

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**



**Кафедра
«Технічні системи технологій
тваринництва»**

**Методичні вказівки для виконання дипломного
і курсового проектів**

**на тему: «МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ПОТОКОВОЇ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА
НАПУВАННЯ»**

2016

Методичні вказівки для виконання дипломного і курсового проектів для студентів ОКР «Бакалавр» напрям 6.100102 – «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016. – 28 с.

Розробив: ст. викл. Дереза С.В.

Рецензент: доцент Скляр О.Г.

Розглянуто і схвалено до перезатвердження на засіданні кафедри ТСТТ, протокол № 10 від 19 травня 2016 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол №9 від 27 травня 2016 року.

ЗМІСТ

ВАРІАНТИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ	4
1 ЗООТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ ВОДОПОСТАЧАННЯ	4
1.1. Джерела і системи водопостачання	5
2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЛІНІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ	8
2.1 Розрахунок лінії водозабезпечення	8
2.1.1 Загальні витрати води на тваринницькій фермі	8
2.1.2 Гідравлічний розрахунок мережі водопостачання	13
2.1.3 Розрахункові витрати води	16
2.1.4 Визначення продуктивності насоса та місткості і висоти	14
2.2 Розрахунок водозабезпечення на пасовищах	26
ЛІТЕРАТУРА	28

ВАРІАНТИ

вихідних даних для розрахунку потокової лінії водозабезпечення ферм

Споживачі води	Одиниця виміру	Кількість споживачів									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ферма ВРХ	голів	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Свино-ферма	голів	300	400	500	600	700	800	200	1000	1100	1200
Кури	голів	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Вівці	голів	600	800	1000	1500	1700	1800	2000	2100	2300	2500
Кормоприготування	голів	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Забійний пункт ВРХ	голів	30	50	70	100	120	150	180	200	250	300
Забійний пункт дрібної худоби	голів	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Машинний пункт	кількість машин	10	15	20	25	30	35	15	18	21	22
Комунальні потреби, баня	чол.	10	15	20	15	10	15	12	10	12	20
Їдальня	чол.	15	20	20	20	15	10	12	14	16	25

1 ВОДОПОСТАЧАННЯ

Продуктивність та стан здоров'я тварин і птиці залежать не тільки від рівня годівлі, а також від своєчасного забезпечення їх доброякісною водою. Тому при проектуванні системи водозабезпечення ферми, спочатку вивчають вимоги до

питної води і методи визначення основних її якісних показників, а потім проводять розрахунки споживання води за добу, визначають необхідний напір в системі, вибирають тип водопійомної установки, визначають місткість і висоту установки водонапірної башти і обґрунтовують типи напувалок.

1.1 ДЖЕРЕЛА І СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Як джерела водопостачання ферм використовують бурові свердловини, шахтні та поверхневі джерела. Бурові свердловини використовують для підйому води з потужних водоносних горизонтів. Вони надійно захищені від бактеріального забруднення. Вода в них характеризується сталістю температури, і хоча спорудження бурових свердловин потребує значних витрат коштів, вони широко застосовуються для механізованого водопостачання тваринницьких комплексів і ферм.

Шахтні колодязі використовуються для забору підґрунтових вод, які залягають на глибині 30-40 м.

Поверхневі джерела (ставки, річки) легко піддаються бактеріальному забрудненню, а їх очищення потребує значних капіталовкладень. Тому поверхневі джерела для механізованого водопостачання ферм застосовуються дуже рідко. Дебітом джерела називають кількість води, яка надходить в нього за одиницю часу.

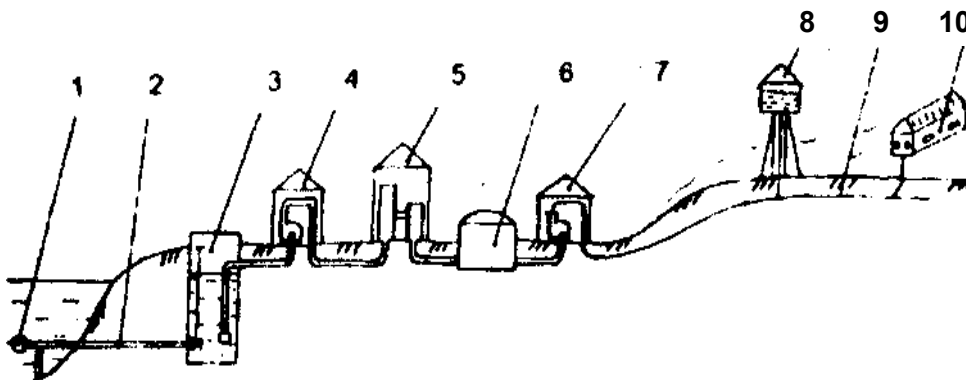


Рисунок 1.1 – Загальна схема механізованого водопостачання

1 – приймальний пристрій; 2 – самопливна труба; 3 – приймальний колодязь; 4 – насосна станція першого піднімання; 5 - очисні споруди; 6 – резервуар для чистої води; 7 – насосна станція другого піднімання; 8 – водонапірна башта; 9 – водопровідна мережа; 10 – тваринницьке приміщення

Для подачі води тваринам або птиці на фермах використовують різні системи (схеми водопостачання). Система водопостачання (рисунок 1.1) являє собою комплекс інженерних споруд необхідних для забезпечення водою відповідної якості в необхідній кількості ферми. Взаємне розміщення окремих споруд системи водопостачання і їх склад бувають різними в залежності від призначення, місцевих природних умов і санітарних вимог. Схема водопостачання в основному визначається видом джерела води.

Вода для напування тварин, птиці і споживання населенням і робітниками ферм повинна відповідати вимогам на питну воду згідно державного стандарту.

Якість води характеризується її фізичними, хімічними і бактеріологічними властивостями. До фізичних властивостей води відносяться її температура, колір, забрудненість, смак і запах.

Температура води поверхневих джерел залежить від температури повітря і може змінюватися протягом року від 0 до 25⁰С. Температура води підземних джерел відносно постійна і змінюється в межах 9...11⁰С. Для напування тварин рекомендується вода, яка має температуру 8...25⁰С, в залежності від їх виду і віку. Вода з низькою температурою шкідлива для здоров'я, а з високою – не зменшує спрагу.

