Практична робота №4. Розрахунок розподільчої водопровідної мережі

Мета: Навчитись розв'язувати задачі використовуючи матеріали по темі: «Сільськогосподарське водопостачання»

Рекомендована література

1. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі / В.А.Дідур, О.Д.Савченко, Д.П Журавель, С.І. Мовчан; – К.: Аграрна освіта, 2008. – 577 с. (с. 34 - 47).
2. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. / В.А.Дідур, О.Д.Савченко, С.І.Пастушенко, С.І. Мовчан; – Запоріжжя: Прем'єр, 2005. – 464 с.(с. 30 - 40).
3. Рогалевич, Ю.П. Гідравліка / Ю.П. Рогалевич; – К.: Вища школа, 1993. – 255 с. (с. 10 - 48).
4. Палишкин, Н.А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение / Н.А. Палишкин; – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с. (с. 22- 34).
5. Исаев, А.П. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов / А.П.Исаев, Б.И. Сергеев, В.А.Дидур; – М.: Агропромиздат, 1990. – 400с. (с. 25 - 34).
6. Карасев, Б.В. Гидравлика, основы сельскохозяйственного водоснабжения и канализации / Б.В.Карасев;–Минск: "Вышейшая школа", 1983 – 288 с. (с. 14 - 23).
7. Костюченко, Э.В. Практикум по гидравлике и гидромеханизации сельскохозяйственных процессов / Э.В. Костюченко, В.И.Лаптев, Л.А.Холодок; – Минск, Ураджай, 1991. – 272 с. (с. 53 - 64).

1. Теоретична частина

Сільськогосподарське водопостачання – це забезпечення водою в необхідній кількості та необхідної якості сільських споживачів.

Сільськими споживачами води є сільське населення, тварини, агропромислові виробництва на селі, сільськогосподарська техніка та ін.

Здійснюється сільськогосподарське водопостачання в основному за допомогою систем водопостачання.

Системою водопостачання називається комплекс споруд для отримання (добування) води з природних джерел, її очистки (у випадку необхідності), транспортування й розподілу між споживачами. Таким чином, система водопостачання забезпечує механізований підйом і подачу води споживачам по системах трубопроводів. Іноді ці системи називаються просто

водопроводами.

До складу водопостачальних систем входять такі елементи: водозабірні споруди; насосні станції; очисні споруди (при необхідності); водонапірні споруди і водопровідні мережі.

Системи водопостачання класифікуються: за кількістю населених пунктів, які система забезпечує водою, – групові та локальні; за ступенем централізації – централізовані, децентралізовані і комбіновані; за видом джерела води – системи з підземними, поверхневими та змішаними джерелами води; за способом подачі води – з механізованою подачею води, самотічні (гравітаційні) і комбіновані; за надійністю подачі води; за призначенням – господарсько-питні, виробничі, протипожежні та об'єднані; за конструкцією водопровідної мережі – розімкнуті (тупикові) і кільцеві.

Групові системи забезпечують водою декілька населених пунктів, а іноді й районів.

Локальні системи обслуговують один населений пункт або один об'єкт водоспоживання.

Централізовані – це системи водопостачання, які забезпечують водою всі об'єкти сільського населеного пункту з єдиної водопровідної мережі.

Децентралізовані – це системи, при яких окремі комунальні чи господарські одиниці забезпечуються водою відокремлено (незалежно від інших об'єктів).

Комбіновані – це системи, при яких окремі групи споживачів забезпечуються водою централізованою системою, а решта – окремими локальними системами.

Системи з ***підземним*** джерелом води використовують підземні води. Системи з ***поверхневим*** джерелом води – поверхневі води. У системах зі ***змішаними*** джерелами води одночасно застосовуються підземні і поверхневі води.

У системах з ***механізованою*** подачею вода подається за допомогою насосів.

Самотічні системи застосовуються у випадках, коли відмітка місця розташування водозабору перевищує відмітку території водоспоживання, внаслідок чого і створюється напір, за рахунок якого вода транспортується самотічно до споживачів.

У комбінованих за способом подачі води остання частково подається самотічно, а частково – механізовано.

