

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

**МЕЛІОРАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ  
ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР  
ДОЩУВАННЯМ**

**МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ**

для практичних занять та самостійної роботи  
студентам спеціальності 193– геодезія та землеустрій

Умань – 2022

Шемякін М.В, Рудий Р.М., Прокопенко Н.А.

Меліорація земель. Зрошення сільськогосподарських культур дощуванням: методичні поради для практичних занять та самостійної роботи студентам спеціальності 193 – геодезія та землеустрій. – Умань, 2022. - 45 с.

Рецензенти:

Заморський В.В, доктор с.-г. наук, професор кафедри плодівництва і виноградарства Уманського НУС.

Красноштан І.В., к. б. н., доцент кафедри біології та методики її викладання Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини.

Розглянуто і рекомендовано до видання методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства (протокол №1 від 31 серпня 2022 року)

© Шемякін М.В.

Рудий Р.М.

Прокопенко Н.А.

## Зміст

	Стор.
Вступ.....	4
1. Розташування сівозмінної ділянки на плані, проектування зрошувальної та водозбірно-скидної мережі .....	5
2. Розрахунок елементів техніки поливу, визначення поливної норми...	8
3. Проектування доріг, лісосмуг, гідротехнічних споруд на зрошувальній системі, визначення коефіцієнта земельного використання.....	12
4. Визначення розрахункових витрат води.....	14
5. Гідравлічний розрахунок трубопроводів, підбір насосних агрегатів..	15
Додатки.....	19
Перелік використаних джерел.....	44

## Вступ

Сільськогосподарське виробництво України ведеться у складних ґрунтово-кліматичних умовах. В агрокліматичній зоні Степу і частково Лісостепу на площі 16 – 18 млн. га спостерігається нестача та нестійкість природного зволоження, часті суховії та посухи. Кількість опадів у цій зоні 300 – 400 мм на рік, а тривалість бездощових періодів під час вегетації сільськогосподарських культур сягає 30 – 60 днів і більше. Врожаї у посушливі роки тут зменшуються у 2 – 3 рази. За правильного використання зрошуваних земель продуктивність землеробства зростає у 2 – 3 рази, а в посушливих умовах і вище. Займаючи трохи більше 8% орних площ, зрошувані землі забезпечують виробництво близько 20% загального обсягу сільськогосподарської продукції. Основне призначення зрошення: отримання гарантованих врожаїв сільськогосподарських культур незалежно від погодних умов за рахунок управління водним і пов'язаними з ним повітряним, тепловим, сольовим, мікробіологічним і поживним режимами у ґрунті.

Дощування – розпилення поливної води спеціальними пристроями під дією тиску на дрібні краплини, які у вигляді дощу випадають на рослини і ґрунт, зволожуючи їх і приземний шар повітря.

Перевагами дощування, як способу поливу, є: механізація процесу поливу, полив на полях із складним мікрорельєфом, широкий діапазон регулювання поливних норм (50–900 м<sup>3</sup>/га), поліпшується мікроклімат і умови розвитку кореневої системи.

До недоліків дощування відносять: велику металоємкість дощувальних машин, велику енергоємність процесу поливу, нерівномірність поливу при вітрі, неможливість глибокого промочування важких ґрунтів, небезпеку створення сприятливих умов для поширення хвороб при зрошенні пасльонових, садів і виноградників.

## 1. Розташування сівозмінної ділянки на плані, проектування зрошувальної та водозбірно-скидної мережі

Необхідно вказати напрямок запроєктованої сівозміни (додаток А), охарактеризувати її за кількістю полів та процентному складу культур. Для вибраної сівозміни наводять дані про склад культур, які зводяться в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1

Склад культур у овочевій сівозміні

№ поля	Склад культур	% від загальної площі
1	Картопля	12,5
...	...	...

Для розміщення сівозміни на плані необхідно встановити її площу.

Розміри поля (довжину та ширину), узгоджують з параметрами пристроїв, прийнятих для поливу ділянки. Відношення сторін поля повинно бути в межах 1:2, 1:3. Розмір поля у напрямку розташування крил чи консолей дощувальних агрегатів — кратний довжині смуги дощу  $L_C$ , а для машин, які працюють по колу — довжині радіуса з врахуванням перекриття. У напрямку польових трубопроводів чи тимчасових зрошувачів — розмір поля повинен бути кратним відстані між гідрантами  $L_T$ , чи рівним довжині тимчасового зрошувача (600–1200 м). Встановлена таким чином площа поля буде площею брутто.

Наприклад, для поливу восьмипільної овочевої сівозміни прийнята дощувальна машина ДФ–120–01 «Дніпро» з довжиною смуги дощу  $L_C=433$  м і відстанню між гідрантами  $L_T=54$  м. Так як машина працює по обидві сторони поливного трубопроводу, то розмір поля у напрямку дощувального крила буде рівний  $2L_C=866$  м. Оптимальна площа поля восьмипільної овочевої сівозміни 38–44 га. Тому розмір поля у напрямку польового трубопроводу приймаємо рівним  $54 \times 9=486$  м. Тоді площа брутто поля сівозміни дорівнює  $866 \times 486=42,1$  га.

Контури сівозміни (за площею брутто) необхідно нанести на план у відповідності до прийнятої техніки поливу за допомогою умовних знаків (додаток Б, Н).

Після того, як контури сівозміни нанесені на план, проектують зрошувальну мережу. Всі її елементи показують за допомогою умовних знаків (додаток Б, Н).

Вибір схеми розташування зрошувальної мережі на плані залежить від місця знаходження джерела зрошення, рельєфу ділянки, параметрів та умов роботи дощувальної техніки.

Місце розташування насосної станції вибирають так, щоб довжина трубопроводів була мінімальною, ґрунти — стійкі, висота всмоктування насосної станції — найменша.

Закриту зрошувальну мережу проектують за двома основними схемами:

із однобічним та двобічним розміщенням польових трубопроводів, по відношенню до розподільного. На ділянках, витягнутих уздовж джерела зрошення, доцільно застосувати однобічну схему, а на витягнутих перпендикулярно чи з приблизно рівними сторонами — двобічну схему. Польові трубопроводи рекомендується проектувати з умови двобічного командування. У цих випадках відстань між ними визначається подвійною довжиною смуги зволоження дощувального пристрою з одної позиції.

При поливі дощуванням із відкритої зрошувальної мережі вода самотійно із старших каналів повинна поступати у молодші, а з молодших — на зрошувану площу. Для цього канали необхідно проектувати по найбільш високих відмітках місцевості, бажано с двобічним командуванням. При розташуванні зрошувальної мережі необхідно прагнути до того, щоб загальна її довжина була мінімальною. Канали необхідно розташовувати по межах землекористування господарств, сівозмін, полів сівозміни. Кількість споруд з переходу доріг, регулюванню витрат та швидкостей води повинна бути мінімальною, але достатньою для нормальної роботи системи.

При поливі дощувальними машинами типу ДДА і ДДН тимчасові зрошувачі проектують з мінімальним уклоном. Це необхідно для створення у зрошувачах акумулюючої ємності, необхідної у процесі роботи пристроїв.

На відкритих зрошувальних системах для відводу надлишкової води влаштовують водозбірно-скидну мережу у вигляді відкритих каналів.

Скидні канали розташовують по природних пониженнях місцевості з максимальним використанням тальвегів балок, вздовж існуючих доріг, по межах землекористування, по найкоротшій відстані до водного джерела. Водозбірно-скидна мережа на сівозмінах з відкритими земляними каналами проектується наступних типів:

1. Польові водозбірні канали — влаштовують у кінці тимчасових зрошувачів у нижній частині поливної ділянки (при поливі машинами ДДА та ДДН) і під'єднують до господарського скидного каналу.
2. Кінцеві скиди — влаштовують в основному у кінці постійних зрошувальних каналів останнього порядку, тобто ділянкових розподільників. Кінцеві скиди представляють собою канал, який є продовженням зрошувального каналу із влаштуванням водоскидної споруди.
3. Господарські водоскидні канали, які приймають у себе воду від кінцевих скидів і відводять її за межі зрошувальної ділянки.

*Зрошувальна мережа при роботі машин ДДА-100М, ДД-100МА.*

Вирішальний фактор для розташування на плані зрошувальної мережі — напрямок відкритих земляних тимчасових зрошувачів. Зрошувальна мережа старшого порядку і тимчасові зрошувачі переважно розташовують під прямим кутом. Ширина смуги поливу дощувальною машиною складає 120 м, тому тимчасові зрошувачі нарізають паралельно один до одного через 120 м із уклонами 0,0005–0,003. Перший і останній зрошувач у межах одного поля розмішують за 60 м від його межі. Довжину тимчасового зрошувача приймають в межах 600–1200 м. На границях полів сівозміни, до яких підводяться зрошувачі, передбачається водозбірно-скидна мережа (додаток В, рис. В.1;

додаток Д, табл. Д.1).

*Зрошувальна мережа при роботі машини «Волжанка».*

Дошувальна машина «Волжанка» складається з двох крил, які розміщені по обидва боки від польового трубопроводу. Зрошувальна мережа може бути представлена закритим трубопроводом, розміщеним посередині поля з гідрантами для підключення машини через 18 м. Перший і останній гідранти на поливному трубопроводі у межах поля розміщуються за 9 м від його границі (додаток В, рис. В.2; додаток Д, табл. Д.2).

*Зрошувальна мережа при роботі машини «Дніпро».*

Раціонально для підведення води до дошувальної машини польові трубопроводи розташовувати таким чином, щоб машина працювала по один і інший бік від них. Трубопровід може бути розташований по середині поля, або по його границі. Гідранти для підключення машини розміщують на трубопроводі через 54 м. Перший і останній гідранти на польовому трубопроводі у межах поля розташовуються за 27 м від його межі (додаток В, рис. В.3; додаток Д, табл. Д.3).

*Зрошувальна мережа при роботі машини «Фрегат».*

При зрошенні дошувальною машиною «Фрегат» поливна ділянка має квадратну форму зі стороною, рівною подвійній довжині машини, яка залежить від її модифікації. Так як машина працює у русі по колу, розташування на плані польових трубопроводів не залежить від розміщення дошувального трубопроводу. Гідранти для підключення машини розташовуються у центрі поля. Оптимальну схему планового розташування зрошувальної мережі вибирають із врахуванням вищевикладених вимог (додаток В, рис. В.4; додаток Д, табл. Д.5).

*Зрошувальна мережа при роботі шлангового дощувача РЗ-67Т (РР-67) виробництва ЧССР.*

Зрошувальна мережа може бути представлена польовим трубопроводом, на якому через 60 м розміщені гідранти для підключення шлангового дощувача. Перший і останній гідрант у межах поля розміщений за 30 м від його границі. Раціонально для підводу води до дощувача польові трубопроводи розташовувати так, щоб шланговий дощувач працював по обидва боки від нього (додаток В, рис. 5; додаток Д, табл. Д.1).

*Зрошувальна мережа при роботі шлангового дощувача ШД-10.*

Зрошувальна мережа складається з польового трубопроводу, на якому через 50 м розміщені гідранти для підключення шлангового дощувача. Відстань між трубопроводами — 500 метрів. Перший і останній гідрант у межах поля розташовується за 25 м, а польовий трубопровід — за 250 м від його границі (додаток В, рис. 6; додаток Д, табл. Д.1).

*Зрошувальна мережа при роботі шлангового дощувача «Irtec»*

Схема розташування трубопроводів подібна, як у шлангового дощувача РЗ-67Т або ШД-10. Відстань між гідрантами визначається шириною смуги поливу, відстань між польовими трубопроводами — довжиною гнучкого шланга, намотаного на барабан (додаток В, рис. 5, 6; додаток Д, табл. Д.6).

*Зрошувальна мережа при поливі комплектами дошувального обладнання*

«Сігма» Z-50-Д (Чехословачія) та іригаційного обладнання «Радуга» КІ-50.

Комплекти однотипні і представляють собою серію, що складається з двох розподільних та чотирьох переносних дощувальних крил, обладнаних середньострумними апаратами «Роса-3» та ПУК-2. У комплект також входить пересувна насосна станція, зрошення за допомогою якої здійснюється з відкритих водних джерел. При створенні необхідного напору на вході у пристрій, зрошення можливе також і з закритих трубопроводів. Для цього проектується стаціонарна насосна станція необхідної потужності (додаток В, рис. В.7; додаток Д, табл. Д.7).

*Зрошувальна мережа при роботі машини ДДН-70, ДДН-100.*

Ці дощувальні агрегати працюють як із відкритої тимчасової зрошувальної мережі, так і від закритих трубопроводів. Проектування відкритої зрошувальної мережі аналогічне проектуванню для поливу машинами типу ДДА. Відстань між польовими трубопроводами (тимчасовими зрошувачами) і позиціями на них залежить від схеми роботи машини (додаток В, рис. В.8; додаток Д, табл. Д.8).

При поливі з відкритої зрошувальної мережі необхідно передбачити на полях водоскидні канали.