Колір води характеризується в основному наявністю в ній гумінових речовин, кількість яких вимірюється в градусах. Він визначається по платинокобальтовій шкалі шляхом порівняння з кольором еталону. Один градус цієї шкали відповідає кольору одного літра води, забарвленої одним міліграмом порошку платини. По нормі якість кольору питної води повинна відповідати 20°.

Забрудненість визначається вмістом у воді органічних або мінеральних речовин, мг/л. Вода підземних джерел має невелику забрудненість, а поверхневих залежить від їх виду і пори року. Забрудненість питної води повинна бути не більше 2 мг/л.

Смак і запах води залежить від мікроорганізмів і визначається по п'ятибальній системі при нагріванні води до 20⁰С. По нормам якість питної води по запаху і смаку не повинна перевищувати 2 бали.

Хімічні властивості води характеризуються слідуючими показниками: активною реакцією, жорсткістю, окисленням і вмістом солей

Активна реакція рН показує ступінь кислотності або лужності води і характеризує концентрацію водневих іонів виражених в гамах-іонах на 1 л розчину.

Вода, забруднена органічними речовинами і продуктами гниття, має

7лужну реакцію, а стічними водами промислових підприємств – кислу. Якщо $pH = 7$ - середовище нейтральне; при $pH < 7$ - середовище кисле, а при $pH > 7$ - середовище лужне. Доброякісна питна вода повинна мати нейтральну або слаболужну реакцію в межах $pH - 6,5...9,5$.

Жорсткість води визначається вмістом в ній солей кальцію і магнію. Вона виражається в $\frac{мг \cdot экв}{л}$. Вода підземних джерел має більшу жорсткість ніж поверхневих.

Питна вода повинна мати жорсткість не більше $7 \frac{мг \cdot экв}{л}$. Окислення обумовлене вмістом у воді розчинених органічних речовин і Окислення виражається кількістю міліграмів в воді кисню, необхідних для окислення органічних речовин розчинених в одному літрі води В доброякісній питній воді величина окислення повинна бути не більше 2,5 мг/л. Вміст в воді розчинених солей характеризується щільним залишком В доброякісній воді щільний залишок повинен складати не більше 100 мг/л, а вміст свинцю не більше 0,1 мг/л.

Ступінь бактеріальної забрудненості води визначається кількістю бактерій, які містяться в 1 м³ води. Вода підземних джерел майже не забруднена бактеріями. Бактеріальну забрудненість води вимірюють колі-тітром і колі-індексом. Колі-тітр це об'єм води в см³, в якому міститься одна кишечна паличка. Колі-індекс це кількість кишечних паличок, які містяться в 1 л води. В питній воді кількість кишечних паличок в 1 л води не повинно перевищувати трьох. Тітр кишечних паличок повинен бути не менше 300.

Виходячи із вимог якості і кількості води вибирають джерело водозабезпечення.

Щоб запобігти забрудненню води в джерелах, в місцях забору води із них, відводять зону санітарної охорони.

Зона санітарної охорони включає три пояси з різними режимами охорони

Межа першого поясу для річки розташована від місця забору води на відстані 200 м вгору по течії і 100 м вниз і на 100 м в обидва боки по ширині річки.

При заборі води із озер і водосховищ межа зони першого поясу має вигляд кола з радіусом 200 м Радіус кола межі першого поясу зони санітарної охорони, для підземних джерел дорівнює 30 м, а площа, яку відокремлює ця межа складає

0,25 га При використанні ґрунтових вод цей радіус дорівнює 50 м, а площа відповідно 1 га. Територію першого поясу відокремлюють огорожею і зеленими насадженнями. В ній забороняється зводити будівлі для проживання людей і утримання тварин і птиці.

Другий пояс включає джерело водозабезпечення і басейн його живлення, тобто територію і акваторію, які мають вплив на формування якості води джерела. В межах другого поясу включаються населені пункти і виробничі підприємства, які мають вплив на джерело води. В зоні другого поясу необхідно проводити оздоровчі заходи і при необхідності обмежувати господарську діяльність.

Третій пояс зони санітарної охорони межує з другим. На території цього поясу проводять спостереження за інфекційними захворюваннями, щоб своєчасно запобігти їх розповсюдженню через водопровід питної води.

Схеми мереж водопостачання ферм бувають тупиковими, кільцевими і змішаними. Тупикові мережі в порівнянні з кільцевими мають меншу довжину, і відповідно, меншу вартість будівлі, але кільцеві мережі більш надійні в експлуатації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЛІНІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1 РОЗРАХУНОК ЛІНІЇ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Розрахунок лінії водозабезпечення починається з розробки схеми лінії, на якій наносяться: насосна станція, напірно-регулюючі споруди, споживачі води (рисунки 1.2). Починаючи з кінцевих споживачів на схему наносять кількість споживання води і довжину ділянки водопроводу.

2.1.1 Загальні витрати води на тваринницькій фермі залежать від виду і поголів'я тварин, від кількості технологічних операцій, на які витрачається вода, від кількості обслуговуючого персоналу.

Для визначення необхідної кількості води визначають всіх споживачів з урахуванням перспективи розвитку господарства.

Для розрахунків приймають наступні норми витрат води на одну голову тварин, птиці, звірів та інших споживачів, таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 - Добова норма витрат води одним споживачем

В літрах

Споживач	Норма витрат води	Споживач	Норма витрат води
Корови дійні	100	Кнури	25
Корови м'ясні	70	Свиноматки з	60
Бики і нетелі	60	Свиноматки без поросят	25
Молодняк великої рогатої	30	Поросята віком до 2-х місяців	5
Телята	20	Свині на відгодівлі	15
Коні робочі	60	Кури	1,0
Коні племені	80	Індики	1,5
Жеребці	70	Качки і гуси	2,0
Жереб'ята віком до	45	Норки і соболі	3,0
Вівці дорослі	10	Лисиці і песці	7,0
Молодняк овець	5	Кролі	3,0
Споживач			Норми витрат
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ПІДПРИЄМСТВА:			
Молочні підприємства - молочні, маслоробні, сироварні, молочно-сметанні (на 1 л переробленого молока в середньому)			5-8
Охолодження молока на 1 л			3
Миття посуду на фермах, на 1 л молока			0,5
Кормоприготування на 1 корову			20
КОРМОКУХНЯ:			
на основну свиноматку			20
на відгодівельній свинофермі на 1 голову			6
Миття коренеплодів, на 1 кг кормів			0,5-1,0
Зволоження солом'яної різки перед запарюванням на 2 кг			1,0-1,5
Осолоджування, дріжджування, на 1 кг			1,5-2,0
Приготування густих мішанок для свиней і птиці, на 1 кг			0,75-1,0

