4У- И672М.

Розрахунок кількості перекачаної води виконують за методикою водообліку по витраченій електроенергії.

Для обґрунтування норм питомих витрат електроенергії використовують результати проведеного енергоаудиту.

Протягом розрахункового періоду насосними агрегатами спожито 263588 кВт·год електроенергії. За лічильником власних потреб витрати електроенергії допоміжними системами становлять $E_{\text{дм}} = 270$ кВт·год.

Час напрацювання окремих насосних агрегатів становить, год: № 1 – 657,3; № 2 – 0; № 3 – 59,1; № 4 – 53,4; № 5 – 548,7.

Градувальні коефіцієнти насосних агрегатів, визначені експериментальним шляхом, такі:

$A_1=A_2=4,67 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{год}$; $B_1=B_2=0,453 \text{ тис.м}^3/\text{год}$; $C_1=C_2=2,91 \text{ м}^3/\text{год}\cdot\text{Амп.}$;

$A_3=A_4=5,41 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{год}$; $B_3=B_4=0,509 \text{ тис.м}^3/\text{год}$; $C_3=C_4=3,37 \text{ м}^3/\text{год}\cdot\text{Амп.}$; $A_5=4,92 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{год}$; $B_5=0,395 \text{ тис. м}^3/\text{год}$; $C_5=3,07 \text{ м}^3/\text{год}\cdot\text{Амп.}$

Середні за розрахунковий період значення струмів навантаження приводних електродвигунів мають такі показники: $I_1 = 350 \text{ А}$; $I_3=I_4 = 330 \text{ А}$; $I_5 = 290 \text{ А}$.

Наведені струмам навантаження електродвигунів відповідають потужності:

$P_1 = 215 \text{ кВт}$; $P_3 = P_4 = 205 \text{ кВт}$; $P_5 = 180 \text{ кВт}$.

Визначені за результатами енерготехнологічних обстежень показники роботи насосних агрегатів занесені до табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Експлуатаційні характеристики насосних агрегатів

Номер насоса	Коефіцієнт завантаження		ккд агрегату		
	насоса	електродвигуна	фактичний	паспортний	відносні відхилення, %
1	0,76	0,8	0,65	0,72	-9,7
3,4	0,83	0,76	0,68	0,73	-6,8
5	1,22	0,82	0,67	0,73	-8,2

Отримані показники відповідають критеріям якості технічного стану ($\Delta\eta > \Delta\eta_{\text{дон}}$) та режимів роботи насосних агрегатів ($K_{\text{зн}} > 0,7$) для визначення норм питомих витрат електроенергії.

Індивідуальні норми питомих витрат електроенергії для насосних агрегатів, розраховані за формулою (3.2), становлять:

$$e_1 = \frac{1000}{4,67} \left(\frac{0,453}{0,76 \cdot 0,72} + 1 \right) = 389,2 \text{ кВт}\cdot\text{год/тис.м}^3;$$

$$e_3 = e_4 = \frac{1000}{5,41} \left(\frac{0,509}{0,83 \cdot 0,72} + 1 \right) = 342,2 \text{ кВт}\cdot\text{год/тис.м}^3;$$

$$e_5 = \frac{1000}{4,92} \left(\frac{0,395}{1,22 \cdot 0,4} + 1 \right) = 368,7 \text{ кВт}\cdot\text{год/тис.м}^3.$$

Індивідуальна норма питомих витрат електроенергії на перекачування води насосною станцією, розрахована за формулою (3.14), буде такою:

$$e_{inc} = \frac{389,2 \cdot 361,5 + 342,2 \cdot 67,5 + 368,7 \cdot 268,9}{697,9} = 376,8 \text{ кВт}\cdot\text{год/тис.м}^3.$$

Технологічна норма витрат, розрахована з урахуванням витрат електроенергії допоміжними системами, становить:

$$e_m = e_i \cdot (1 + \alpha) = 376,8 \cdot 1,00102 = 377,2 \text{ кВт}\cdot\text{год/тис.м}^3.$$

Приклад 2. Насосна станція, обладнана насосами 250QVD570-50 з діаметром робочих коліс $D_{pk}=520$ мм і приводними електродвигунами 1N4355Z-4 потужністю 400 кВт, працює на закриту зрошувальну мережу з дощувальними машинами.