## 2. Розрахунок елементів техніки поливу, визначення поливної норми

При поливі дощуванням визначають інтенсивність штучного дощу та продуктивність дощувальних пристроїв. У залежності від конструктивних особливостей розрізняють машини, які працюють позиційно, у русі фронтально і у русі по колу.

*Розрахунок техніки поливу для дощувальних пристроїв, які працюють позиційно (ДДН, «Волжанка», «Ока», КІ-50, Z-50, ДШ-25/300).*

1. Інтенсивність дощу (для машин «Волжанка», «Дніпро», КІ-50, Z-50, ДШ-25/300) за формулою:

$$\rho_{cp} = \frac{60Q}{\omega}, \text{ мм/хв.}, \quad (2.1)$$

де  $Q$  — витрата води дощувальною машиною, л/с,  $\omega$  — площа захвату дощем з однієї позиції, визначається за виразом:

$$\omega = b \times l, \text{ м}^2, \quad (2.2)$$

де:  $b$  і  $l$  — ширина і довжина захвату дощем, м.

Для дощувальних машин ДДН-70, ДДН-100 за формулою:

$$\rho_{cp} = \frac{60Qm}{\pi R^2}, \text{ мм/хв.}, \quad (2.3)$$

де:  $Q$  — витрата води дощувальною машиною, л/с,  $m$  — коефіцієнт, який враховує перекриття дощем із суміжних позицій (при поливі по квадратах  $m=1,57$ , а при поливі по трикутнику —  $1,2$ ),  $R$  — радіус поливу дощувального пристрою, м.

Середню інтенсивність дощу порівнюють із поглинаючою здатністю ґрунту. Повинна виконуватись умова:



$$\rho_{cp} \leq K_0, \text{ мм/хв.} \quad (2.4)$$

$K_0$  – поглинаюча здатність ґрунту, залежить від гранулометричного складу ґрунту. Тип ґрунту визначається за метеостанцією, що задається викладачем (додаток Е). Для легких ґрунтів  $K_0=2,50-1,67$  мм/хв., середніх —  $1,67-0,83$  мм/хв., важких —  $0,83-0,17$  мм/хв. Якщо зазначена нерівність не виконується то під час поливу будуть утворюватись калюжі і поверхневий стік, що призведе до ерозії ґрунту. У такому випадку необхідно підібрати іншу дощувальну машину з меншою інтенсивністю дощу, або провести агротехнічні заходи, що підвищують поглинаючу здатність ґрунту.

2. Тривалість роботи на одній позиції:

$$t_{noz} = \frac{m_{\bar{op}}}{10\rho_{cp}}, \text{ хв.}, \quad (2.5)$$

де  $m_{\bar{op}}$  — поливна норма брутто, м<sup>3</sup>/га,  $\rho_{cp}$  — середня інтенсивність дощу, мм/хв.

3. Продуктивність дощувальних пристроїв за зміну обчислюється за виразом:

$$\Omega = \frac{3,6QtK_{pc}}{m_{\bar{op}}}, \text{ га}, \quad (2.6)$$

де  $Q$  — витрата дощувального пристрою, л/с;  $t$  — тривалість робочої зміни, год.,  $K_{pc}$  — коефіцієнт використання робочого часу для поливу впродовж зміни (додаток М),  $m_{\bar{op}}$  — поливна норма брутто, м<sup>3</sup>/га.

*Розрахунок техніки поливу для машин, які працюють у русі фронтально (ДДА-100М, ДДА-100МА).*

1. Інтенсивність дощу:

$$\rho_{cp} = \frac{60Q}{\omega}, \text{ мм/хв.}, \quad (2.7)$$

де  $Q$  — витрата води дощувальною машиною, л/с,  $\omega$  — площа поливу дощем з однієї позиції м<sup>2</sup>.

Для пристроїв, які працюють у русі фронтально визначається за формулою:

$$\omega = b \times l_B, \text{ м}^2, \quad (2.8)$$

де:  $b$  — ширина поливу дощем, м;

$l_B$  — довжина поливу дощем, рівна довжині гону (б'єфа), яка приймається в залежності від уклону зрошувача, з якого живиться агрегат, м.

Довжина б'єфу для конкретних умов вираховується за виразом:

$$l_B = \frac{h_B - h_{\min} - d}{i}, \text{ м}, \quad (2.9)$$

де:  $h_B$  — будівельна глибина тимчасового зрошувача (0,9–1,1 м),  $h_{\min}$  — мінімально допустима глибина води у зрошувачі (0,3 м),  $d$  — перевищення

бровки каналу над рівнем води (0,10–0,15 м);  $i$  — уклон зрошувача, що вираховується за формулою:

$$i = \frac{H_A - H_B}{d}, \quad (2.10)$$

де  $H_A$  і  $H_B$  — відповідно висота на початку і у кінці тимчасового зрошувача, визначається на плані, м;  $d$  — відстань між цими точками на плані, м.

Середню інтенсивність дощу порівнюють із поглинаючою здатністю ґрунту. Повинна виконуватись умова:

$$\rho_{cp} \leq K_0, \text{ мм/хв.}$$

$K_0$  — поглинаюча здатність ґрунту, залежить від гранулометричного складу ґрунту. Тип ґрунту визначається за метеостанцією, що задається викладачем (додаток Е). Для легких ґрунтів  $K_0=2,50-1,67$  мм/хв., середніх —  $1,67-0,83$  мм/хв., важких —  $0,83-0,17$  мм/хв.

Якщо інтенсивність дощу перевищує поглинаючу здатність ґрунту, необхідно збільшити довжину б'єфу за рахунок зменшення уклону, або провести агротехнічні заходи з підвищення поглинаючої здатності ґрунту.

2. Для визначення числа проходів по б'єфу, визначається шар дощу, який виливається машиною за один прохід:

$$h = \frac{60Q}{bv}, \text{ мм}, \quad (2.11)$$

де:  $Q$  — витрата води дощувальним пристроєм, л/с,  $b$  — ширина захвату дощем, м,  $v$  — швидкість руху машини по б'єфу, м/хв. (для ДДА — 7–7,5 м/хв.).

Далі визначають кількість проходів по б'єфу для подачі на поле заданої поливної норми:

$$n = \frac{m_{бр}}{10h}, \quad (2.12)$$

де  $m_{бр}$  — поливна норма бурто, м<sup>3</sup>/га,  $h$  — шар води, який виливається за один прохід, мм;

3. Продуктивність дощувальної машини за зміну обчислюється за формулою 2.6

*Розрахунок техніки поливу для машин, які працюють у русі по колу («Фрегат»).*

Швидкість переміщення по колу таких машин за одну хвилину дуже мала. Тому для практичних розрахунків величиною переміщення машини за хвилину можна знехтувати.

1. Середня інтенсивність дощу визначається за формулою:

$$\rho_{cp} = \frac{60Q}{bl}, \text{ мм/хв.}, \quad (2.13)$$

де  $b$  і  $l$  — ширина і довжина смуги зволоження, м.

Середня інтенсивність дощу порівнюється з поглинаючою здатністю ґрунту. Повинна виконуватись умова:

$$\rho_{cp} \leq K_0, \text{ мм/хв.}$$

$K_0$  – поглинаюча здатність ґрунту, залежить від гранулометричного складу ґрунту. Тип ґрунту визначається за метеостанцією, що задається викладачем (додаток Е). Для легких ґрунтів  $K_0=2,50-1,67$  мм/хв., середніх —  $1,67-0,83$  мм/хв., важких —  $0,83-0,17$  мм/хв.

2. Час, за який дощувальний пристрій поливає площу з однієї позиції, визначається за виразом:

$$t_{noz} = \frac{\omega_{noz} m_{бр}}{10 \times 60 \times Q \times K_{рч}}, \text{ хв.} \quad (2.14)$$

до  $Q$  — витрата дощувального пристрою, л/с,  $t_{noz}$  — площа, яка зволожується з однієї позиції, м<sup>2</sup>;  $K_{рч}$  — коефіцієнт використання робочого часу за зміну.

3. Продуктивність дощувальних пристроїв за зміну обчислюється за формулою 2.6.

*Поливна норма* — це кількість води, яка подається на 1 га зрошуваної площі за один полив.

Визначається за формулою:

$$m_{HT} = 100ah(\beta_{HB} - \beta_{III}), \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.15)$$

де  $m_{HT}$  — поливна норма нетто, м<sup>3</sup>/га;  $\beta$  — щільність розрахункового шару ґрунту, т/м<sup>3</sup> (додаток Ж);  $h$  — розрахунковий шар ґрунту, м (додаток К);  $\beta_{HB}$  — найменша вологоємність ґрунту % від маси сухого ґрунту (додаток Ж);  $\beta_{III}$  — вологість розрахункового шару ґрунту перед поливом у % від маси сухого ґрунту. Визначається за виразом:

$$\beta_{III} = \frac{K}{100} \beta_{HB}, \text{ \%}, \quad (2.16)$$

де  $K$  — нижня оптимальна границя вологості ґрунту, % від найменшої вологоємності (додаток Л);  $\beta_{HB}$  — найменша вологоємність ґрунту % від маси сухого ґрунту.

Наприклад 
$$\beta_{III} = \frac{80}{100} \times 22,0 = 17,6 \%$$

$$m_{HT} = 100 \times 1,36 \times 0,7 \times (22,0 - 17,6) = 418,9 \approx 420 \text{ м}^3/\text{га}$$

Величина поливної норми нетто відповідає кількості води, яка необхідна для зволоження розрахункового шару ґрунту до найменшої вологоємності (HB). При подачі більшої кількості води лишки її просочаться у більш глибокі шари ґрунту. Тобто будуть непродуктивні витрати поливної води.

Разом з тим у процесі поливу дощуванням частина води випаровується у повітрі, зноситься вітром і не попадає у ґрунт. Тому для визначення необхідної кількості води, яку із врахуванням втрат необхідно вилити із дощувального пристрою (поливної норми брутто), розраховану поливну норму нетто необхідно помножити на коефіцієнт техніки поливу ( $K_{ТП}$ ) — 1,1–1,25. Слід враховувати, що при поливі дощуванням найбільші втрати спостерігаються при сильних вітрах і високій температурі повітря.

$$m_{БР} = m_{HT} \times K_{ТП}, \quad (2.17)$$

де  $m_{БР}$  — поливна норма брутто, м<sup>3</sup>/га;  $m_{НТ}$  — поливна норма нетто, м<sup>3</sup>/га;  $K_{ТП}$  — коефіцієнт техніки поливу (1,1–1,25).

При розрахунках величини поливних норм нетто і брутто заокруглюють з точністю до 10 м<sup>3</sup>/га до більшого значення. Також необхідно пам'ятати, що при поливі дощуванням поливна норма нетто повинна бути не більше 500–700 м<sup>3</sup>/га.

### **3. Проектування доріг, лісосмуг, гідротехнічних споруд на зрошувальній системі, визначення коефіцієнта земельного використання**

Для забезпечення нормальної роботи закритої зрошувальної мережі на ній влаштовують розподільні колодязі, гідранти-водовипуски, водоскидні (опорожнювальні) колодязі для спорожнення трубопроводів та промивання труб від намулу, водовипуски з трубопроводів у відкриті канали, вантузи, **гасителі** надлишкового напору.

*Розподільні колодязі* — призначені для регулювання подачі води в польові та розподільні трубопроводи. Їх влаштовують у вузлах водорозподілу, монтуючи у них засувки для керування напрямками руху води.

*Гідранти-водовипуски* — на системах з підземними трубопроводами служать для підключення до трубопроводів поливних шлангів, дощувальних машин, розбірних наземних трубопроводів. Розташовують їх звичайно на поливних трубопроводах. Відстань між гідрантами-водовипусками залежить від типу прийнятої для поливу дощувальної техніки. Наприклад, для «Волжанки» — 18 м, «Дніпра» — 54 м.

*Водоскидні (опорожнювальні) колодязі* — призначені для звільнення труб від води на зимовий період, для промивання і на випадок ремонту. Вода через спеціальні відводи скидається у природні пониження чи відкачується з колодязя насосними агрегатами. Водоскидні колодязі влаштовують на поливних трубопроводах у самих низьких місцях.

*Водовипуски з трубопроводів у відкриті канали* — застосовують на комбінованих зрошувальних системах для випуску води з трубопроводів у постійні або тимчасові зрошувачі (при роботі машин ДДН-70, ДДН-100, ДДА-100М, ДДА-100МА). Вони обладнуються засувкою. Гасіння енергії потоку здійснюється у залізобетонному колодязі. Розміщують їх у місцях примикання постійного каналу чи тимчасового зрошувача до трубопроводу.

*Вантузи* — призначені для автоматичного видалення повітря з трубопроводу під час його заповнення водою та експлуатації, а також для автоматичного впуску повітря у трубопровід при утворенні вакууму. Влаштовують вантузи у верхніх точках перелому місцевості по трасі трубопровода, у кінці трубопроводів при додатних уклонах. На розподільних трубопроводах без гідрантів вантузи розміщують у колодязях або на спеціальних стояках, а на польових — на стояках гідрантів.