За ***надійністю*** подачі води системи сільськогосподарського водопостачання належать до ***третьої категорії*** (при загальноприйнятих трьох категоріях), і в них допускаються перерви в подачі води до 1 доби.

За призначенням системи сільськогосподарського водопостачання є ***об'єднаними***, тобто з однієї і тієї ж системи, як правило, одночасно задовольняються потреби господарсько-питного, виробничого та протипожежного водопостачання.

Особливості систем сільськогосподарського водопостачання обумовлюються особливостями сільського побуту та сільськогосподарського виробництва:

1. Розосередженість водоспоживачів, яка пов'язана з веденням сільськогосподарського виробництва на великих земельних територіях, чим обумовлена значна розосередженість населених пунктів, різних господарських центрів по території землекористування. Крім того, споживачі води (люди, тварини, механізми та ін.) у певні періоди пересуваються по цій території. Такі обставини ведуть до збільшення дальності транспортування води, ускладнення експлуатації систем. При цьому слід врахувати, що об'єми споживання (витрат) води порівняно невеликі.

2. Нерівномірність споживання води обумовлена циклічністю чергування сільськогосподарських робіт у всіх видах сільськогосподарського виробництва. У кінцевому результаті це призводить до нерівномірного завантаження систем водопостачання, збільшення об'ємів регулюючих

ємкостей, відбивається на техніко-економічних показниках систем сільськогосподарського водопостачання.

2. Постановка завдання

Виконати гідравлічний розрахунок розподільчої водопроводної мережі із чавунних труб і знайти висоту водонапірної башти при таких вихідних даних:

1.Вузлові витрати води: $Q_1 = 2л/с$; $Q_2 = 3л/с$; $Q_3 = 5л/с$; $Q_4 = 2л/с$; $Q_5 = 4л/с$.

2.Питома шляхова витрата води: $q_{1\text{-}2} = 0{,}03л/(с \cdot м)$; $q_{4\text{-}5} = 0{,}02л/(с \cdot м)$

3.Довжина окремих ділянок трубопроводу: $l_{Б\text{-}1} = 200м$; $l_{1\text{-}2} = 100м$; $l_{2\text{-}3} = 300м$; $l_{1\text{-}4} = 200м$; $l_{4\text{-}5} = 100м$.

4. Відмітки поверхні землі відносно умовної рівневої площини у вузлових точках: $Z_Б = 100м$; $Z_1 = 97м$; $Z_2 = 97м$; $Z_3 = 96м$; $Z_4 = 98м$; $Z_5 = 99м$

5.Вільний напір води у вузлових точках повинен бути: $H_{вільн1} = 8м$; $H_{вільн2} = 6м$; $H_{вільн3} = 8м$; $H_{вільн4} = 8м$; $H_{вільн5} = 6м$

6. Втрати напору в місцевих опорах прийняти – 10% від втрат напору по довжині трубопроводу

Розрахункова схема наводиться на рис. 1

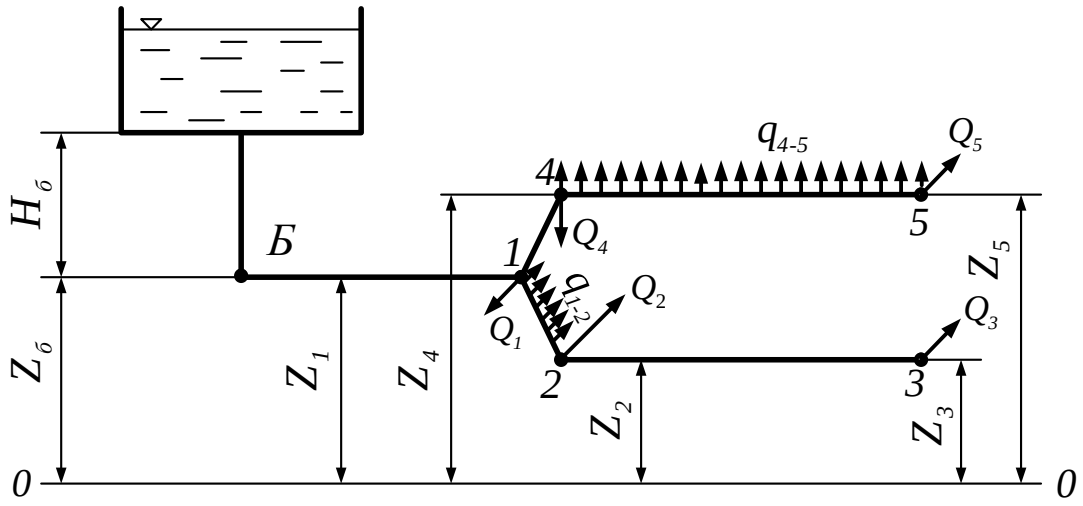

Рис. 1. Схема до розрахунку гідравлічно довгого трубопроводу.