Продовження таблиці 1.1

Приготування сінного настою на 1кг	5,0-7,0
Щомісячне миття підлог з брансбойта, на м ³	3,0-5,0
Живлення парового котла на 1 м ² поверхні нагріву, год	25-30
ЗАБІЙНІ ПУНКТИ:	
На 1 голову ВРХ	300
На 1 голову дрібної худоби	100
МАШИННІ ПОТРЕБИ:	
На 1 трактор	120-150
На 1 автомобіль (живлення)	140-200
ГАРАЖ З ВОДОПРОВОДОМ:	
На 1 мотоцикл	25
На 1 автобус	700-1000
На 1 легковий автомобіль	500-600
Щомісячне миття машин кормоцеху – на одну машину витрат води, л/добу	50
КОМУНАЛЬНІ ПОТРЕБИ:	
Баня на 1 чол.	150
Громадська їдальня на 1 відвідувача	15
Контора на 1 службовця	20
Душ на одного чоловіка	40
Поливка вулиць і зелених насаджень, на 1 м ³	1,5

Для корів і телят в указані норми і гаряча вода температурою 45...47°C відповідно 5 і 2 л.

Для водозабезпечення обслуговуючого персоналу ферми добова норма витрат води на одного чоловіка складає: постійно працюючого - 60 л і тимчасово працюючого - 25 л.

В жарких і засушливих районах дозволяється збільшувати всі норми витрат води до 25 %.

Витрати води на фермі дуже нерівномірні як протягом року, так і протягом доби

Загальна кількість води на добу $Q_{з,доб}$ для ферми визначається за допомогою рівняння

$$Q_{з.доб} = (q_1 n_1 + q_2 n_2 + q_3 n_3 \dots q_N n_N) = \sum_{i=1}^N q_i n_i, \quad (1.1)$$

де $q_1, q_2, q_3 \dots q_N \dots q_i$ - відповідно середньодобова норма витрат води одним споживачем, л;

$n_1, n_2, n_3 \dots n_N, n_i$ - відповідно кількість споживачів;

N - кількість одноіменних груп споживачів.

Якщо в загальні добові витрати води ферми ввійшли тільки витрати на споживання тваринами, або птицею то кількість води для інших споживачів $Q_{ін}$ розраховується за формулою

$$Q_{ін} = 0,3 \cdot Q_m, \quad (1.2)$$

де Q_m - добове споживання води тваринами або птицею, л.

Кількість води для потреб обслуговуючого персоналу $Q_{об}$ ферми визначається за формулою

$$Q_{об} = \frac{m_m \cdot g_p}{P}, \quad (1.3)$$

де m_m - кількість тварин або птиці на фермі;

g_p - середньодобове споживання води одним працівником ферми, л;

P - середня кількість голів яку обслуговує один робітник ферми

молочнотоварна форма - $P = 13 \dots 18$,

свиноферма - $P = 50 \dots 70$,

вівцеферма - $P = 90 \dots 120$

Таким чином, добове споживання води фермою буде дорівнювати

$$Q_{доб} = Q_{з.доб} + Q_{ін} + Q_{об} \quad (1.4)$$

Максимальні добові витрати води на фермі $Q_{max.д}$ дорівнюють

$$Q_{max.д} = Q_{доб} \cdot L_{об}, \quad (1.5)$$

де $L_{доб} = 1,3$ - коефіцієнт нерівномірності споживання води протягом доби.

В розрахунках мережі водопостачання ферми і водонапірного резервуару використовують величину максимального споживання води за годину, $Q_{max.г}$, яка розраховується за формулою

$$Q_{max.г} = \frac{Q_{max.д} \cdot L_g}{24}, \quad (1.6)$$

де $L_g = 2,5$ - коефіцієнт нерівномірності споживання води протягом години.

Максимальні витрати води за секунду

$$Q_{\max.c} = \frac{Q_{\max.z}}{3600} \quad (1.7)$$

Для нормальної роботи системи водопостачання необхідно, щоб продуктивність водяного насоса Q_H була більшою, або дорівнювала максимальним добовим витратам на фермі

$$Q_H = \frac{Q_{\max.d}}{t_z \cdot n_z}, \quad (1.8)$$

де t_z - час роботи насоса протягом зміни, год;
 n_z - кількість змін роботи на добу.

Діаметр основного трубопроводу d на фермі визначається за формулою

$$d = \sqrt[2]{\frac{Q_{\max.c}}{\pi \cdot V_B}}, \quad (1.9)$$

де V_B - швидкість руху води в трубі, м/с.

Швидкість руху води вибирається із (таблиці 1.2), в залежності від витрат води в межах 0,5...1,25 м/с.

Таблиця 1.2 - Параметри водопровідних труб

Труба	Діаметр, мм	Витрати води, л/с		Швидкість руху води, м/с	
		min	max	min	max
Чавунні і сталеві	100	4	8,5	0,51	1,08
	125	7	14	0,57	1,14
	150	11	21	0,62	1,19
	200	20	38	0,64	1,21
	250	35	63	0,71	1,28
	300	55	95	0,78	1,35
	350	80	130	0,83	1,38
Асбоцементні	100	5	10	0,63	1,26
	119	8	15	0,72	1,35
	141	12	23	0,77	1,47
	189	22	41	0,79	1,48
	235	36	65	0,83	1,49
	279	56	96	0,90	1,52
	322	80	130	0,96	1,56

Крім того, на фермі повинен бути запас води для гасіння пожеж. Він повинен бути таким, щоб забезпечити подачу 10... 20 л/с води для місця пожежі протягом трьох годин.

2.1.2 Гідрравлічний розрахунок мережі водопостачання включає: вибір і розробку розрахункової схеми, визначення витрат води групами споживачів; розрахунок економічно найбільш вигідних діаметрів труб на ділянках мережі; визначення втрат напору. Розрахункову схему водопостачання, (рисунк 1.2), розробляють в залежності від кількості груп споживачів, траси водопровідної мережі, місця розташування джерела води, насосної станції, очисних споруд, напірно-регулюючих пристроїв. На схему наносять такі дані: номери вузлів (в кружках), витрати за секунду q на кожній ділянці, довжину l кожної ділянки, геодезичні рівні споживачів Z і всі змонтовані прилади і споруди.