На закритих зрошувальних системах можуть також передбачатись пристрої для гасіння гідравлічного удару, які встановлюють на напірному трубопроводі за вихідною засувкою насосної станції чи зворотним клапаном, а

також через кожні 2–3 км по довжині зрошувальних трубопроводів, та різна інша арматура (клапани, регулятори тиску, упори і тощо).

*Автомобільні дороги* на зрошуваних землях діляться на міжгосподарські, внутрішньогосподарські, польові і експлуатаційні.

*Міжгосподарські дороги* служать для з'єднання господарства з районним центром, станціями залізничних доріг, елеваторами, тощо.

*Внутрішньогосподарські* — з'єднують центр господарства з бригадами, польовими станами, міжгосподарськими дорогами або перераховані об'єкти між собою.

*Польові дороги* з'єднують усі польові ділянки з внутрішньогосподарськими або міжгосподарськими дорогами і служать для вивозу врожаю з полів, підвозу добрив, проїзду сільськогосподарської техніки.

*Експлуатаційні дороги* служать для огляду каналів і споруд на них, підвозу будівельних матеріалів і обладнання, необхідних при ремонті.

Усі дороги проектують вздовж постійних каналів з верхової їх сторони, або вздовж границь господарств, сівозмін, полів сівозмін, поливних ділянок з мінімальною кількістю перетинів із зрошувальними каналами та іншими спорудами. Дороги проектують так, щоб при найменшій їх довжині було нормальне сполучення між усіма полями і господарством, тому різні види доріг по можливості поєднують.

#### *Лісові смуги*

Створення лісових смуг на зрошуваних землях є обов'язковою умовою правильної організації території. Вони зменшують швидкість вітру над поверхнею ґрунту на 20–60%, збільшують відносну вологість повітря на 10–40%, зменшують інтенсивність випаровування з водної поверхні на 10–40%.

Лісові смуги формують продувної конструкції вітроломного призначення з високоростучих порід дерев з тіневитривалим або високим підліском. Вони повинні пропускати не більше 30–40% вітрового потоку.

Насадження вздовж каналів і доріг не повинні заважати механізованому очищенню і ремонту каналів та споруд. Тому лісові культури висаджують із однієї сторони каналу або залишають проходи вздовж нього.

Розташовують лісові смуги вздовж каналів постійної зрошувальної, водозбірно-скидної мережі, вздовж постійних доріг, по границях полів сівозміни (площею більше 100 га), землекористування господарств із верхового боку дороги чи каналу. Лісові смуги створюють, як правило, двох-, рідше чотирьохрядними. Асортимент деревинних і плодкових порід, конструкцію і потребу у садивному матеріалі визначають за рекомендаціями агролісомеліоративних закладів із врахуванням місцевих умов.

*Коефіцієнт земельного використання* — це відношення площі нетто сівозміни (поля) до площі брутто.

*Площу брутто* визначають шляхом вимірювання на плані контура сівозміни.

*Площа нетто* сівозміни — це площа, зайнята сільськогосподарськими культурами. Тут не враховується площа, зайнята каналами, дорогами та лісовими смугами.

За наявності тимчасових зрошувачів враховують і площу зайняту ними. Загальну довжину тимчасових зрошувачів визначають шляхом вимірювання на плані.

Ширину основи тимчасових зрошувачів, нарізаних каналокочапом МК-17, можна прийняти 2,5 м, вивідної борозни 1,0 м.

Площу доріг визначають як добуток ширини основи дороги з кюветами на загальну їх довжину. Основу внутрішньогосподарських польових і експлуатаційних доріг можна прийняти 7 м.

Площу лісових смуг вираховують як добуток їх ширини на довжину, виміряну на плані. Для зрошуваної зони рекомендується дворядні лісові смуги із загальною шириною 5 м.

Усі розрахунки доцільно вести в табличній формі (табл. 3.1).

Площу поля нетто можна визначити за виразом:

$$\omega_{HT} = \omega_{BP} - \omega_{ВД}, \quad (3.1)$$

де:  $\omega_{HT}$  — площа, на якій вирощують сільськогосподарські культури, га;  $\omega_{BP}$  — площа поля, визначена шляхом вимірювання на плані контура поля (площа

Таблиця 3.1

#### Визначення площ нетто та коефіцієнта земельного використання

№ поля	Вид відчуження	Розмір відчуження, м		Площа відчуження, га	Площа поля бруutto, га	Площа поля нетто, га	$\omega = \frac{\omega_{HT}}{\omega_{BP}}$
		довжина	ширина				
1	Дороги	750	7	0,53	60,00	58,96	0,98
	Лісові смуги	750	5	0,38			
	Тимчасові зрошувачі	500	2,5	0,13			
2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Разом	Дороги Лісові смуги Тимчасові зрошувачі						

брутто), га;  $\omega_{ВД}$  — площа, зайнята дорогами, каналами, лісовими смугами, гідротехнічними спорудами, тобто відчуження, га.

#### 4. Визначення розрахункових витрат води

Для визначення розрахункових витрат води необхідно на плані на запроектованій зрошувальній мережі вибрати розрахункову трасу, яка має найбільшу довжину і перепад висот на місцевості від насосної станції до кінця траси. На плані зрошуваної ділянки на всіх трубопроводах, які входять у розрахункову трасу, розбивають пікетаж. Пікети розбивають через 100 м і нумерують. Починають нумерувати пікети від насосної станції. Місце пікета на трубопроводі позначають поперечною рисою, підписують кожен п'ятий. Підписують пікет наступним чином — ПК5. Напис ПК5 вказує на кількість

сотень метрів від ПК0. ПК5 — 500 м. Кожен трубопровід починають з ПК0 (додаток Н). За розрахунковою трасою на окремому аркуші паперу складають схему, на якій вказують довжину окремих трубопроводів і наносять точки підключення одночасно діючих трубопроводів, які не увійшли у розрахункову трасу, витрати води на окремих трубопроводах чи їх відрізках (додаток О).

Витрати закритої зрошувальної мережі залежать від розташування кількості одночасно працюючих машин.

Розрахункові витрати польових трубопроводів визначають із врахуванням кількості дощувальних машин, які забирають воду з трубопровода відповідно до схеми поливу (додаток О).

Розрахункова витрата зрошувального (господарського) трубопроводу дорівнює сумі витрат поливних трубопроводів, що одночасно забирають із нього воду.

*Приклад розрахунку:*

На 1, 2 і 3 полях працює по одній машині ДМ 424-90 «Фрегат» (додаток Н, О).

*Таблиця 41*

**Розрахункові витрати та довжина трубопроводів**

Найменування трубопроводів	Розрахункові ділянки	Довжина, км	Витрати, л/с
I Кр	0...12+32	1,232	270
	12 + 32...20+ 80	0,848	180
I–ІКр	0...12+72	1,272	90

## 5. Гідравлічний розрахунок трубопроводів, підбір насосних агрегатів

Гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі виконується за вибраною розрахунковою трасою.

Гідравлічний трубопровід включає:

- визначення діаметрів трубопроводів на окремих ділянках;
- визначення втрат напору в трубопроводах.

Внутрішній діаметр труб залежить від витрати і прийнятої швидкості руху води. Обчислюється за виразом:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}, \text{ мм} \quad (5.1)$$

де  $Q$  — витрата води в трубопроводі, м<sup>3</sup>/с,  $v$  — швидкість руху води в трубопроводі, м/с,  $\pi$  — 3,14.

При механічній подачі води оптимальні швидкості руху води у трубопроводі становлять 1,0–1,5 м/с. Мінімальна швидкість повинна бути рівна для освітленої води 0,7–0,8 м/с, а для води, яка містить піщані наноси — 0,9–1,5 м/с.

Одержаний за розрахунками внутрішній діаметр звичайно не співпадає з внутрішнім діаметром труб, які виготовляє виробництво. Тому його приймають рівним найближчому стандартному внутрішньому діаметрові (додаток П). Так

як стандартний діаметр відрізняється від вирахованого, то необхідно перевірити, чи фактична швидкість води у трубопроводі не вийшла за межі оптимальної. Для стандартного внутрішнього діаметра визначають швидкість руху води за формулою:

$$v_{\phi} = \frac{4 \times Q}{\pi \times d_{CT}^2}, \text{ м/с}, \quad (5.2)$$

де  $Q$  — витрата води в трубопроводі, м<sup>3</sup>/с,  $d_{CT}$  — стандартний внутрішній діаметр трубопровода, м.

Фактична швидкість руху води повинна знаходитись у оптимальних межах.

Втрати напору по довжині трубопроводу визначають за виразом:

$$h_L = \frac{\lambda \times L \times v_{\phi}}{d_{CT} \times 2g}, \text{ м} \quad (5.3)$$

де  $\lambda$  — коефіцієнт опору по довжині труб;  $L$  — довжина трубопровода, м;  $d_{CT}$  — стандартний внутрішній діаметр трубопровода, м;  $v_{\phi}$  — фактична швидкість руху води в трубопроводі, м/с;  $g$  — прискорення земного тяжіння — 9,81 м/с<sup>2</sup>.

Коефіцієнт опору по довжині труб можна порахувати за залежністю:

$$\lambda = 0,02 \left[ 1 + \frac{1}{40 \times d_{CT}} \right], \quad (5.4)$$

де  $d_{CT}$  — стандартний внутрішній діаметр трубопровода, м.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів зручно вести в табличній формі (табл. 5.1).

*Приклад розрахунку.*

Дано: Трубопроводи I Кр, I–I Кр. Витрати води та довжина трубопроводів згідно з рисунком (додаток О) і таблицею 4.1.

Таблиця 5.1

### Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Найменування трубопровода	Розрахункові ділянки	Довжина ділянки, м	Витрати води, л/с	Діаметр, мм		Швидкість, м/с	Втрати напору по довжині, м	Тип труби
				Розрахунковий	Стандартний			
1-1 Кр	0...12+72	1272	90	339	322	1,1	5,5	ВТ-9 Тип-1
1 Кр	0...12+32	1232	270	514	466	1,58	7,5	ВТ-9 Тип-2
	12+32...20+80	848	180	420	486	1,06	2,3	ВТ-9 Тип-2
							Σ=15,3	

*Підбір насосних агрегатів.*

Розрахункова максимальна подача меліоративної насосної станції при



дощуванні визначається графіком поливу з врахуванням числа одночасно працюючих дощувальних машин та їх параметрів.

На насосних станціях рекомендується встановлювати мінімальне число агрегатів. На меліоративних та водопостачальних насосних станціях при подачі  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  — 2–4 агрегати, при подачі  $1\text{--}5 \text{ м}^3/\text{с}$  — 3–5 агрегатів. Перевагу слід давати найбільш надійним відцентровим насосам горизонтального виконання типу Д. На меліоративних насосних станціях III категорії надійності резервного агрегата, як правило, не передбачається.

Повний напір насосної станції можна визначити за формулою:

$$H_{\text{ПОВ}} = H_{\text{Г}} + H_{\text{О}} + \sum h_{\text{Л}} + \sum h_{\text{М}}, \text{ м} \quad (5.5)$$

де:  $H_{\text{Г}}$  — геодезична висота напору (визначається на плані як різниця висот поверхні землі у кінці розрахункової траси і рівня води у джерелі зрошення), м;  $H_{\text{О}}$  — напір на гідранті, який забезпечує нормальну роботу дощувальної машини, м. При подачі води в акумулюючий басейн чи відкриту зрошувальну мережу вільний напір  $H_{\text{О}}$  повинен бути в межах 1–2 м водного стовпа;  $\sum h_{\text{Л}}$  — втрати напору по довжині трубопровода на тертя, тобто втрати напору по довжині трубопровода визначені в таблиці 8.2, м;  $\sum h_{\text{М}}$  — сума гідравлічних втрат на місцевий опір (засувки, зміна діаметру, повороти, зворотний клапан, тощо) м.

$$\sum h_{\text{М}} = 0,1 \sum h_{\text{Л}}, \text{ м.} \quad (5.6)$$

Необхідну потужність насосної станції визначають за формулою:

$$N = \frac{\gamma \times H_{\text{ПОВ}} \times Q}{102 \times \eta_{\text{Н}} \times \eta_{\text{ДВ}}} \times K, \text{ кВт,} \quad (5.7)$$

де  $\gamma$  — питома маса води  $=1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $Q$  — максимальна подача насосної станції,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $H_{\text{ПОВ}}$  — повний напір насосної станції, м;  $\eta_{\text{Н}}$  — к.к.д. насоса, у середньому можна прийняти 0,85;  $\eta_{\text{ДВ}}$  — к.к.д. двигуна, у середньому можна прийняти 0,80;  $K$  — коефіцієнт запасу потужності.  $K=1,15\text{--}1,20$ .