3. Приклад розв'язку завдання

При розв'язанні завдання слід керуватися табл.1, яка в першу чергу є алгоритмом до розв'язання задачі а вже потім в неї вносяться дані вирахувань окремих показників.

Отже, намітивши ділянки трубопроводу згідно рис. записуємо їх в графу 1 табл.1. В графу 2 табл.1. записуємо довжину ділянок згідно з вихідними даними.

Транзитні витрати води (графа 3), які споживаються в кінці ділянки або на наступних ділянках вираховуються за формулою:

$$Q_{тр} = \sum_{1}^{n} Q_{вузл} + \sum_{1}^{n} Q_{ш}, \text{ а } Q_{ш} = q \bullet l$$

Наприклад для ділянки Б-1

$$Q_{Тр_{Б\text{-}1}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_{ш_{1\text{-}2}} + Q_{ш_{4\text{-}5}}.$$

Знайдемо

$$Q_{ш_{1\text{-}2}} = q_{1\text{-}2} \bullet l_{1\ 2} = 0{,}03 \bullet 100 = 3 л/с;$$

$$Q_{ш_{4\text{-}5}} = q_{4\text{-}5} \bullet l_{4\ 5} = 0{,}02 \bullet 100 = 2 л/с$$

Тоді

$$Q_{Тр_{Б\text{-}1}} = 2+3+5+2+4+3+2 = 21л/с$$

Транзитна витрата на ділянці 1-2: $Q_{Тр_{1\text{-}2}} = Q_2 + Q_3 = 3+5 = 8л/с$

За таким же порядком вираховуються транзитні витрати води на інших ділянках.

Шляхова витрата води $Q_ш$ (графа 4) враховується тільки на тих ділянках де вона є, тобто на ділянках 1-2 і 4-5.

Приймаємо, раніш вирахуванні, значення $Q_{ш_{1\text{-}2}} = 3л/с$ і $Q_{ш_{4\text{-}5}} = 2л/с$ і вносимо їх в графу 4 табл.1.

На ділянках Б - 1; 2 - 3 і 1- 4 вона відсутня.

Розрахункову витрату води (графа 5) визначаємо за формулою . $Q_р = Q_{тр} + 0{,}5Q_ш$ Згідно з цим , наприклад, на ділянці Б-1:

$Q_{р_{Б\text{-}1}} = Q_{Тр_{Б\text{-}1}} = 21л/с$; на ділянці1-2:

$Q_{р_{1\text{-}2}} = Q_{Тр_{1\text{-}2}} + 0{,}5Q_{ш_{1\text{-}2}} = 8 + 0{,}5 \cdot 3 = 9{,}5л/с.$

Аналогічно виконуємо розрахунки і по іншим ділянкам. Діаметр трубопроводу (графа 6) визначаємо залежно від розрахункової витрати води $Q_р$.

Фактичну швидкість руху води (графа 7) визначаємо за формулою :

$$V = \frac{4Q_р}{\pi d^2}$$

Питомий опір трубопроводу А $(с/м^3)^2$ (графа 8) приймаємо за матеріалами [1]. Поправочний коефіцієнт на швидкість β (графа 9) приймаємо за даними [1].

Втрати напору $h_в$, м (графа 10) вираховуються за формулою :

$$h_в = Al_p Q_p^2 \beta,$$

де $l_p = 1{,}1 \cdot l$, чим враховуються втрати напору в місцевих опорах, які згідно умови складають 10% від втрат напору по довжині трубопроводу.