Витрати води на кожній ділянці мережі водопостачання складаються із витрат за секунду всіх споживачів цієї ділянки.

Необхідно враховувати, що через всі ділянки мережі водопостачання проходять два потоки витрат води: шляховий $q_{ш}$ достатній для забезпечення потреб споживачів на цій ділянці і транзитний $q_{т}$ для забезпечення споживачів за межами цієї ділянки. Таким чином, на початку кожної ділянки мережі загальні витрати води будуть дорівнювати сумі шляховим і транзитним, а в кінці тільки транзитним.

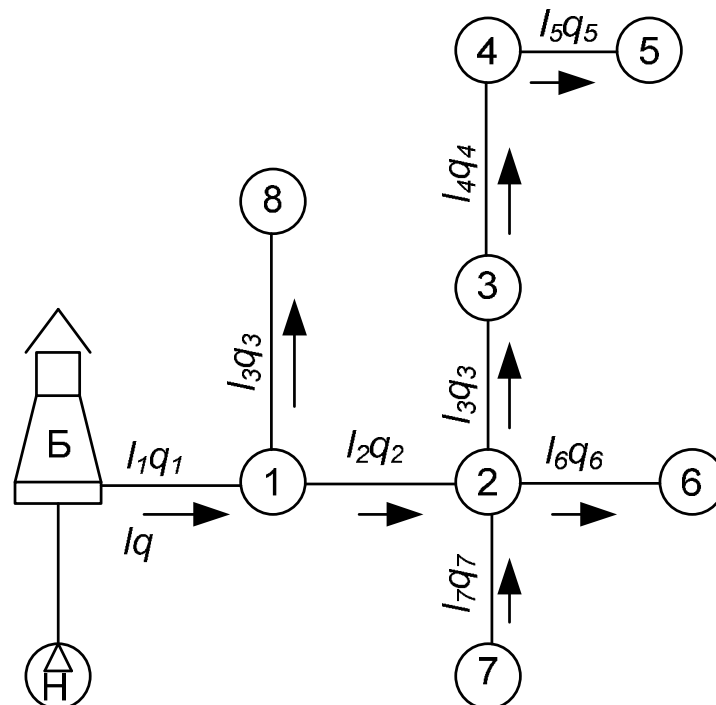


Рисунок 1.2 - Розрахункова схема тупикової системи водопостачання
 l - довжина ділянки, q - розрахункові витрати води на ділянках: B - водонапірна башта; H - насосна станція

Враховуючи вище сказане розрахункові витрати води q_p на кожній ділянці мережі можна визначити із рівняння

$$q_p = q_m + 0,5q_{ш} \quad (1.10)$$

Розрахункові витрати води на ділянках мережі обчислюють починаючи від самого віддаленого споживача і закінчують біля водонапірної башти.

По розрахунковим витратам води і в залежності від допустимої швидкості її руху, за допомогою рівняння (1.9) для кожної ділянки мережі обчислюють внутрішній діаметр трубопроводу.

В трубах які підходять до пожежних гідрантів швидкість води при тушінні не повинна бути більше 2,5 м/с. Якщо вона перевищує цей рівень, то діаметр труби розраховують виходячи із швидкості 2...2,5 м/с.

При тушінні пожежі розрахункові витрати води $q_{p.пож}$ будуть дорівнювати

$$q_{p.пож} = q_p + q_{с.пож}.$$

де $q_{с.пож} = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$ - витрати води на тушіння пожежі.

Розрахований за формулою (1.9) діаметр труби округлюють до найближчого стандартного розміру, (таблиця 1.2), враховуючи рекомендовані межі руху води. Використовуючи вибрані стандартні діаметри труб, визначають дійсну швидкість руху води V_g

$$V_g = \frac{4q_p}{\pi d_c^2}, \quad (1.12)$$

де d_c^2 - вибраний стандартний діаметр труби, м.

Якщо розрахована дійсна швидкість води буде більше допустимої, то приймають більший стандартний діаметр труби.

Після визначення діаметрів труб розраховують втрати тиску h на кожній ділянці водопроводу. В межах водопроводу з трубами круглого перерізу тиск витрачається на подолання опору тертя h_m води по стінках труб на всій їх довжині і на подолання опору місцевих перепон $h_{\text{м}}$ (різного виду коліна, крани, розширення та звуження труб, клапани та інші) Таким чином загальні витрати тиску на ділянці мережі водопроводу будуть дорівнювати

$$h = h_m + h_{\text{м}} \quad (1.13)$$

Втрати тиску по довжині трубопроводу визначаються за формулами

$$h_m = \frac{\lambda V_b l}{2g d_c}, \quad (1.14)$$

або

$$h_m = \frac{0,0827 \cdot l \cdot q_p^2}{d_c^5}, \quad (1.15)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного опору, який залежить від матеріалу труб, їх діаметра і шершавості стінок (для приблизних розрахунків можна приймати $\lambda = 0,03$);

l - довжина ділянки водопроводу, м;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння.

Для більш точних розрахунків коефіцієнт гідравлічного опору приймають для чавунних і сталевих труб - 0,02, азбоцементних - 0,025, бетонних – 0,022 і дерев'яних - 0,019.

Втрати напору на подолання місцевих перепон розраховують за формулою

$$h_m = \frac{\sum \xi V_b^2}{2g}, \quad (1.16)$$

де $\sum \xi$ - сума безрозмірних коефіцієнтів місцевого опору на ділянці водопроводу.

Величини коефіцієнтів місцевого опору дорівнюють: для сталевих відводів під кутом 90° з діаметром труби 380..400 мм - 0,16..0,21, для чавунних – 0,16...0,39; для трійника встановленого під кутом 90° - 1...1,5; для прохідних вентилів нормального типу - 3,9 і з вільним ходом - 0,6; для зворотних клапанів діаметром 40...80 мм – 10...22, діаметром 100...400 мм -2,5...8; для прийомних клапанів діаметром 40...80 мм – 8...12, діаметром 100...400 мм – 3...7; для заслінок при повному їх відкритті 0,81...2,06; для прохідних кранів при повному їх відкритті - 0,29...3,10.