У додатках Р, С наведені поля Q–Н насосів типу Д, К, і КМ. Вони є схематичним зображенням марки і типу насоса у вигляді відрізків характеристик Н: верхня лінія — для нормального відцентрового колеса, нижня лінія — для обрізаного колеса. У фігуру вписуються марка насоса. Насоси горизонтальні, відцентровані, одноступінчаті з робочим колесом одностороннього входу консольно розташованим на кінці валу насоса мають позначення: К — Q/Н, КМ — Q/Н, де: К — консольний, КМ — консольний моноблочний; Q і Н — відповідно подача насоса ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) і напір насоса (м). Насоси відцентрові з горизонтальним двостороннім входом води до робочого колеса мають позначення Д — Q/Н, де: Д — двосторонній вхід; Q і Н — відповідно подача насоса ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) і напір насоса (м). Число обертів вала робочого колеса насоса за хвилину позначено літерою п.

Насоси підбирають таким чином, щоб точка перетину ліній витрати і

напору попадала у поле  $Q-H$  насоса. Якщо один насос не може забезпечити потрібну витрату або напір, то насоси з'єднують послідовно або паралельно.

Робота двох чи декількох насосів на загальний трубопровід називається *паралельною роботою насосів*. Така сумісна робота можлива, якщо підібрані насоси з однаковими характеристиками. При паралельній роботі двох насосів можна рахувати, що витрата в загальному напірному трубопроводі подвоюється.

*Послідовним називається* таке з'єднання насосів, при якому перший насос подає воду у сисний патрубок другого насоса, а останній — у напірний трубопровід. При послідовній, роботі двох насосів можна рахувати, що напір у мережі збільшується у два рази.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А

## Рекомендовані сівозміни на зрошуваних землях

## А.1. Овочеві сівозміни

## № 1

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Помідори
4. Огірки
5. Столові коренеплоди
6. Капуста
7. Рання картопля +  
літній посів люцерни

## № 3

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Томати
4. Огірки
5. Коренеплоди
6. Томати
7. Капуста пізня
8. Овочі ранні + люцерна

## № 5

1. Капуста пізня
2. Огірки
3. Томати
4. Картопля
5. Столові коренеплоди
6. Ярова пшениця +  
літній посів люцерни
7. Люцерна
8. Люцерна

## № 2

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Озима пшениця
4. Томати
5. Горох на зелений горошок
6. Озима пшениця
7. Томати
8. Горох на зелений горошок +  
літній посів люцерни

## № 4

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Помідори
4. Огірки
5. Капуста рання +  
горохово-вівсяна сумішка
6. Столові коренеплоди
7. Кукурудза на силос
8. Озима пшениця +  
літній посів люцерни

## А.2. Овочево-кормові

### № 1

- 1 Ярий ячмінь з підсівом
- 2 Люцерни
- 2 Люцерна
- 3 Люцерна
- 4 Капуста
- 5 Кукурудза на силос
- 6 Озима пшениця +  
пожнивна кукурудза за з-к
- 7 Томати
- 8 Столові коренеплоди,  
цибуля

### № 3

- 1 Люцерна
- 2 Люцерна
- 3 Капуста
- 4 Кукурудза на силос
- 5 Озима пшениця + пожнивно  
горохо-вівсяна суміш
- 6 Картопля
- 7 Столові коренеплоди
- 8 Ярий ячмінь з підсівом  
люцерни

### № 5

- 1 Картопля весняної посадки
- 2 Озима пшениця + вівсяно-  
горохова суміш на з/к
- 3 Кукурудза на з/к + посів  
Люцерни
- 4 Люцерна
- 5 Столові коренеплоди
- 6 Ранні овочі + кукурудза на силос
- 7 Озимі злако-бобові на з/к+

### № 2

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Томати
4. Огірки
5. Капуста
6. Столові коренеплоди
7. Ранні овочі + літній  
посів люцерни

### №4

- 1 Ранні овочі
- 2 Озима пшениця +  
пожнивна кукурудза на з-к
- 3 Ячмінь + посів люцерни
- 4 Люцерна
- 5 Люцерна
- 6 Пізні овочі
- 7 Ранні овочі +  
кукурудза на силос
- 8 Озимі на з/к + кукурудза  
на силос

### № 6

- 1 Люцерна
- 2 Люцерна
- 3 Озима пшениця
- 4 Томати
- 5 Огірки
- 6 Кукурудза на з/к +
- 7 Люцерна

## № 7

- 1 Ячмінь + люцерна
- 2 Люцерна
- 3 Люцерна
- 4 Озима пшениця
- 5 Перець
- 6 Капуста

## №8

- 1 Люцерна
- 2 Люцерна
- 3 Помідори
- 4 Коренеплоди
- 5 Вівсяно-горохова суміш  
на з/к + коренеплоди
- 6 Огірки
- 7 Кукурудза на силос
- 8 Озимі на з/к

## №9

- 1 Кукурудза на силос
- 2 Озима пшениця + пожнивно  
кукурудза на з/к
- 3 Овочі ранні
- 4 Картопля рання + літній  
посів люцерни
- 5 Люцерна
- 6 Люцерна
- 7 Озима пшениця + пожнивно  
горохово-вівсяна суміш на з/к
- 8 Овочі пізні

### А.3. Овочево-суничні

## № 1

- 1 Помідори
- 2 Огірки
- 3 Рання капуста
- 4 Суниці
- 5 Суниці
- 6 Суниці
- 7 Суниці

## № 2

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Люцерна
4. Овочі ранні
5. Суниці
6. Суниці
7. Суниці
- 8 Суниці

Додаток Б  
Умовні знаки

Назва об'єктів	Умовні знаки	Колір знаку
Границя поля		Чорний
Підземний трубопровід		Червоний
Поверхневий трубопровід		Червоний
Тимчасовий зрошувач		Червоний
Водовипуск у тимчасовий зрошувач		Червоний
Насосна станція		Червоний
Гідрант		Червоний
Комплексний вузол для підключення дощувальної машини «Фрегат»		Червоний
Розподільний колодязь		Червоний
Вантуз		Червоний
Спорожнювальний колодязь		Синій
Водоскидна мережа		Синій
Кінцевий водоскид		Синій
Дороги		Чорний
Лісові смуги		Зелений
Номер поля Площа поля нетто		Чорний

## Додаток В

## Схеми роботи дощувальних машин

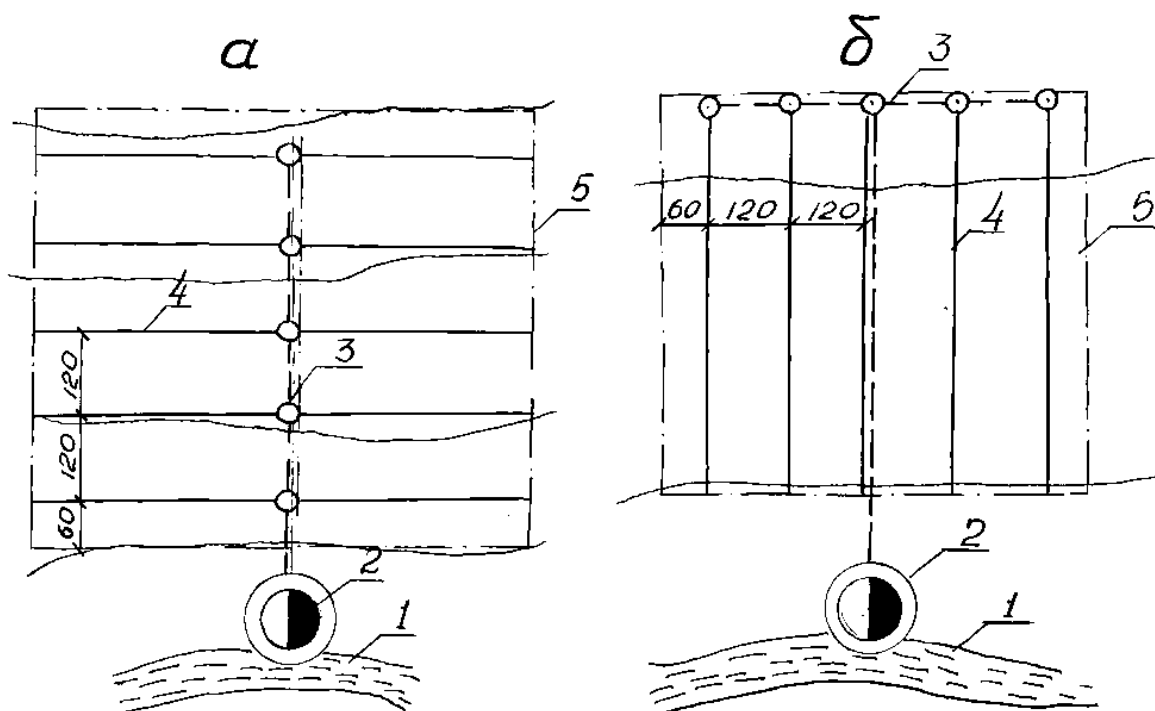


Рис. В.1. Схеми зрошувальної мережі при поливі дощувальними агрегатами ДДА-100М, ДДА-100-МА:

а – на ділянках із середнім уклоном більше 0,004; б – на ділянках з уклоном менше 0,004; 1 – джерело зрошення; 2 – насосна станція; 3 – закритий (підземний) трубопровід із гідрантами; 4 – тимчасовий зрошувач; 5 – межа поля.

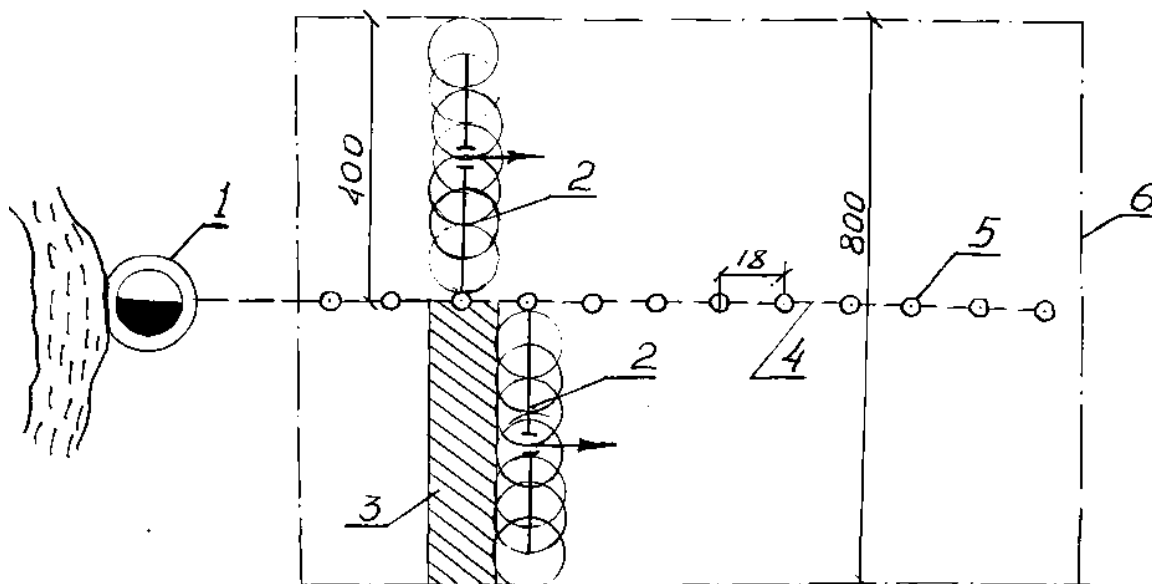


Рис. В.2. Схема роботи дощувальної машини ДКШ-64-800 «Волжанка»:

1 – насосна станція; 2 – дощувальні крила; 3 – площа, яка поливається з однієї позиції; 4 – поливний трубопровід; 5 – границя поля.



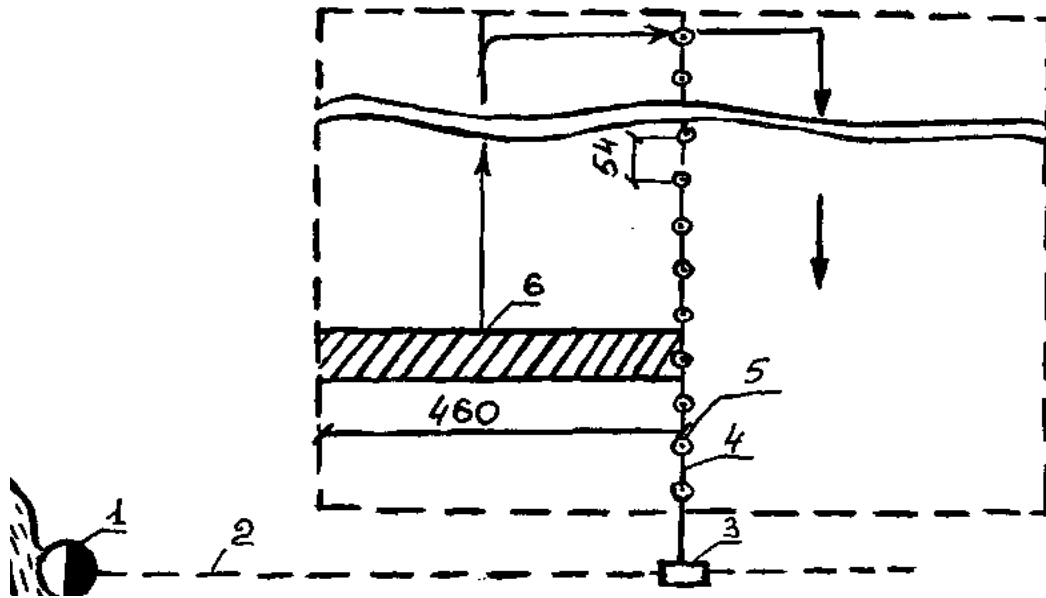


Рис. В.3. Схема роботи дощувальної машини ДФ-120 «Дніпро»:  
 1 – насосна станція; 2 – зрошувальний трубопровід; 3 – розподільний колодязь;  
 4 – поливний трубопровід; 5 – гідрант; 6 – площа, яка поливається з однієї  
 позиції.