Облік витрат електроенергії насосними агрегатами здійснюється за лічильником електроенергії типу “Елвін”, а для обліку витрат електроенергії допоміжними системами та на власні потреби застосовується лічильник типу СА4У- І672М.

Об’єм води, що перекачується насосною станцією, розраховують за витраченою електроенергією та часом роботи насосних агрегатів.

За розрахунковий період витрати електроенергії на подачу води насосними агрегатами знаходяться на рівні $E=695643$ кВт·год. Допоміжними технологічними системами насосної станції витрачено 556,5 кВт·год електроенергії, а втрати електроенергії в трансформаторі становлять 15997 кВт·год.

Насосними агрегатами відпрацьовано 2775,1 год і перекачано 2496,88 тис. м³ води. Середня потужність агрегатів становить $\bar{P}=250,7$ кВт, а середня подача насосів – $\bar{Q}=899,7$ м³/год.

Фактичні показники роботи насосних агрегатів наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Експлуатаційні характеристики насосних агрегатів

Номер насоса	Коефіцієнт завантаження		ккд агрегату		
	насоса	електро-двигуна	фактичний	паспортний	відносні відхилення, %
1–4	1,0	0,59	0,75	0,77	-2,6

Наведені фактичні експлуатаційні показники відповідають критеріям якості режимів роботи та технічного стану насосних агрегатів (див. п.3.4).

Індивідуальна норма питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними агрегатами, розрахована за формулою (3.3), становить:

$$e_i = \frac{250,7}{0,8997} = 278,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{тис.м}^3$$

Технологічна норма питомих витрат електроенергії для даної насосної станції буде на рівні:

$$e_m = e_i (1 + \alpha) = 278,6 \cdot 1,0008 = 278,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{тис.м}^3,$$

загальновиробнича –

$$e_s = e_m + \frac{\Delta E}{W} = 278,6 + \frac{15997}{2496,88} = 285,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{тис.м}^3$$

**Економія електроенергії на насосних станціях
за рахунок зменшення робочого тиску шляхом
обточування діаметра робочого колеса насоса [6]**

Індекс насосної станції	Тип насоса	Кількість, шт.	Діаметр робочого колеса, мм	Оптимальний тиск, МПа	Витрати води, л/с	Оптимальна потужність, кВт	Питомі витрати енергії, кВт·год/га	Економія енергії, кВт·год/га
201-0,8-114	14Д-6	2	625	1,14	800	1264	1896	–
202-0,72-0,8	14Д-6	2	575	0,98	720	986	1475	421
203-0,68-65	300Д90	2	460	0,65	680	537	947	–
204-0,64-5.6	300Д90	2	430	0,56	640	441	776	171
205-0,56-48	300Д90	2	400	0,48	560	336	591	356
301-1,2-114	14Д-6	3	625	1,14	1200	1896	1896	–
302-1,08-98	14Д-6	3	575	0,98	1980	1480	1480	416
306-0,50-92	200Д60	3	525	0,92	500	620	1488	–
307-0,50-72	200Д60	3	470	0,72	500	485	1164	324
403-1,36-65	300Д90	4	460	0,65	1360	1074	988	–
404-1,28-56	300Д90	4	430	0,56	1280	883	812	176
405-1,12-48	300Д90	4	400	0,48	1120	672	618	370

Втрати напору та енергії на транспортування води до дощувальних машин [6]

Назва трубопроводу	Транзитні витрати води, л/с	Втрати напору (м) при довжині трубопроводу 1000 м	Втрати потужності, кВт	Питомі витрати електроенергії за сезон, кВт·год/га
Розподільний, діаметр, мм:				
400	150	4,6	5,2	45
500	240	3,8	2,2	34
600	270	1,5	4,6	17
700	540	2,7	7,5	14
800	750	2,6	23,2	14
900	935	2,1	24,3	31
1000	1050	1,6	18,9	26
Зрошувальний, діаметр, мм:				
250	57	6,2	3,1	42
	63	8,1	6,3	86
	72	10,4	10	136
275	90	112	19,4	215
300	90	6,2	7,8	86
	120	11	19,2	160
	150	17	31,5	210