Для трубопроводів значної довжини з великою кількістю заслінок, поворотів звужень та інших перепон місцеві втрати тиску складають 3...5 % від h_m цієї ділянки, а для мереж тваринницьких ферм – 5,10 % від h_m кожної ділянки.

Для якісної роботи пристроїв які забезпечують використання води в кожному пункті мережі повинен залишатись ще достатній запас напору, який називають вільним напором B зовнішній водопровідній мережі ферми, згідно

норм технологічного проектування, він повинен бути не менш 10 м, а в приміщеннях для автонапувалок - 4 м і для водорозбірних кранів - 2 м.

2.1.3 Вихідними даними для розрахунку водопровідної мережі приміщення є норми витрат води споживачами, норми вільних напорів схема внутрішньої мережі. Як правило в тваринницьких приміщеннях мережа водопостачання виготовляється по тупиковій схемі.

Розрахункові витрати води q_{pn} для напування тварин або птиці визначають за формулою

$$q_{pn} = P_u n_a, \quad (1.17)$$

де P_u - інтенсивність споживання води із напувалки твариною або птицею, л/с, таблиця 1.3;

n_a - кількість автонапувалок, які використовуються одночасно, таблиця 1.4.

Кількість автонапувалок n_a приймають в залежності від загальної їх кількості n_y в приміщенні і ймовірності їх одночасної дії. Ймовірність дії автонапувалок B дорівнює

$$B = \frac{g_{с.ж.} \cdot \alpha_z \cdot m_p}{86400 \cdot P_u}, \quad (1.18)$$

де $g_{с.ж.}$ - добові витрати на поїння однієї тварини або птиці, л;

m_p - кількість тварин, яких обслуговує одна напувалка;

α_z - коефіцієнт нерівномірності, $\alpha_z = 2,5$.

Кількість води на поїння однієї голови складає 90...95% від норми наведеної в (таблиці 1.1).

Розрахункові витрати води різними водорозбірними приладами Q_n на ділянці водопроводу визначається за формулою

$$Q_n = \sum \frac{q_n n_{\text{л}} \Pi}{100}, \quad (1.19)$$

де q_n - витрати води одним приладом, м³/с, таблиця 1.5;

n_n - кількість однотипних водорозбірних приладів;

Π - процент одночасно діючих приладів, таблиця 1.5.

Розрахункові витрати води на технологічні потреби визначають згідно технологічних норм.

Діаметр труб розраховують за формулою (1.9). Вільний напір у кранів і умивальних бачків повинен складати 2 м, у змішувачів лазні - не менше 4 м, у

автонапувалок його приймають згідно паспортних даних.

Таблиця 1.3 – Інтенсивність споживання води із автонапувалок

В літрах за секунду

Споживач	Інтенсивність споживання	споживач	Інтенсивність споживання
Велика рогата худоба		Коні:	
корови	0,1	дорослі	0,1
бики і нетелі	0,07	молодняк	0,05
молодняк	0,05	Вівці	0,025
Свиноматки з поросятами	0,04	Звірі: лисиці і песці	0,005
Свині на відгодівлі	0,03	норки, соболі кролі	0,003

Таблиця 1.4 – Кількість одночасно діючих напувалок

В літрах в секунду

$n_y B$	n_a	$n_y B$	n_a	$n_y B$	n_a
0,015	1	9,6	20	48,5	70
0,15	2	11,0	22	53	75
0,39	3	12,4	24	57	80
0,70	4	13,8	26	61	85
1,08	5	15,2	28	66	90
1,47	6	16,8	30	70	95
1,9	7	18,2	32	75	100
2,4	8	19,6	34	83	110
2,9	9	21,0	36	92	120
3,5	10	23,0	38	100	130
3,9	11	24,4	40	110	140
4,6	12	26,0	42	118	150
5,2	13	27,5	44	127	160
5,7	14	29,0	46	136	170
6,3	15	30,5	48	145	180
7,0	16	32,5	50	154	190
7,6	17	36,5	55	163	200
8,2	18	40,5	60		
8,9	19	44,5	65		

Таблиця 1.5 – Витрати води водорозбірними приладами і процент їх одночасної дії

Прилад	Витрати води, л/с	Кількість одночасно діючих приладів, проц.
Проточна жолобкова напувалка для птиці	0,05	100
Кран для заповнення водопійних корит і напувалок крім автоматичних	0,30	100 (з одним краном) 50 (більше двох кранів)
Кран для миття підлоги	0,50	Згідно технології проекту
Пристрій для підмивання вим'я	0,07	100

Після попереднього визначення діаметрів труб на всіх ділянках мережі визначають необхідний напір h_m на вході трубопроводу в приміщення

$$h_m = h_z + h_c + \sum_m h_n$$

де h_z - перевищення рівня найдаліше і найвище розташованого споживача води над рівнем необхідного напору (наприклад підлоги приміщення), м;

h_c - нормативний вільний напір критичного приладу, м;

$\xi_m = 1,15$ – коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору;

h_n - загальна кількість втрат напору на подолання опору тертя води по стінках труб на всій їх довжині м.

Якщо розрахований за формулою (1.20) напір значно відрізняється від напору на вході в приміщення, який повинен бути 7...12 м, то діаметр труб необхідно змінити.

2.1.4 Продуктивність насоса лінії водопостачання, місткість і висоту напірно-регулюючого резервуара (башти) визначаються за такою методикою.

Продуктивність насоса або насосної станції для подачі води в резервуар визначають за такою формулою

$$Q_n = \frac{Q_{\max} \cdot D \cdot \alpha_n}{t_3 \cdot n_3}, \quad (1.21)$$

де $\alpha_n = 1,05 \dots 1,10$ - коефіцієнт, який враховує витрати води на власні потреби

при наявності очисних споруд.

Загальний час роботи насосів за добу повинен складати 14...16 годин при цілодобовому забезпеченні їх електроенергією і бути меншим при періодичному забезпеченні.

Кількість насосів визначається за формулою

$$n_n = \frac{Q_n}{q_r}, \quad (1.22)$$

де q_r - продуктивність вибраного насоса, м/год.