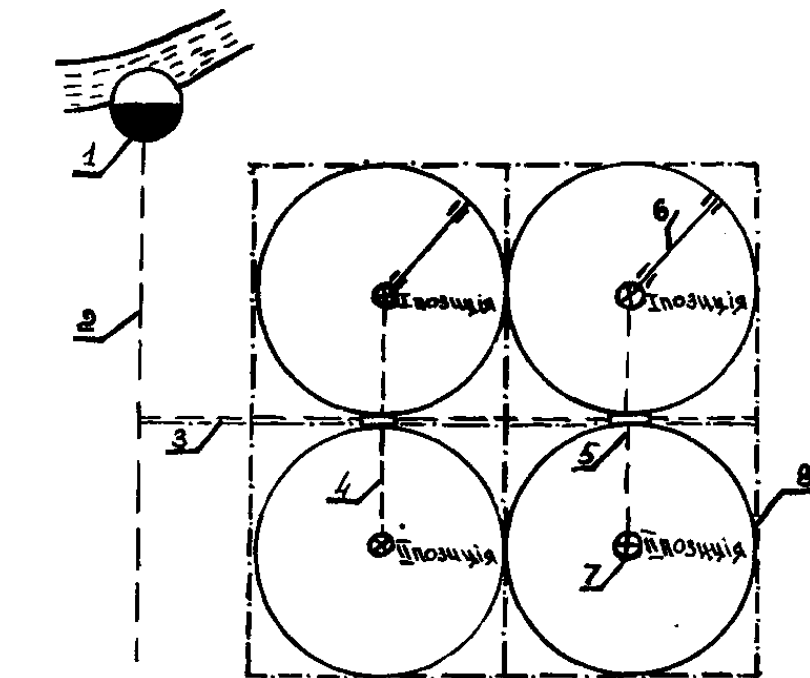


Рис. В.4. Схема роботи дощувальної машини «Фрегат»:  
 1 – насосна станція; 2 – магістральний трубопровід; 3 – зрошувальний  
 трубопровід; 4, 5 – поливний трубопровід; 6 – дощувальна машина «Фрегат»; 7  
 – комплексний вузол для підключення дощувальної машини; 8 – границя поля.

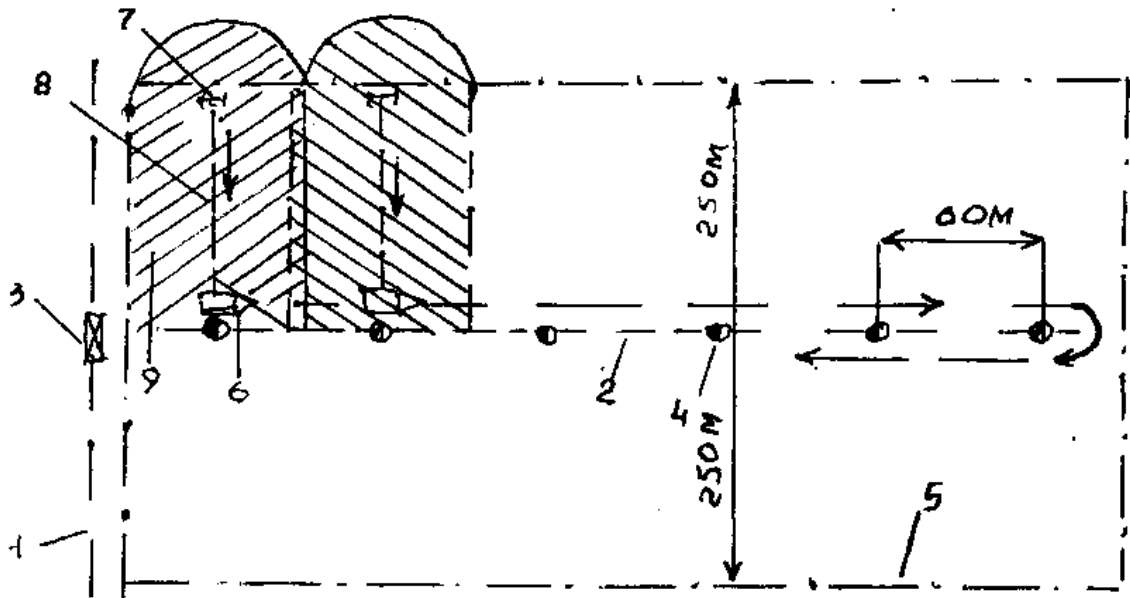


Рис. В.5. Схема роботи дощувача РЗ-67Т:

1 – зрошувальний трубопровід; 2 – поливний трубопровід; 3 – розподільний колодязь; 4 – гідрант; 5 – границя поля; 6 – одноосний візок з барабаном і гідроприводом; 7 – поливний апарат на полозках; 8 – гнучкий трубопровід; 9 – площа, яка поливається з однієї позиції.

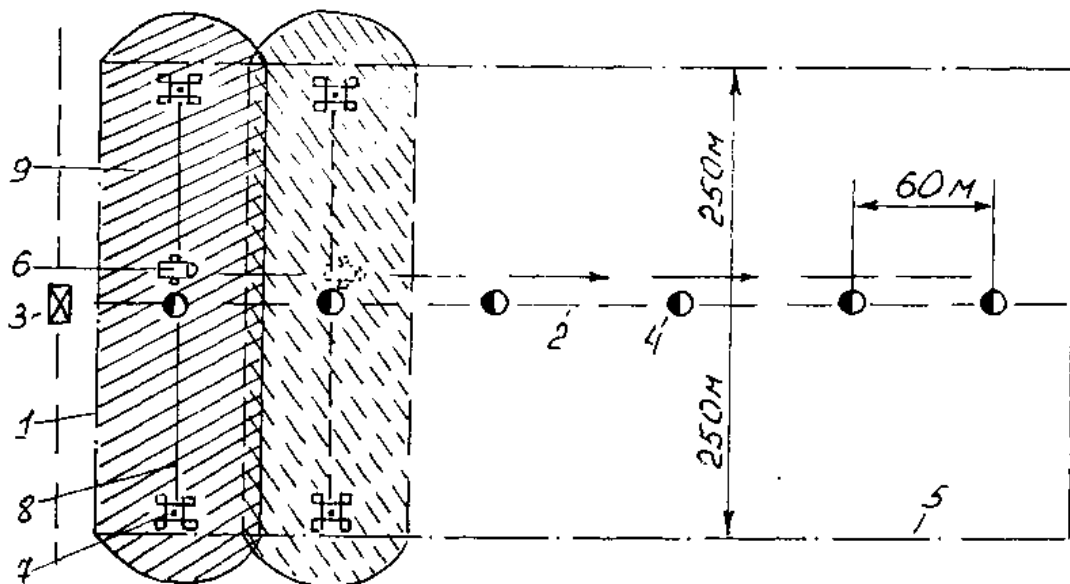


Рис. В.6. Схема роботи дощувача ШД-10:

1 – зрошувальний трубопровід; 2 – поливний трубопровід; 3 – розподільний колодязь; 4 – гідрант; 5 – границя поля; 6 – одноосний візок з двома барабанами і гідроприводом; 7 – двоосний візок з дощувальним апаратом; 8 – гнучкий трубопровід; 9 – площа, яка поливається з однієї позиції.

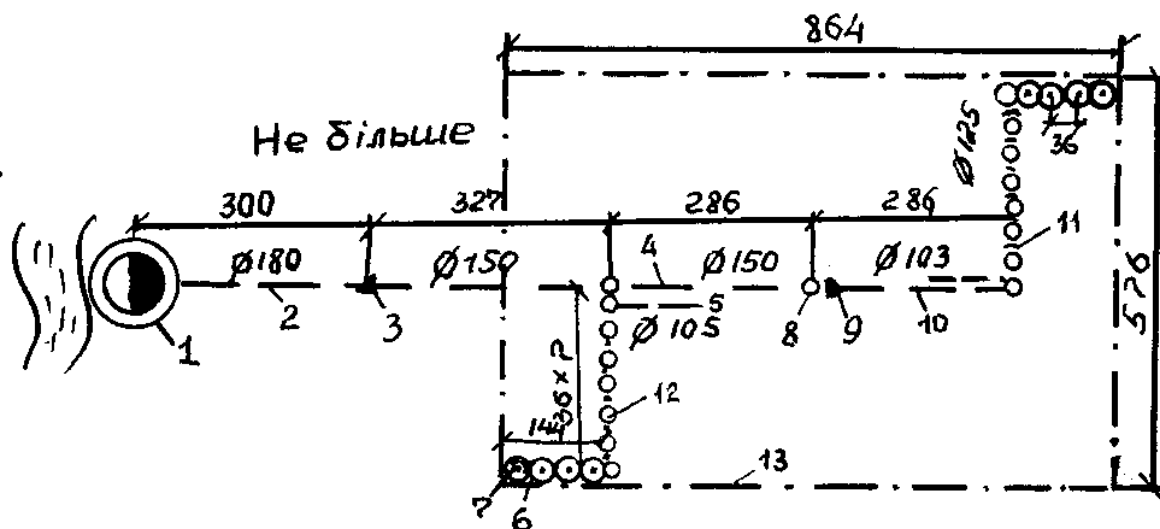


Рис. В.7. Схема роботи комплекта іригаційного КІ-50 «Радуга». Z-50 «Сігма»:  
 1 – насосна станція; 2 – швидкокорозбірний трубопровід РТ-180 або РТШ-180; 3 – перехід 180Ч150 мм; 4 – трубопровід РТШ-150 А; 5 – дощувальне крило, яке підготовлюють до поливу; 6 – дощувальне крило, яке працює; 7 – дощувальний апарат «Роса-3»; 8 – труба-гідрант діаметром 150 мм; 9 – перехід 150Ч125 мм; 10 – трубопровід РТШ-125 А; 11 – розподільний трубопровід; 12 – гідрант; 13 – границя поля.

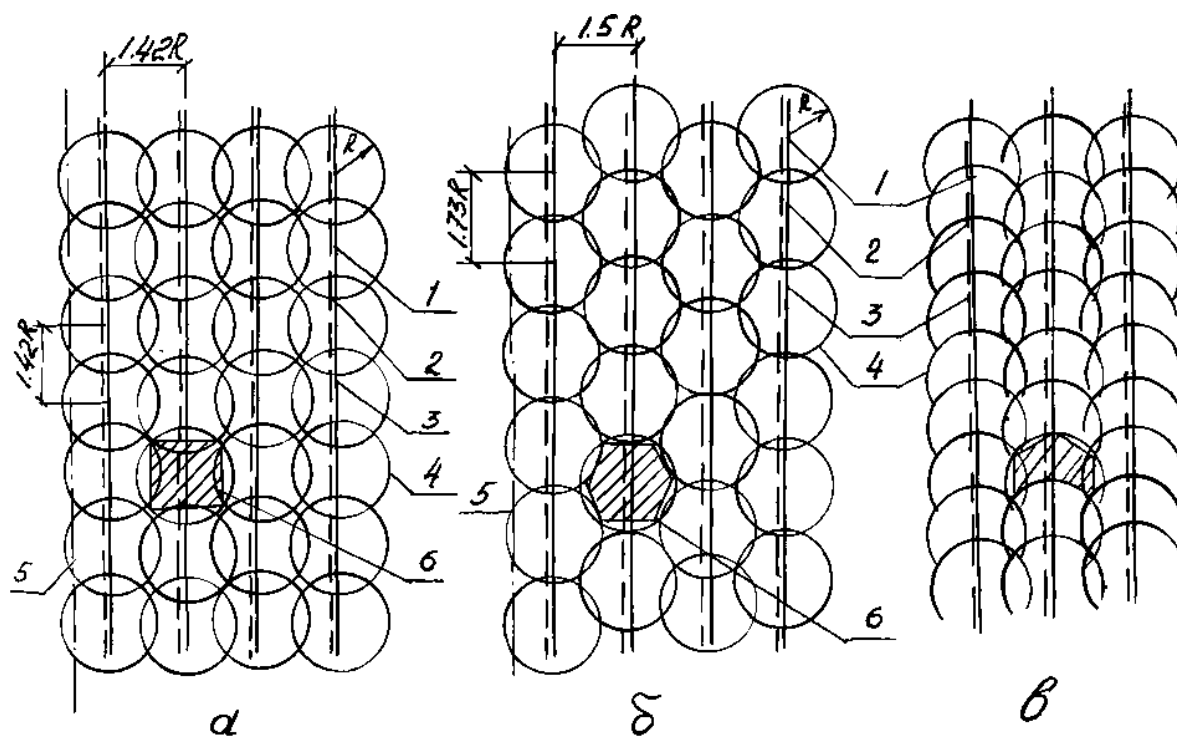


Рис. В.8. Схеми зрошувальної мережі при поливі дощувачами ДДН-70, ДДН-100: а – полив по квадратах; б – полив по трикутнику; в – полив по сектору; 1 – позиція дощувача; 2 – дорога; 3 – поливний трубопровід (тимчасовий зрошувач); 4 – площа, яка поливається з однієї позиції; 5 – границя поля; 6 – полита площа з врахуванням перекриття.