Оскільки висота водонапірної башти визначається для кожної вузлової точки водопровідної мережі, то відповідно до цього необхідно знайти втрати напору від водонапірної башти до кожної з них (графа 11). Наприклад, втрати напору на ділянці від башти до точки 1 будуть: $\sum_{Б}^{1} h_{в_2} = h_{в_{Б\text{-}1}}$; $\sum_{Б}^{2} h_{в_2} = h_{в_{Б\text{-}1}} + h_{в_{1\text{-}2}}$ і т.д.

Висоту башти для кожної (***i***-тої) точки знаходимо за формулою:

$$H_{б_i} = H_{в\,ільї} + \sum_{Б}^{i} h_в + (Z_1 - Z_б)$$

Будівельна висота башти приймається за найбільшим її значенням (в нашому прикладі точка 3). За даними [1], вона становить 12 м.

Для прийнятої будівельної висоти водонапірної башти вираховуємо п’єзометричну висоту стовпа води на початку і в кінці ділянок за формулою, тобто $H_п = Z_б + H_{Б_{буд}} - \sum_{Б}^{i} h_в$.

Таблиця 1- Результати розрахунку гідравлічно довгого трубопроводу

Ділянки	l, м	Витрата, л/с			d, мм	V, м/с	A, $(с/м^3)^2$	β	$h_в$, м	$\sum_{Б}^{i} h_в$	$H_{бі}$, м	При $H_{б.буд}$=12м $H_п$, м	
		$Q_{Тр}$	$Q_{Ш}$	$Q_Р$								На початку ділянки	В кінці ділянки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Б-1	200	21	-	21	200	0,67	8,11	1,080	0,85	0,85	5,87	112	111,15
1-2	100	8	3	9,5	125	0,77	96,11	1,045	1,17	2,03	5,03	111,15	109,97
2-3	300	5	-	5,0	100	0,63	312,1	1,100	2,83	4,86	11,86	109,97	107,14
1-4	200	8	-	8,0	125	0,65	96,1	1,040	1,41	2,26	7,26	111,15	109,74
4-5	100	4	2	5,0	100	0,63	312,1	1,100	0,94	3,20	8,20	109,74	108,80

4.Самостійне завдання

Самостійно виконати гідравлічний розрахунок розподільчої водопровідної мережі згідно поставленого завдання за наступними варіантами – Таблиця 2, варіант вибирається по останній цифрі номера залікової книжки.

Таблиця 2 - Вихідні дані для виконання завдання

Вихідні дані	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{1,}$ *л/с*	2	3	5	2	4	3	5	2	4	5
$Q_{2,}$ *л/с*	3	4	5	2	3	4	5	3	2	4
$Q_{3,}$ *л/с*	4	3	2	5	4	3	2	3	2	5
$Q_{4,}$ *л/с*	2	4	3	5	2	4	3	5	2	3
$Q_{5,}$ *л/с*	4	3	2	5	3	2	4	5	3	2
q_{1-2}, *л/(с· м)*	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,02
$q_{4-5,}$ *л/(с· м)*	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
$l_{б-1, м}$	100	200	400	300	400	200	100	150	200	250
$l_{1-2, м}$	200	100	300	100	150	250	150	300	200	100
$l_{2-3, м}$	100	200	400	300	400	200	100	150	200	250
$l_{1-4, м}$	200	100	300	100	150	250	150	300	200	100
$l_{4-5, м}$	100	200	400	300	400	200	100	150	200	250
$Z_{Б, м}$	100	99	98	96	94	90	91	92	93	94
$Z_{1, м}$	99	98	94	98	97	93	92	95	93	98

$Z_{2,\ м}$	96	93	92	96	97	93	94	95	92	96
$Z_{3,\ м}$	95	93	96	94	95	98	99	100	95	94
$Z_{4,\ м}$	99	98	94	98	97	93	92	95	93	98
$Z_{5,\ м}$	100	99	98	96	94	90	91	92	93	94
$H_{\text{від } 1,\ м}$	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
$H_{\text{від } 2,\ м}$	6	4	5	6	5	4	5	4	5	4
$H_{\text{від } 3,\ м}$	8	7	6	6	7	5	7	6	5	6
$H_{\text{від } 4,\ м}$	6	4	5	6	7	8	6	7	6	7
$H_{\text{від } 5,\ м}$	8	5	8	9	7	3	5	8	5	6