Витрати води на фермі протягом доби нерівномірні. Водонапірні споруди дозволяють їх регулювати, забезпечують сталий режим роботи водорозбірних пристроїв, створюють аварійний і протипожежний запаси води. На фермах водонапірні споруди використовуються, як правило, суцільнометалеві, збірноблочні башти або безбаштові автоматичні водопідйомні установки.

Місткість резервуара водонапірної башти V_6 розраховується за формулою

$$V_6 = V_p + V_n + V_a, \quad (1.23)$$

де V_p - регулююча місткість резервуара башти, м³;

V_n - протипожежна місткість резервуара, м³;

V_a - аварійна місткість резервуара, м³.

Регулююча місткість резервуара башти визначається методом складання розрахункової (таблиці 1.7), або методом побудови графіка (рисунок 1.3) на основі даних витрат води споживачами протягом доби, (таблиця 1.6) і подачі її в резервуар насосною станцією.

Таблиця 1.6 – Витрати води протягом доби на фермах

Години доби	Витрати води в процентах від			
	Велика рогата худоба	Свині	Вівці	Птиця
0...1	3,1	0,25	0,6	-
1...2	2,1	0,50	0,7	-
2...3	1,9	0,50	0,5	-
3...4	1,9	0,75	0,9	-
4...5	1,7	3,75	1,6	-
5...6	1,9	6,00	1,6	-

Продовження таблиці 1.6

6...7	3,3	6,00	7,4	3
7...8	3,5	5,50	16,0	6
8...9	6,1	3,25	10,3	10
9...10	9,1	3,5	5,8	8
10...11	8,6	6,0	8,6	8
11...12	2,9	8,5	2,1	10
12...13	3,3	8,5	12,6	6
13...14	4,3	6,0	5,1	6
14...15	4,8	5,0	9,0	8
15...16	2,9	5,0	4,4	8
16...17	10,0	3,0	3,5	8
17...18	4,8	3,5	3,5	10
18...19	2,9	6,0	4,0	5
19...20	3,1	6,0	3,5	4
20...21	2,6	6,0	2,3	-
21...22	6,5	3,0	1,3	-
22...23	5,3	2,0	0,4	-
23...24	3,4	1,0	0,3	-
Всього	100	100	100	100

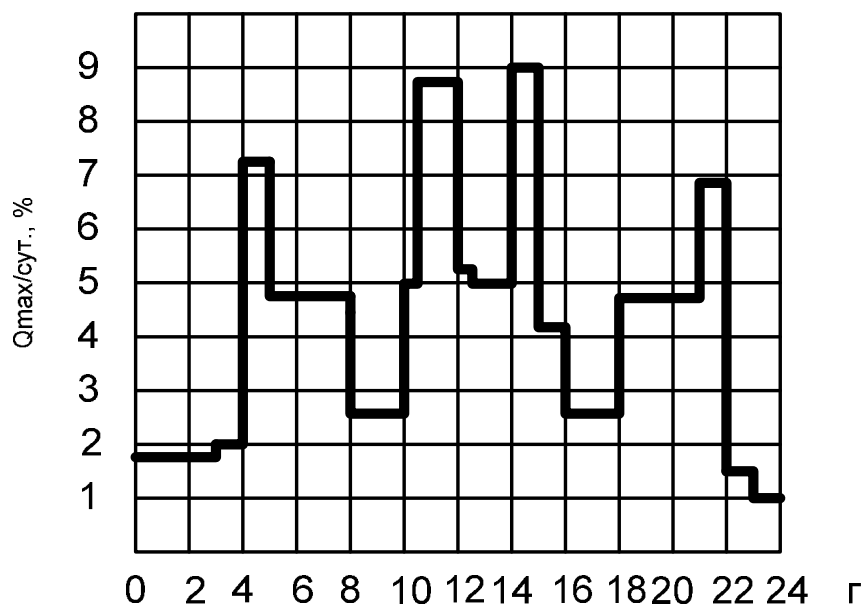


Рисунок 1.3 – Добовий графік водопостачання

Для того, щоб скласти розрахункову таблицю або побудувати графік

необхідно визначити продуктивність насосної станції за добу (1.21), яка подає воду в резервуар башти.

Наприклад, на фермі великої рогатої худоби, яка споживає за добу $73,4 \text{ м}^3$ води, згідно добового графіка, (таблиця 1.6), необхідно визначити регулюючу місткість резервуара башти при безперервній роботі насосної станції 16 і 24 години на добу.

$$Q_{H16} = \frac{73,4 \cdot 1,05}{2 \cdot 8} = 4,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$Q_{H24} = \frac{73,4 \cdot 1,05}{3 \cdot 8} = 3,2 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де Q_{H16} , Q_{H24} - відповідно продуктивність насосної станції при роботі протягом доби 16 і 24 години, $\text{м}^3 / \text{год}$.

Ці продуктивності складають 6,25 і 4,2 відсотки від $Q_{\text{max.д}}$.

Погодинне споживання води фермою в процентах від $Q_{\text{max.д}}$ із (таблиці 1.6) заносимо в другу колонку (таблиці 1.7). а третю і шосту погодинну продуктивність в процентах від $Q_{\text{max.а}}$ насосної станції, згідно з добовим графіком її роботи (безперервно з 4 до 20 години і безперервно 24 години).

Враховуючи погодинне споживання води і продуктивність насосної станції обчислюємо для кожної години доби алгебраїчну різницю між споживанням води і продуктивністю насосної станції і заносимо в колонки чотири і сім (таблиці 1.7.).

Згідно з графіком роботи насосної станції резервуар башти повністю спорожнюється о четвертій годині, при роботі насосної станції 16 годин протягом доби і о двадцять четвертій годині, при роботі протягом всієї доби. В цей час включається в роботу і насосна станція. Тому, щоб визначити залишки води в резервуарі башти на кожну годину доби, необхідно алгебраїчні різниці скласти, починаючи з часу наповнення резервуара башти і результати відповідно занести в колонки п'ять і вісім напроти годин доби. З четвертої на п'яту годину, (таблиця 1.7) витрати води складають 1,9%, а продуктивність насосної станції 6,25 і 4,2 % відповідно при роботі її 16 і 24 години на добу. В цьому випадку алгебраїчна сума буде дорівнювати

$$6,25 - 1,90 = 4,35\%$$

$$4,20 - 1,90 = 2,30\%$$

Залишки води в резервуарі будуть дорівнювати на цю годину відповідно 4,35% і 2,30%, а на шосту годину дорівнюватимуть сумі залишків за попередні години і алгебраїчній різниці за цю годину.