## Додаток Д

## Характеристики дощувальних машин

Таблиця Д.1

## Технічні характеристики дощувальних машин

Показники	Z-50 «Сігма»	KI-50 «Радуга»	P3-67T «Сігма»	ШД-10	ДДА- 100M	ДДА- 100MA	МДФП- 70/130 «Таврія»
Витрата води, л/с	39	47,2	5,4-8,3	18	100	130	70
Напір на гідранті, м	73	80	60-80	70	-	-	-
Середня інтенсивність дощу, мм/хв.	0,17	0,28	0,21-0,33	0,43	2,4	3,12	...
Відстань між зрошувачами ( $L_C$ ), м	-	-	500	500	120	120	130
Відстань між гідрантами ( $L_T$ ), м	-	-	60	50	-	-	-
Площа поливу на позиції, га	0,51	0,51	1,5	2,35	-	-	-
Швидкість пересування під час поливу, м/хв.	-	-	0,1-0,4	0,15-0,50	7-7,5	7-7,5	0,57- 2,26
Обслуговуючий персонал, чол.	2	3	2 на 5 дощувачів	2 на 10 дощувачів	1	1	1

Таблиця Д.2

## Технічна характеристика дощувальної машини «Волжанка»

Показники	ДКШ- 64-800	ДКШ- 56-700	ДКШ- 48-600	ДКШ- 40-500	ДКШ- 32-400	ДКШ- 24-300
Витрата води, л/с	64	56	48	40	32	24
Напір на гідранті, кПа/м	392/40					
Середня інтенсивність дощу, мм/хв.	0,27					
Довжина смуги дощу при роботі двох крил ( $L_C$ ), м	800	700	600	500	400	300
Відстань між гідрантами ( $L_T$ ), м	18					
Кількість дощувальних апаратів, шт.	65	56	48	40	32	24
Площа поливу на одній позиції, га	1,41	1,26	1,08	0,90	0,72	0,54
Швидкість пересування, м/хв.	9					
Маса машини, кг	5565	4985	4405	3825	3245	2665

Таблиця Д.3

## Технічна характеристика дощувальної машини ДФ-120 «Дніпро»

Показники	Модифікація дощувальної машини				
	120	113	106	99	92
Витрата води, л/с	120	113	106	99	92
Напір на гідранті, кПа/м	442/45	442/45	442/45	442/45	442/45
Середня інтенсивність дощу, мм/хв.	0,30				
Довжина смуги дощу (L <sub>с</sub> ), м	460	433	406	379	352
Відстань між гідрантами (L <sub>г</sub> ), м	54				
Число опорних візків, шт.	17	16	15	14	13
Габаритні розміри, м	448Ч27Ч5,3	421Ч27Ч5,3	394Ч27Ч5,3	367Ч27Ч5,3	340Ч27Ч5,3
Маса машини, кг	13800	13080	12280	11480	10680
Електростанція (потужність генератора), кВт	37,5				
Напруга, В	230				

Таблиця Д.4

## Технічна характеристика далекоструменевих дощувальних машин

Показники	ДДН-70 (ДТ-75М, ДТ-75)	ДДН-100 (ДТ-75М)	ДДН-100 (Т-150, Т- 150К)	ДДН-100 (Т-4А)
Витрата води, л/с	65	85	115	100
Напір на гідранті, м	52	65	65	65
Середній шар дощу з перекриттям при поливі (мм/хв.):				
по колу	0,36	0,32	0,32	0,28
по сектору (240 <sup>0</sup> )	0,53	0,38-0,50	0,57-0,65	0,38-0,65
Радіус дії, м	69,5	75	85	85
Частота обертання ствола апарата, об./хв.	0,2	0,2	0,2	0,2
Відстань (при роботі по колу), м:				
між зрошувачами або трубопроводами	100	110	145	145
між позиціями	120	110	120	110
Обслуговуючий персонал, чол.:				
тракторист	1	1	1	1
регулювальник	1	1	1	1

Таблиця Д.5

## Технічна характеристика дощувальних машин «Фрегат» (тип ДМУ-А, ДМУ-Б)

Модифікація машини	Кількість самохідних опор, шт.	Довжина машини, м	Витрата води, л/с	Робочий тиск, м	Площа поливу на позиції, га	Радіус поливу, м	Мінімальна норма поливу на позиції, м	Мінімальний час поливу на позиції, год.	Кількість дощувальних апаратів, шт.	Маса машини, кг
ДМУ-А 199-28	7	199,0	28	57	15,7	217	137	21,4	22	6500
ДМУ-А 253-38	9	253,4	38	63	24,4	270	156	27,8	28	8200
ДМУ-А 308-55	11	307,8	55	70	34,8	326	195	34,2	34	10000
ДМУ-А 337-70	12	337,4	63	70	41,3	355	229	37,6	37	10900
ДМУ-А 393-50	14	391,8	50	70	54,6	409	145	44,0	43	12600
ДМУ-А 417-55	15	416,5	55	70	61,2	434	152	46,9	46	13400
ДМУ-Б 379-75	13	379,2	75	70	51,3	393	222	42,3	41	12200
ДМУ-Б 463-90	16	463,2	90	70	74,9	478	225	52,2	50	14900
ДМУ-Б 488-65	17	487,9	65	70	82,6	500	156	55,0	53	15700
ДМУ-Б 518-90	18	517,6	90	70	92,5	532	205	58,5	56	16700
ДМУ-Б 542-90	19	542,3	80	70	102,2	556	173	61,4	59	17500
ДМУ-Б 572-90	20	571,9	72	70	111,3	586	151	65,0	62	18400

**Технічні характеристики шлангових (барабанних) дощувачів Irtec  
компанії Irtec S.p.A.**

Модель	Діаметр шланга, мм	Довжина шланга, м	Діаметр кінцевої насадки дощувального апарата, мм	Робочий тиск, атм	Витрата води, л/с	Ширина смуги поливу, м
40FBT/130	40	130	8-9-10	3,1-5,0-7,5	3,4-5,2-7,4	27-31-35
43FBT/120	43	120	9-10-12	3,3-4,7-8,8	4,3-6,4-13,4	28-33-40
50FBT/170	50	170	10-12-14	3,6-5,7-9,8	7,2-11,6-17,4	29-35-42
50FBT/140	50	140	12-14-16	3,3-5,8-7,1	9,4-15,1-21,8	32-38-43
63FBT/110	63	110	14-16-18	3,6-6,1-6,9	13,8-23,9-30,3	40-54-58
50G/0/250	50	250	10-12-14	4,0-6,7-12,0	7,2-12,0-17,1	28-33-41
63G/0/200	63	200	14-16-18	4,4-5,8-8,7	12,6-17,9-27,1	51-57-68
63G/A/300	63	300	14-16-18	4,3-7,1-9,3	13,8-20,6-26,0	40-50-53
75G/C/350	75	350	16-18-20	4,7-6,9-10,8	16,6-24,2-35,2	51-59-70
75G/C/400	75	400	16-18-20	5,0-7,8-10,5	16,4-25,2-34,7	51-59-70
82G/B/270	82	270	20-22-24	4,6-6,8-9,9	25,9-36,2-50,6	56-66-80
82G/D/430	82	430	18-20-22	5,2-7,0-11,5	20,6-29,5-43,2	50-59-70
90G/DS/450	90	450	18-22-24	5,0-6,9-11,2	21,7-30,7-45,8	53-64-74
100G/ES/470	100	470	22-24-26	5,5-8,1-10,7	31,3-45,8-59,6	59-74-83
100G/ES/500	100	500	22-24-26	5,5-8,1-11,3	31,3-45,1-59,4	59-73-81

Додаток Е  
Типи ґрунтів за метеорологічними станціями

№ п/п	Метеостанція	Область	Ґрунт
1.	Умань	Черкаська	чорнозем опідзолений важкосуглинковий
2.	Жашків	– // –	чорнозем опідзолений середньосуглинковий
3.	Золотоноша	– // –	чорнозем глибокий легкосуглинковий
4.	Черкаси	– // –	чорнозем глибокий легкосуглинковий
5.	Чигирин	– // –	чорнозем глибокий легкосуглинковий
6.	ім. Шевченка	– // –	чорнозем глибокий середньосуглинковий
7.	Озірна	– // –	чорнозем опідзолений важкосуглинковий
8.	Вінниця	Вінницька	чорнозем опідзолений важкосуглинковий
9.	М.-Подільський	– // –	чорнозем глибокий легкосуглинковий
10.	Гайсин	– // –	чорнозем глибокий важкосуглинковий
11.	Ямпіль	– // –	чорнозем опідзолений важкосуглинковий
12.	Тульчин	– // –	темно-сірий опідзолений середньосуглинковий
13.	Липовець	– // –	темно-сірий опідзолений середньосуглинковий
14.	Крижопіль	– // –	чорнозем опідзолений глинистий
15.	Кіровоград	Кіровоградська	чорнозем звичайний середньосуглинковий
16.	Ново-Миргород	– // –	чорнозем звичайний важкосуглинковий
17.	Гайворон	– // –	чорнозем опідзолений важкосуглинковий
18.	Помічна	– // –	чорнозем звичайний важкосуглинковий
19.	Знам'янка	– // –	темно-сірий опідзолений важкосуглинковий
20.	Бобринець	– // –	чорнозем звичайний важкосуглинковий
21.	Полтава	Полтавська	темно-сірий опідзолений середньосуглинковий
22.	Лубни	– // –	чорнозем глибокий легкосуглинковий
23.	Лохвиця	– // –	чорнозем глибокий
24.	Вознесенськ	Миколаївська	чорнозем звичайний важкосуглинковий
25.	Нова Одеса	Миколаївська	чорнозем південний глинистий
26.	Баштанка	– // –	чорнозем південний глинистий
27.	Чернігів	Чернігівська	темно-сірий опідзолений супіщаний
28.	Самбір	Львівська	темно-сірий опідзолений супіщаний



## Додаток Ж

## Щільність, найменша вологосмкість деяких типів ґрунтів

Тип ґрунту	Шар ґранту м	Щільність ( $\delta$ ), т/м <sup>3</sup>	Найменша вологосмкість ( $\theta_{НВ}$ ), %
1	2	3	4
чорнозем глибокий важкосуглинковий	0-50	1,19	28,2
	0-70	1,19	28,1
	0-100	1,20	26,7
чорнозем глибокий середньосуглинковий	0-50	1,20	27,1
	0-70	1,20	26,7
	0-100	1,21	26,2
чорнозем глибокий легкосуглинковий	0-50	1,25	25,2
	0-70	1,24	24,8
	0-100	1,23	24,5
чорнозем опідзолений середньосуглинковий	0-50	1,31	24,3
	0-70	1,35	23,9
	0-1000	1,36	23,6
чорнозем звичайний важкосуглинковий	0-50	1,19	28,0
	0-70	1,23	26,9
	0-100	1,27	26,0
чорнозем звичайний середньосуглинковий	0-50	1,24	24,8
	0-70	1,28	23,9
	0-100	1,31	23,2
чорнозем звичайний леткосуглинковий	0-50	1,30	23,0
	0-70	1,33	22,1
	0-100	1,39	21,1
чорнозем опідзолений важкосуглинковий	0-50	1,23	27,9
	0-70	1,25	27,2
	0-100	1,28	26,4
чорнозем звичайний глинистий	0-50	1,16	30,5
	0-70	1,20	29,7
	0-100	1,24	28,4

## Продовження додатка Ж

1	2	3	4
чорнозем опідзолений легкосуглинковий	0-50	1,27	24,6
	0-70	1,27	24,3
	0-100	1,26	24,0
чорнозем звичайний реградований важкосуглинковий	0-50	1,21	26,8
	0-70	1,26	25,7
	0-100	1,30	24,9
чорнозем південний важкосуглинковий	0-50	1,23	26,5
	0-70	1,27	25,7
	0-100	1,32	24,5
чорнозем південний середньосуглинковий	0-50	1,26	24,7
	0-70	1,29	23,8
	0-100	1,34	22,9
темносірий опідзолений супісчаний	0-50	1,41	19,5
	0-70	1,42	19,2
	0-100	1,42	18,9