Втрати напору та енергії на запірних регулюючих і запобіжних пристроях [6]

Назва пристрою	Транзитні витрати або скиди води, л/с	Втрати напору, м	Втрати потужності, кВт	Питомі втрати електроенергії за сезон, кВт·год/га
Регулятор тиску	75	4	3,0	40
РДУ-200	100	6	6,0	60
	110	7	7,7	70
	120	8,5	10,2	85
	Запобіжний клапан	70	5	3,5
КВ-100	200	5	10	0,5
Гасник	63	2	1,26	20
гідравлічних ударів ГУМ-200	50	5	2,5	50
Гідрозасувка	40	8	3,2	80
Ду-200 з мінімальним робочим тиском 0,4 МПа	30	10	3,0	100

**Норми питомих витрат палива на подачу води
дощувальними машинами зарубіжного і вітчизняного
виробництва**

Тип дощувальної техніки (марка)	Витрати води, м ³ /год	Норма питомих витрат палива на подачу води, кг/тис. м ³
Дощувальна машина “Monostar” BMS-100, “Bauer”, Австрія (двоопорна фронтальна, забір води з каналу)	122,4	37,17
Дощувальна машина “Centerliner 168 CLS”, “Bauer”, Австрія (шестиопорна, фронтальна, забір води від гідранта)	230,4	4,08
Дощувальні машини “Valley”, “Zimmatic”, США (вісім опор, кругові, забір води від гідранта)	378-396	4,34
Дощувальна машина “Pierce” L95-803, США (15-опорна, фронтальна, забір води з відкритого каналу)	650	60,8
Дощувальна машина “Pierce” L95-520, США (дев’ятиопорна, фронтальна, забір води від гідранта)	425	9,8
Дощувальна машина “Western Irrigation-G8T”, ОАЕ (восьмиопорна, кругова, забір води від гідранта)	181	23,2
ДДА-100МА (в агрегаті з трактором ДТ-75М-ХС4 “Казахстан”)	468,0	34,8
ДДА-100Т (в агрегаті з трактором Т-150-05)	432,0	39,1
“Кубань-М”	673,2	43,5
“Кубань-Л”	720,0	42,2
ДДН-70 (з трактором ДТ-75М)	234,0	59,8

Додаток М (довідковий)

Норми питомих витрат палива на подачу води насосними станціями

Тип та марка машин	Витрата води, м ³ /год	Модель двигуна	Номінальна потужність, к.с.	Норма витрат палива, кг/год	Норма питомих витрат палива на подачу води, кг/тис. м ³
ППА-300	1080	Д-50	55	5,4	5
СНП-50/18М	900	А-01МБ	130	11,8	131
СНП-5/100 паралельно	612	ЯМЗ-238	170	14,3	23,3
СНП-00/10	2520	А-01МБ	130	11,8	4,7
СНП-50/80	432	А-41 Б	90	8,1	18,7
СНП-0/5М	936	Д-37М	40	3,4	3,6
СНП-100/80	396	ЯМЗ-М-206А	188	16,7	
СНП-120/30	630	А-41Б	90	8,1	12,8
НАП-1,1 (СМД-7К)	5040	ЗД6х2	150х2	26,5	5,2
СНП-50/40	216	Д-54А	54	5,1	23,6
СНП-40/30	1224	А-01МБ	130	11,8	9,6
ДНУ-20/70 (СМД-7К)	450	6ЧН-12/4 (К-272)	165	14,6	32,4
ППА-165У	720	Д-37М	40	3,4	4,7
СНП-75/100 паралельно	612	ЯМЗ-206А	105	21,8	35,6
СНП-75/100 послідовно	360	ЯМЗ-206А	105	21,8	60,5
СНП-75/40	432	СМД-14	75	7,3	16,9