$$4,35+4,35=8,70\%$$

$$10,3+2,3=12,6\%$$

Таблиця 1.7 – Розрахункові дані в процентах від $Q_{max.д.}$ до визначення місткості резервуара V_6 водонапірної башти

Години доби	Витрати води за добу фермою	Насос працює 14 годин на добу			Насос працює 24 години на добу		
		Подача води в резервуар	Алгебраїчна різниця подач, і витр.	Залишки води в резервуарі	Подача води в резервуар	Алгебраїчна різниця подач, і витр.	Залишки води в резервуарі
0...1	3,1	0	-3,1	5,70	4,2	1,1	1,1
1...2	2,1	0	-2,1	3,60	4,2	2,1	3,2
2...3	1,9	0	-1,9	1,70	4,2	2,3	5,5
3...4	1,7	0	-1,7	0	4,2	2,5	8,0
4...5	1,9	6,25	4,35	4,35	4,2	2,3	10,3
5...6	1,9	6,25	4,35	8,70	4,2	2,3	12,6
6...7	3,3	6,25	2,95	11,65	4,2	0,9	13,5
7...8	3,5	6,25	2,75	14,4	4,2	0,7	14,2
8...9	6,1	6,25	0,15	14,55	4,2	-1,9	12,3
9...10	9,1	6,25	-2,85	11,70	4,2	-4,9	7,4
10...11	8,6	6,25	-2,35	9,35	4,2	-4,4	3,0
11...12	2,9	6,25	3,35	12,70	4,2	1,3	4,3
12...13	3,3	6,25	2,95	15,65	4,2	0,9	5,2
13...14	4,3	6,25	1,95	17,60	4,2	-0,1	5,1
14...15	4,8	6,25	1,45	19,05	4,2	-0,6	4,5
15...16	2,9	6,25	3,35	22,40	4,2	1,3	5,8
16...17	10,0	6,25	-3,75	18,65	4,2	-5,8	0
17...18	4,8	6,25	1,45	20,10	4,2	-0,6	-0,6
18...19	2,9	6,25	3,35	23,45	4,2	1,3	1,3
19...20	3,1	6,25	3,15	25,60	4,2	1,1	2,4
20...21	2,6	0	-2,6	24,0	4,2	1,6	4,0
21...22	6,5	0	-6,5	17,50	4,2	-2,3	1,7
22...23	5,3	0	5,3	12,20	4,2	-1,1	0,6
23...24	3,4	0	-3,4	8,80	4,2	0,8	1,4
Всього	100						

Максимальні залишки води в резервуарі башти визначають регулюючу його місткість.

Для наведеного приклада відповідно 26,6% і 14,8% від $Q_{\max.\partial}$. Як видно із розрахунків з сімнадцятої до вісімнадцятої години забезпеченість водою ферми буде на 0,6% менше потреби, в цьому випадку регулююча місткість резервуара башти буде дорівнювати

$$V_p = \frac{(14,2 + 0,6)Q_{\max.\partial}}{100} = 0,148Q_{\max.\partial}$$

Розрахунки показують, що при роботі насосної станції 16 годин на добу регулюючу місткість резервуара башти необхідно майже в два рази більшу ніж при цілодобовій роботі. Щоб забезпечити запас води, який виключив би можливість повного спорожнення резервуара башти в години пік, вибрану регулюючу місткість необхідно збільшити на 2...3 відсотки.

В сучасних системах водопостачання ферм регулюючий об'єм резервуара башти не перевищує 5... 10% від загального об'єму.

Якщо відомі максимальна продуктивність насоса і максимально допустима кількість включень його за добу $Z_{\max.\partial}$ то регулюючий об'єм резервуара башти можна визначити за формулою

$$V_p = \frac{6Q_{\max.\partial}}{Z_{\max.\partial}} \quad (1.25)$$

При автоматичному керуванні насосною станцією кількість включень складає не більше 2-6 разів на добу.

Необхідний регулюючий об'єм повітряно-водяного котла автоматичної безбаштової водокачки розраховується за такою формулою

$$V_p = \frac{0,004 \cdot \alpha_z \cdot Q_{\max.\partial} \cdot P_\kappa}{Z_z}, \quad (1.26)$$

де P_κ - тиск в котлі при якому реле тиску включає в роботу насос, МПа;
 Z_z - допустима кількість включень насоса на добу.

Протипожежна місткість резервуара розраховується за формулою

$$V_n = 0,6 \cdot (Q_{\max} + Q_n) \quad (1.27)$$

де Q_n - витрати води на тушіння пожарів (одного внутрішнього і одного зовнішнього) протягом 10 хвилин, л.

Для тваринницьких ферм $Q_n = 10$ л/с.

Необхідний аварійний запас води V_a залежить в основному від надійності роботи систем водопостачання і електрозабезпечення, а також від наявності резервного обладнання і може дорівнювати $(1,05..2,0) Q_{max}$.

Розрахувавши загальний об'єм резервуара водонапірної башти V_{σ} округлюють його до найближчого по стандарту і згідно (таблиці 1.8) вибирають тип і марку башти.

Повний вміст гідропневматичного бака автоматичної безбаштової водокачки розраховують за формулою

$$V_{\sigma} = V_p \frac{\beta}{1 - \alpha}, \quad (1.28)$$

де $\beta = (1,1 ..1,3)$ - коефіцієнт запасу вмісту бака;

α - відношення абсолютного найменшого тиску до максимального, 0,75- для установок, які працюють з тиском до 75 м і 0,6 - для установок, які працюють з тиском більшим 75 м.

Максимальний тиск P_m в гідропневматичному баці, при якому відключається насос дорівнює

$$P_m = \frac{P + 1}{\alpha} - 1 \quad (1.29)$$

Враховуючи вміст гідропневматичного бака і необхідний максимальний тиск в ньому, по (таблиці 1.9) вибирають і марку автоматичної безбаштової водокачки.