## Додаток К

**Глибина активного (розрахункового) шару ґрунту для різних  
сільськогосподарських культур (за С. О. Яковлєвим), м**

Культура	Період вегетації	
	початковий	розвиненої кореневої системи
Картопля	0,40	0,70
Помідори, капуста, баклажани	0,40	0,70
Столові коренеплоди	0,60	1,00
Огірки, цибуля	0,40	0,50
Плодові	0,20–0,80	0,40–1,20
Ягідники (смородина, агрус)	0,60	1,00
Суниці	0,40	0,50
Пшениця озима та ярова	0,60	0,80
Кукурудза	0,60	1,00
Буряки цукрові	0,60	1,00
Люцерна	0,70	1,00
Однорічні трави	0,50	0,80

## Додаток Л

**Нижня оптимальна (передполивна) межа вологості ґрунту, % від НВ**

Культура	Гранулометричний склад ґрунту		
	важкий	середній	легкий
Картопля	75	70	65
Помідори, капуста, огірки, баклажани	80	75	70
Плодові	75	70	65
Ягідники	80	75	70
Зернобобові	75	70	65
Пшениця озима та ярова	75	70	65
Кукурудза	75	70	60
Багаторічні трави	75	70	60
Цукрові буряки	80	75	70

## Додаток М

**Коефіцієнт використання часу дощувальною машиною впродовж доби**

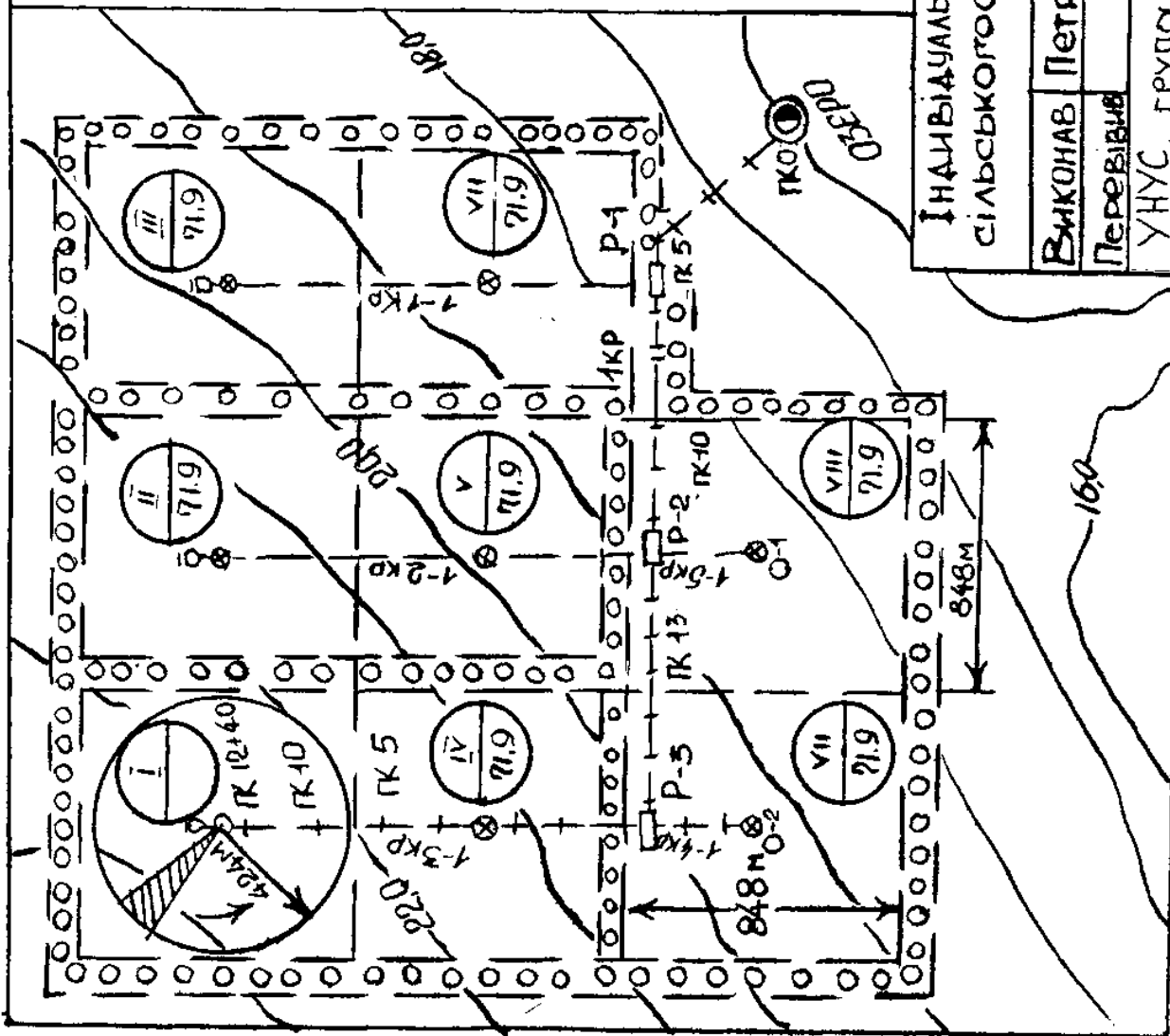
Дощувальна машина		Поливні норми, м <sup>3</sup> /га								
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000
ДДН-70	(полив по колу)	0,70	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86
ДДН-100		0,76	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,81	0,81	0,85
ДКІІ-64 "Волжанка»		0,67	0,75	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86
ДФ-120 «Дніпро		0,63	0,70	0,74	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82
ДДА-100МА при довжині гону (м):										
300-400		0,69	0,73	0,76	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81
400-600		0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,81	0,81	0,82	0,82
ДМ-454-100 «Фрегат»		0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
ДМУ-Б463-90 «Фрегат»		0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
ДМУ-А417-55 «Фрегат»		0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Кубань»		-	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92
КІ-50 «Радуга»		-	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,81	0,83	0,85

Додаток Н

ЕКСПЛІКАЦІЯ

№ ПОЛЯ	ПЛОЩА ГА	
	БРУТТО	НЕТТО
I	71.9	70.46
II	71.9	70.46
III	71.9	70.46
IV	71.9	70.46
V	71.9	70.46
VI	71.9	70.46
VII	71.9	70.46
VIII	71.9	70.46
ВСЬОГО		595.2
		563.69

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ  
 1. 0000 ЛІСОСМУГ  
 2. --- ДОРОГИ

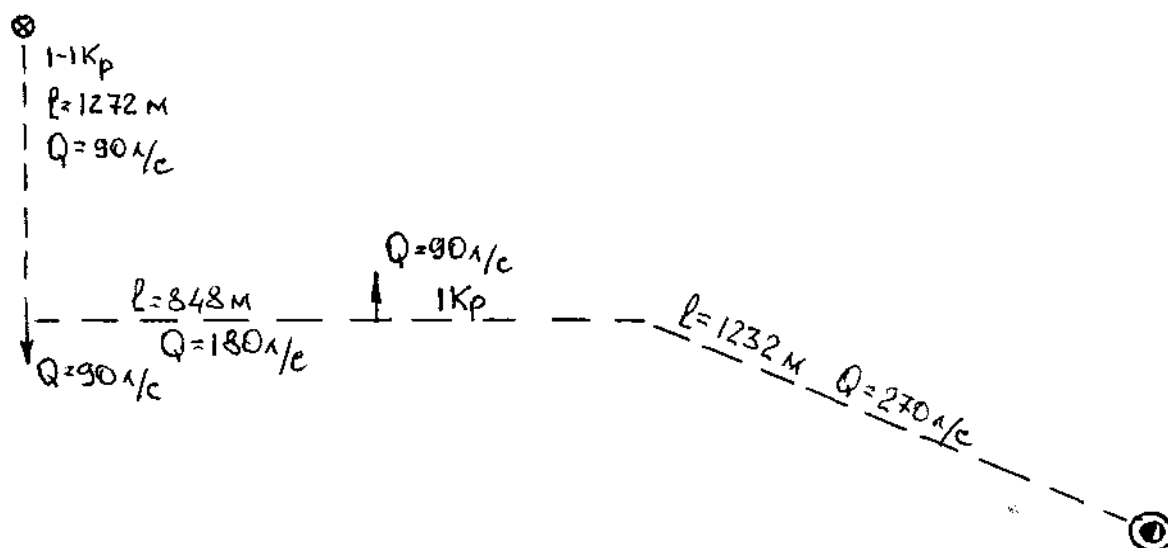


ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ ПО ЗРОШВЕННЮ  
 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДОЩУВАННЯМ

Виконав	Петров	План ЗРОШУВАННОЇ ДІЛЯНКИ	Листів	1
Перевішив			Листів	1
УНУС, група 21П			М 1:10000	

## Додаток О

## Схема розрахункової траси



## Додаток П

## Характеристики водопровідних труб

Таблиця П.1

## Характеристика азбестоцементних труб напірних типу I

(ГОСТ 539-80)

Умовний прохід, мм	Внутрішній діаметр, мм			Зовнішній діаметр обточених кінців, мм			Довжина труби, м
	BT-6	BT-9	BT-12	BT-6	BT-9	BT-12	
100	104	100	96	122	122	122	2950 3950
150	146	141	135	168	168	168	2950 3950
200	196	189	184	224	224	224	3950
250	244	235	228	274	274	274	3950
300	289	279	270	324	324	324	3950
350	334	322	312	373	373	373	3950
400	381	368	356	427	427	427	3950
500	473	456	441	528	528	528	3950

Таблиця П.2

## Характеристика азбестоцементних труб напірних типу II і III

(ГОСТ 539-80)

Умовний прохід, мм	Внутрішній діаметр, мм			Зовнішній діаметр обточених кінців, мм	Довжина труби, м
	BT-9	BT-12	BT-15		
Тип 2					
200	196	188	180	224	5000
250	242	234	226	274	5000
300	286	276	267	324	5000
350	329	317	307	373	5000
400	377	363	352	427	5000
500	466	460	436	528	5000
Тип 3					
200	198	192	174	224	5950
300	279	270	256	324	5950

## Характеристика водопровідних труб з поліетилену класу ПЕ 100+

(ДСТУ Б В.2.7-151: 2008)

Зовнішній діаметр, мм	ПЕ 100 SDR 26 (6,3 атм)			ПЕ 100 SDR 17 (10,0 атм)			ПЕ 100 SDR 11 (16,0 атм)		
	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Вага 1 м.п., кг	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Вага 1 м.п., кг	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Вага 1 м.п., кг
40	-	-	-	2,4	35,2	0,302	3,7	32,6	0,437
50	-	-	-	3,0	44,0	0,462	4,6	40,8	0,674
63	-	-	-	3,8	55,4	0,731	5,8	51,4	1,062
75	-	-	-	4,5	66,0	1,318	6,8	61,4	1,769
90	-	-	-	5,4	79,2	1,485	8,2	73,6	2,150
110	-	-	-	6,6	96,8	2,208	10,0	90,0	3,187
125	-	-	-	7,4	110,2	2,818	11,4	102,2	4,135
140	-	-	-	8,3	123,4	3,538	12,7	114,6	5,155
160	6,2	147,6	3,140	9,5	141,0	4,615	14,6	130,8	6,762
180	6,2	167,6	3,909	10,7	158,6	5,834	16,4	147,2	8,544
200	7,7	184,6	4,843	11,9	176,2	7,197	18,2	163,6	10,534
225	8,6	207,8	6,095	13,4	198,0	9,135	20,5	184,0	13,341
250	9,6	230,8	7,542	14,8	220,4	11,188	22,7	204,6	16,399
280	10,7	258,6	9,413	16,6	246,8	14,059	25,4	299,2	20,564
315	12,1	290,8	11,986	18,7	277,6	17,800	28,6	257,8	26,028
355	13,6	327,8	15,165	21,1	312,8	22,609	32,2	290,6	33,054
400	15,3	369,4	19,209	23,7	352,6	28,630	36,3	327,4	41,944
450	17,2	415,6	24,288	26,7	396,6	36,360	40,9	368,2	53,276
500	19,1	461,8	29,963	29,7	440,6	44,817	45,4	409,2	65,538
560	21,4	517,2	37,575	33,2	493,6	56,162	50,8	458,4	82,119
630	24,1	581,8	47,597	37,4	535,2	71,119	57,2	515,6	104,034
710	27,2	655,6	61,627	42,1	625,8	91,367	64,5	581,0	132,241
800	30,6	738,8	78,054	47,4	705,2	115,854	72,6	654,8	170,601
900	34,4	831,2	99,096	53,3	793,4	146,555	81,7	736,6	210,000
1000	38,2	923,6	121,823	59,3	881,4	181,120	90,8	818,4	259,000
1200	45,9	1108,2	175,458	71,1	1057,8	252,000	108,9	982,8	373,000
1400	53,5	1293,0	229,151	83,0	1234,0	343,000	-	-	-
1600	61,2	1477,6	298,804	94,8	1410,4	448,000	-	-	-