Список літератури

1. *Сельскохозяйственная мелиорация* / А.Д. Панадиади, С.П. Воловский, С.К. Навроцкий и др. Москва: Колос, 1965. 503 с.
2. *Штепа Б.Г., Винникова Н.В., Гусейн-заде С.Х.* Справочник по механизации орошения. Москва: Колос, 1979. 303 с.
3. *Гаркуша Н.А.* Мелиорация на Украине. Київ: Урожай, 1985. 376 с.
4. *Вітвіцький В.В., Кисляченко М.Ф., Величко А.Є., Рожко Л.А.* Основи нормування праці на меліорованих землях. Київ: "Украгро-промпродуктивність", 2006. 126 с.
5. *Ізюмов В.В., Фишер Е.В., Хруслов Н.Ф., Ярошенко С.В.* Довідник майстра зрошення Київ: Урожай, 1978. 112 с.
6. Відомчі нормативні документи. ВНД 33–3.3–08–2003. Рекомендації з удосконалення існуючих систем подачі води від насосної станції до дощувальної машини. Київ: Держкомводгосп України, 2003. 58 с.
7. Відомчий нормативний документ. ВНД 33–3.1–08–2004. Нормування питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями. Київ: Держкомводгосп України, 2004. 29 с.
8. *Вітвіцький В.В., Семененко Н.М., Панкова А.І., Почук А.Р., Лобастов І.В.* Норми виробітку та витрати палива на внесення добрив, хімічний захист сільськогосподарських культур та методика їх розрахунку. Київ: ТОВ "Комплекс Біта", 1994. 450 с.
9. *Попов В.М.* Об'єм та об'ємна витрата води, перекачаної насосною станцією. Типова методика виконання вимірювань. МВВ 964.21–01. Київ.: ІГІМ УААН, 2003. 19 с.
10. *Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Рябков С.В.* Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. Київ: вид-во «ДІА», 2012. 248 с.
11. *Машини і обладнання для зрошування: посібник* / [Кол. авторів]; за ред. В.І. Кравчука, В.А. Сташука; М-во аграр. політики та прод-ва України; УкрНДШВТ ім. Л. Погорілого, Київ: 2011. 112 с.: іл., табл. (Серія «Сільськогосподарська техніка ХХІ: моніторинг, випробування, прогнозування»).

Наукове видання

**Методичні положення та
норми продуктивності та витрати
електроенергії і палива на зрошенні
сільськогосподарських культур**

Демчак Іван Микитович,
Івченко Володимир Миколайович,
Величко Алла Євстафіївна,
Кухарук Раїса Миколаївна та ін

Редактор *Г. Г. Руденко*

Комп'ютерне складання та верстання *Л. А. Рожко*

В научном издании изложены методические аспекты разработки научно обоснованных норм производительности, расхода электроэнергии и топлива на орошении сельскохозяйственных культур, указаны технические характеристики дождевальных машин (установок) и нормы производительности, расход электроэнергии и топлива на орошение сельскохозяйственных культур дождевальными машинами и установками, применяемыми в сельскохозяйственных предприятиях всех форм собственности и хозяйствования.

In this book is expounded the theoretical and methodical aspects of development of the scientifically-grounded norms of productivity and expense of electric power and fuel are expounded on irrigation of agricultural cultures, technical descriptions of the rain machines (options) and norm of productivity, expenses of electric power and fuel, on irrigation of agricultural cultures by the rain machines and options which apply in the agricultural enterprises of all patterns of ownership.

Підп. до друку 23.12.2019 р. Формат 8x108¹/₃₂. Папір друкарський №2.
Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 5,1
Обл.-вид. арк. 5,3 Наклад 300 прим Зам. №

Український науково-дослідний інститут продуктивності
агропромислового комплексу

Міністерство аграрної політики та продовольства України
03035, Київ-35, пл. Солом'янська, 2.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
серія ДК № 1375 від 28.05.2003 р.