Таблиця 1.8 – Технічні характеристики водонапірних башт

Показники	Марка башти		
	БР-15А	БР-25	БР-50
Повна місткість башти, м ³	29	48	96
Місткість резервуара, м ³	15	25	50
Місткість води в колоні, м ³	14	23	46
Висота до дна бака, м	8...12	10...16	10...16
Діаметр бака, м	2,6	3,0	3,5
Діаметр колони, м	1,5	1,5	2,0

Таблиця 1.9 – Технічні характеристики автоматичних безбаштових водопідйомних установок

Марка	Подача, м ³ /год	Напір,м	Марка насоса	Потужність двигуна, кВт
ВУ-5-30	5	30	ВК-2/26	3,0
ВУ-7-65	7	65	ЄЦВ-6.3-85	2,8

Висоту водонапірної башти H_6 визначають із умов забезпечення необхідного напору в найудаленнішій точці від башти водопровідної мережі за формулою

$$H_6 = h_c + \sum h + (h_n - h_6), \quad (1.30)$$

де h_c - вільний напір найудаленнішого і найвище розташованого споживача, м;

$\sum h = (\sum h_M + \sum h_T)$ - загальні втрати тиску на ділянці мережі від башти до критичного, найдалше розташованого споживача, м;

$(h_n - h_6)$ - різниця геодезичних відміток землі біля найудаленнішого споживача і башти, м.

Найудаленнішим і невідгідним споживачем є той у якого опір $(\sum h + h_n)$ найбільший. При заданій висоті водонапірної башти із формули (1.30) визначають h_6 .

2.1.5 Загальний тиск H_n , який повинен утворювати насос при подачі води в резервуар водонапірної башти можна визначити за формулою

$$H_n = h_z + \sum h_6 + \sum h_n, \quad (1.31)$$

де h_z - сума геодезичних висот всмоктування і нагнітання, тобто відстань по вертикалі між найменшим рівнем води в свердловині і максимальним рівнем води в резервуарі башти, м;

$\sum h_6, \sum h_n$ - відповідно загальні втрати тиску у всмоктуючому і нагнітаючому трубопроводах насосної станції, м.

Враховуючи подачу і тиск, які повинен створювати насос, і тип джерела води і водозабірної споруди, вибирають тип і марку насоса, (таблиця 1.10.).

Таблиця 1.10 – Технічні характеристики заглиблених відцентрових насосів

Марка	Подача, м ³ /год	Напір, м	К.к.д. насоса	Потужність ел.двигуна, кВт
ЗЦВ 6-4-190	4	190	0,58	4,5
ЗЦВ 6-6,3-85	6,3	85	0,68	2,8
ЗЦВ 6-6,3-125	6,3	125	0,65	4,5
ЗЦВ 6-10-50	10	50	0,66	2,8
ЗЦВ 6-10-140	10	140	0,66	8,0
ЗЦВ 6-10-185	10	185	0,69	8,0
ЗЦВ 6-10-235	10	235	0,59	11,0
ЗЦВ 8-25-100	25	100	0,64	11,0
ЗЦВ 8-25-150	25	150	0,67	16,0
ЗЦВ 10-63-110	63	110	0,75	32,0
ЗЦВ 10-63-270	63	270	0,72	65,0
ЗЦВ 10-120-60	120	60	0,75	32,0
ЗЦВ 12-160-65	160	65	0,78	45,0
ЗЦВ 12-160-100	160	100	0,725	65,0
ЗЦВ 12-210-25	210	25	0,75	22

Потужність електродвигуна P_n , яка необхідна для приводу в дію насоса розраховується за формулою

$$P_H = \frac{Q_H H_H \rho_e K_H}{102 \cdot \eta \eta_n}, \quad (1.32)$$

де ρ - щільність води, кг/м³;

K_H - коефіцієнт запасу потужності (приймають при потужності до 0,75 кВт – 2; від 0,75 до 1,5 кВт; від 1,5 до 3,5 кВт – 1,2; від 3,5 до 35 кВт – 1,15 і більше 35 кВт - 1,1);

η - коефіцієнт корисної дії (який дорівнює для відцентрових насосів – 0,5...0,8, поршневих – 0,5...0,6; вихрових – 0,25...0,5);

η_n - коефіцієнт корисної дії передачі.

2.2 РОЗРАХУНОК ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПАСОВИЩАХ

На пасовищах радіус водопою приймають в середньому для великої рогатої худоби – 3...4 км; для коней – 4...5 км; для овець – 2,5...4 км і для свиней – 1...2 км.

При проектуванні пунктів напування тварин визначають:

Максимальні витрати води за добу; максимальні витрати води на одне поїння, а також максимальні витрати води за годину.

Максимальні витрати води за добу обчислюються за формулою

$$Q_{\max.\partial} = q m \alpha_{\partial}, \quad (1.33)$$

де q - споживання води однією твариною протягом доби, л;
 m - кількість тварин, які обслуговує пункт напування тварин, голів;
 $\alpha_{\partial} = 1,3$ - коефіцієнт нерівномірності споживання води.

Кількість води, яку споживають тварини за одне поїння розраховується за формулою

$$Q_p = \frac{Q_{\max.\partial}}{n}, \quad (1.34)$$

де $n = 2...3$ - кількість напувань тварин протягом доби (для корів $n = 3...4$).

Максимальні витрати води протягом години визначаються за формулою

$$Q_p = \frac{Q_p}{T}, \quad (1.35)$$

де $T = (0,5...1,0)$ - час напування тварин, год.

Необхідний об'єм бака V_6 на пункті напування тварин визначається за формулою

$$V_6 = \frac{q \cdot m}{1000 \cdot n} \quad (1.36)$$

Загальна довжина корита L на пункті напування тварин розраховується за формулою

$$L = \frac{m \cdot l \cdot t}{T}, \quad (1.37)$$

де l - довжина корита для однієї тварини, м;
 t - час напування однієї групи тварин, хв.

Для великої рогатої худоби	$l = 0,5 \dots 0,75 \text{ м}$	i	$t = 7 \text{ хв.},$
для овець і кіз	$l = 0,25 \dots 0,35 \text{ м}$	i	$t = 3 \text{ хв.},$
для коней	$l = 0,4 \dots 0,6 \text{ м}$	i	$t = 6 \text{ хв.}$

ЛІТЕРАТУРА

1 Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. Київ, «Урожай», 1999, 187 с.

2 Посібник по курсовому та дипломному проектуванню з механізації виробництва продукції тваринництва. Роговий В.Д., Скляр О.Г., М., ТДАТА, 1997, 260 с.

3 Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. Курсовое проектирование. Колос, 1984, 192 с.