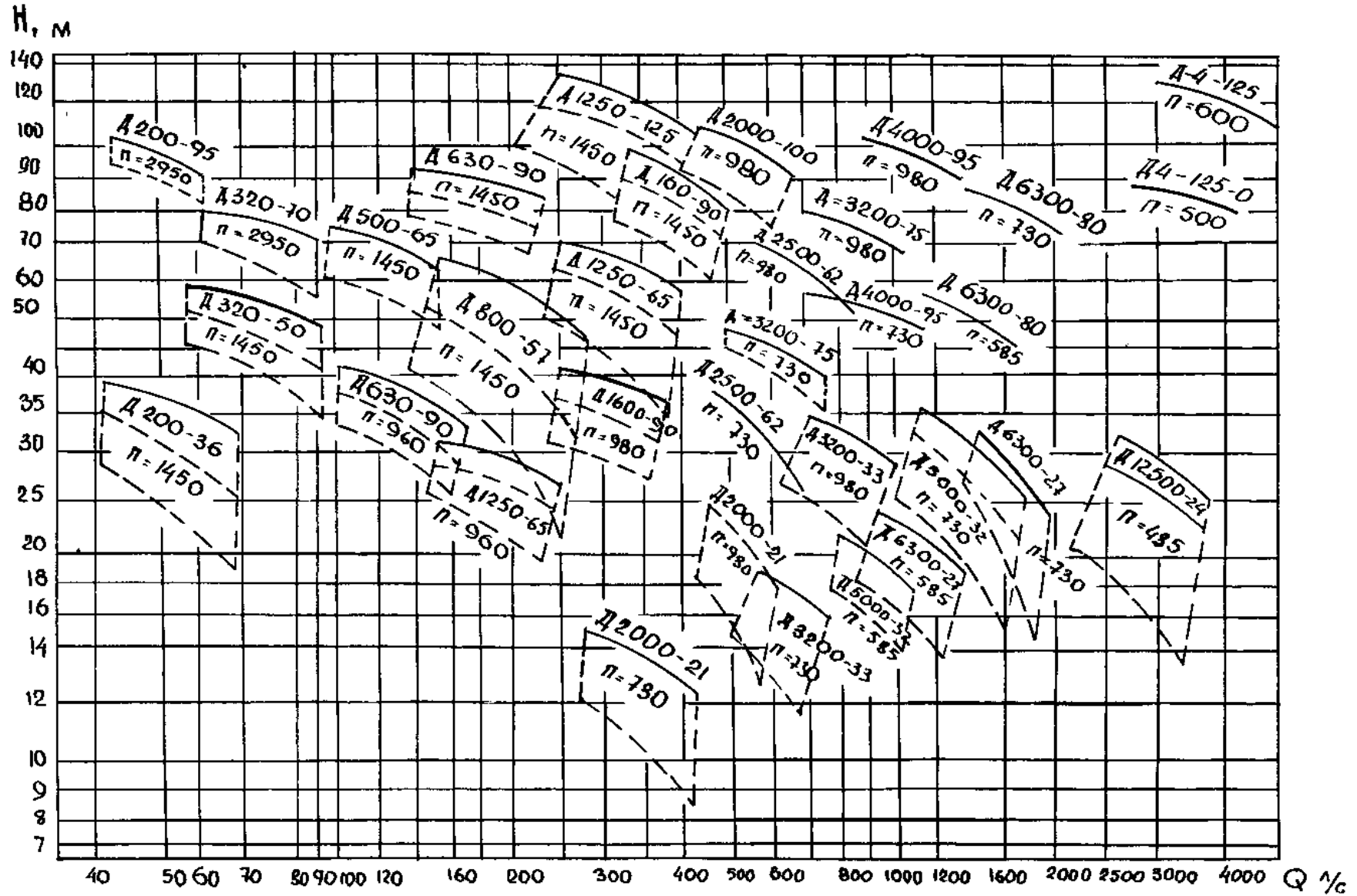


**Характеристика залізобетонних відцентрово сформованих напірних труб  
(ГОСТ 16953 -83)**

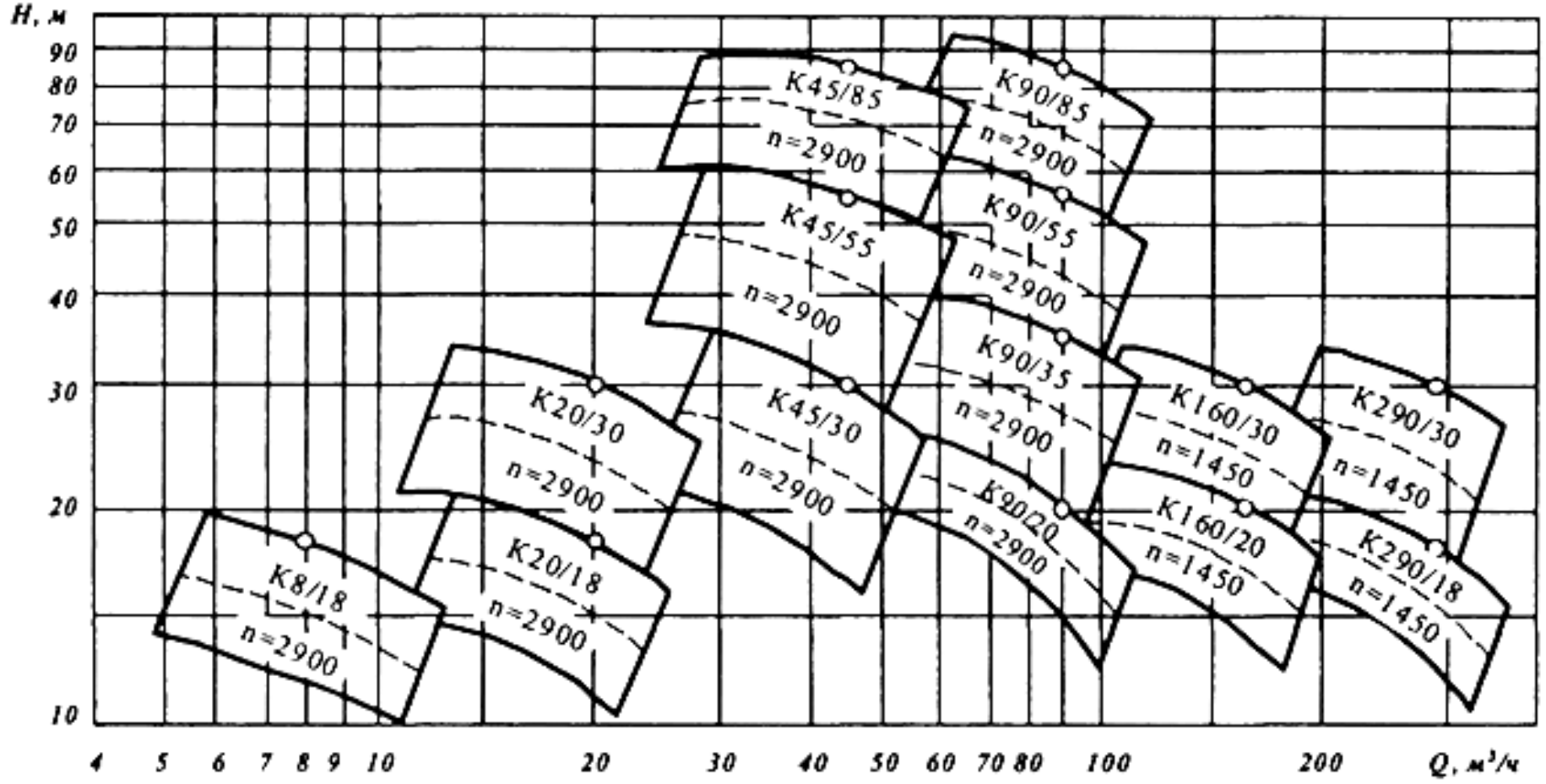
Тип труби	Робочий тиск, атм	Діаметр умовного проходу, мм	Зовнішній діаметр внутрішнього кінця труби, мм	Товщина стінки циліндричної частини труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Довжина труби (корисна)
ЦТН 50-I	15	500	610	40	530	5000
ЦТН 50-II	10					
ЦТН 50-III	5					
ЦТН 60-I	15	600	730	45	640	5000
ЦТН 60-II	10					
ЦТН 60-III	5					
ЦТН 80-I	15	800	930	55	820	5000
ЦТН 80-II	10					
ЦТН 80-III	5					
ЦТН 100-I	15	1000	1150	65	1020	5000
ЦТН 100-II	10					
ЦТН 100-III	5					
ЦТН 120-I	15	1200	1370	80	1210	5000
ЦТН 120-II	10					
ЦТН 120-III	5					
ЦТН 140-I	15	1400	1590	90	1410	5000
ЦТН 140-II	10					
ЦТН 140-III	5					
ЦТН 160-I	15	1600	1810	100	1610	5000
ЦТН 160-II	10					
ЦТН 160-III	5					

Примітка. У типові труби літери ЦТН позначають скорочену її назву (відцентрово сформована труба напірна), арабські цифри – діаметр умовного проходу (см), римські – клас труби.

Додаток Р  
Зведені характеристики насосів типу Д



Додаток С  
Зведені характеристики насосів типу К і КМ



## Перелік використаних джерел

1. Водяницкий В.И. Новые способы орошения садов и виноградников / [Водяницкий В.И., Колчко П.В., Лянной А.Д. и др.]; Под ред. Водяницкого В.И. – К. : Урожай, 1987. – 216 с.
2. Головка Л.П. Дощувальні машини і насосні станції / Л.П. Головка, Е.В. Фішер, О.І. Романюк; За ред.. Л.П. Головка. – К. : Урожай, 1986. – 144 с.
3. Колпаков В.В. Сельскохозяйственные мелиорации / В.В. Колпаков, И.П. Сухарев. – М. : Колос, 1988. – 319 с.
4. Льгов Г.К. Орошаемое земледелие / Г.К. Льгов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 176 с.
5. Маслов Б. С. Справочник мелиоратора / Б. С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 384 с.
6. Мелиорация и водное хозяйство. 2. Строительство: Справочник / Под ред.. Л.Г. Балаева. – М. : Колос, 1984. – 344 с.
7. Мелиорация и водное хозяйство 4. Сооружения: Справочник / Под ре. П.А. Полад-заде. – М. : Агропромиздат, 1987. – 464 с.
8. Механизация полива: Справочник / Б.Г. Штепа, В.Ф. Носенко, Н.В. Винникова и др. – М. : Агропромиздат, 1990. – 336 с.
9. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель в Україні / За ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка, В.А. Сташука. – К. : Аграрна наука, 2009. – 624 с.
10. Орошаемое садоводство / В.И. Сенин, П.В. Клочко, Н.А. Барабаш и др.; Под ред. В.И. Сенина. – К. : Урожай, 1985. – 176 с.
11. Писаренко В.А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / В.А. Писаренко, Е.М. Горбатенко, Д.Р. Йокич. – К. : Урожай, 1988. – 96 с.
12. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок / В.В. Рычагов, В.Ф. Чебаевский, К.П. Вишневский, А.А. Третьяков и др.; Под ред. В.Ф. Чебаевского. – М. : Колос, 1982. – 320 с.
13. Сандигурский Д.М. Механизация поливных работ / Д.М. Сандигурский, Н.А. Безроднов. – М. : Колос, 1983. – 288 с.
14. Сапунков А.П. Механизация полива дождеванием / А.П. Сапунков. – М. : Колос, 1984. – 271 с.
15. Сельскохозяйственные мелиорации / Под ред. С.М. Гончарова, С.М. Коробченко. – К. : Вища школа, 1985. – 382 с.
16. Системи технологій в рослинництві: Навч. посіб. / Г.М. Господаренко, В.О. Єщенко, С.П. Полторецький та ін. – Умань : СПД Сочінський, 2008. – 368 с.
17. Справочник по гидравлике / В. А. Большаков, Ю. М. Константинов, В. И. Попов, А.П. Нетюхайло и др. / За ред. Большакова В. А. – К. : Вища школа, 1984. – 343 с.
18. Справочник по орошаемому земледелию / Под ред. В.И. Остапова. – К. : Урожай, 1989. – 256 с.
19. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / За ред.. П.І. Коваленка. К. : Аграрна наука, 2001. – 214 с.
20. Техническое обслуживание дождевальных машин / В.П. Жидовинов, В.Г.

- Луцкий, Ю.М. Мулаев и др. – М. : Агропромиздат, 1986. – 159 с.
21. Устройство закрытых оросительных систем: Трубы, арматура, оборудование: Справочник / В.С. Дикаревский, А.Е. Тарута, Г.Е. Фомин, П.П. Якубчик; Под ред. В.С. Дикаревского. – М. : Агропромиздат, 1986. – 255 с.
22. Ушкаренко В.О. Зрошувальне землеробство. / В.О. Ушкаренко. – К. : Урожай, 1994. – 326 с.
23. Фишер Э.В. Справочник мастера орошения / Э.В. Фишер, Н.В. Хруслов, Ю.И. Гринь. – К. : Урожай, 1990. – 128 с.
24. Шульга Н.К. Учебник мастера орошения / Н.К. Шульга, А.И. Дукмасов. – М. : Агропромиздат, 1986. – 335 с.