

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету
Вячеслав БРАТІШКО
«__»____2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри охорони праці та
біотехнічних систем у тваринництві
Василь ХМЕЛЬОВСЬКИЙ
«__»____2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПРОЄКТ)

**на тему: «Механізація напування свиней на відгодівельній свинофермі з
удосконаленням автонапувалки»**

Спеціальність «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор

Вячеслав БРАТІШКО

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи
(проєкту)**

д.т.н., професор

Василь ХМЕЛЬОВСЬКИЙ

Виконав

Артем МАРЧЕНКО

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри охорони праці та
біотехнічних систем у тваринництві
_____ Василь ХМЕЛЬОВСЬКИЙ
«____» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)
ЗДОБУВАЧУ
Марченку Артему Олександровичу

Спеціальність «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту)

**«Механізація напування свиней на відгодівельній свинофермі з
удосконаленням автонапувалки»**

затверджена наказом від «16» лютого 2026 року № 510«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру «15» травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту):

*Характеристика господарства, нормативні документи, державні стандарти,
довідникова література*

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Характеристика тваринництва в господарстві
2. Технологічна частина
3. Удосконалення напувалки.
4. Охорона праці при водопостачанні.
5. Техніко-економічна оцінка проєкту.

Перелік графічних документів (за необхідності).

1. Схема системи водопостачання
2. Схема водопостачання в свинарнику
3. Аналіз напувалок
4. Загальний вигляд напувалки
5. Деталювання
6. Охорона праці
7. Техніко-економічна оцінка

Дата видачі завдання «17» лютого 2026 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ **Василь ХМЕЛЬОВСЬКИЙ**

Завдання взяв до виконання

_____ **Артем МАРЧЕНКО**

РЕФЕРАТ

В даній бакалаврській кваліфікаційній роботі (проекті) розраховано та обґрунтовано комплект машин і обладнання для механізованого водопостачання і напування свиней на фермі та удосконалено конструкцію соскової напувалки.

В першому розділі пояснювальної записки приводиться виробничо-економічна характеристика галузі тваринництва в господарстві.

В другому розділі висвітлено розрахунок механізації водопостачання і напування свиней, виконано підбір технологічного обладнання, обслуговуючого персоналу.

В третій - конструктивній частині розроблено удосконалену автонапувалку, описано її технологічну схему та виконано аналітичні та кінематичні розрахунки і розрахунки на міцність.

В дипломному проекті розглянуті питання з охорони праці та виконано економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки об'ємом 55 аркушів, 11 таблиць, 12 рис., 32 літературних посилання та 10 слайдів презентації графічної частини.

Ключові слова: водопостачання, напування, автонапувалка, механізація, ефективність

ЗМІСТ

ВСТУП	.
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СТАН ТВАРИННИЦТВА	.
1.1. План ферми і характеристика тваринницьких приміщень	.
1.2. Кормова база і добові раціони	.
1.3. Стан механізації виробничих процесів у тваринництві	.
1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту	.
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	.
2.1. Проектування генерального плану свиноферми	.
2.2. Зоотехнічні вимоги до процесу водопостачання	.
2.3. Механізація водопостачання	.
2.4. Технічне обслуговування машин та обладнання	.
3. УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОНАПУВАЛКИ	.
3.1. Огляд та оцінка засобів механізації напування свиней	.
3.2. Розробка конструктивно-функціональної схеми автонапувалки	.
3.3. Технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки	.
3.4. Особливості експлуатації і обслуговування напувалки	.
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	.
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ	.
РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ	.
ВИСНОВКИ	.
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	.
ДОДАТКИ	.

ВСТУП

Сучасне свинарство є однією з провідних галузей тваринництва, яка забезпечує населення високоякісними продуктами харчування та сприяє розвитку аграрного сектору. Ефективність виробництва свинини значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів, що дозволяє оптимізувати умови утримання тварин, зменшити витрати праці та ресурсів, а також підвищити продуктивність.

Особливе значення має організація системи напування свиней, адже вода є незамінним фактором життєдіяльності, що впливає на ріст, розвиток, обмін речовин та загальний стан здоров'я тварин. Недостатнє або нераціональне напування призводить до зниження приростів живої маси, погіршення санітарно-гігієнічних умов утримання та збільшення витрат кормів. Тому удосконалення системи напування є важливим напрямом підвищення ефективності відгодівлі.

Механізація процесу напування передбачає застосування автонапувалок, які забезпечують безперервний доступ свиней до чистої води. Удосконалення конструкції автонапувалки спрямоване на підвищення її надійності, довговічності та економічності, а також на зменшення втрат води та покращення умов утримання. Це дозволяє оптимізувати роботу обслуговуючого персоналу, знизити виробничі витрати та забезпечити відповідність сучасним вимогам зоотехнічної науки.

Таким чином, тема бакалаврської роботи «Механізація напування свиней на відгодівельній свинофермі з удосконаленням автонапувалки» є актуальною та має практичне значення для розвитку галузі свинарства, сприяючи підвищенню ефективності виробництва та покращенню добробуту тварин.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СТАН ТВАРИННИЦТВА В ГОСПОДАРСТВІ

У господарстві здійснюється багатопланова робота з репродукції свиней, що належать до різних порід, які за однакових умов годівлі та утримання демонструють неоднаковий рівень продуктивності. Залежно від напрямку продуктивності породи поділяють на три основні групи.

Перша група – універсальні породи (велика біла, українська степова біла), що характеризуються високою відтворною здатністю, добрими відгодівельними та м'ясними якостями. Їхня універсальність полягає у можливості отримання як м'ясної, так і сальної свинини залежно від умов годівлі.

Друга група – породи м'ясного напрямку (полтавська м'ясна, ландрас, уельська, дюрок, українська м'ясна, естонська беконна, гемпшир, п'єтрен та інші спеціалізовані типи), що вирізняються високою м'ясністю, добрими відгодівельними якостями та відтворною здатністю. Від них отримують молодняк для м'ясної та беконної відгодівлі.

Третя група – породи сального напрямку (миргородська, українська степова ряба, велика чорна, північнокавказька), які мають схильність до раннього осалювання туш та нижчу багатоплідність.

У господарстві переважає велика біла порода. Дорослі кнури досягають живої маси 320 кг при довжині тулуба 178 см, свиноматки – відповідно 250 кг та 162 см. Багатоплідність становить 10–14 поросят, скоростиглість – 180–200 днів. Вихід м'яса сягає 50–55%, товщина шпику – 25 мм, маса окосту – близько 10 кг. Середньодобовий приріст на відгодівлі становить 800 г при витратах корму 3,6–3,8 кормових одиниць на приріст.

1.1. План ферми і характеристика тваринницьких приміщень

Ферма господарства розміщена поряд з селом Жовтневе на віддалі 700 метрів, що відповідає вимогам санітарії. Загальний план ферми зображений на рисунку 1.1.

Нахил місцевості становить $1,5 - 3^\circ$, а сама ферма знаходиться нижче рівня села. Ферма має надійне електрозабезпечення від централізованої електропровідної мережі. На її території всі дороги з твердим покриттям. Ферма також добре розміщена по відношенні до пасовищ. Напрямок пануючих вітрів проходить від населеного пункту Жовтнєве до ферми.

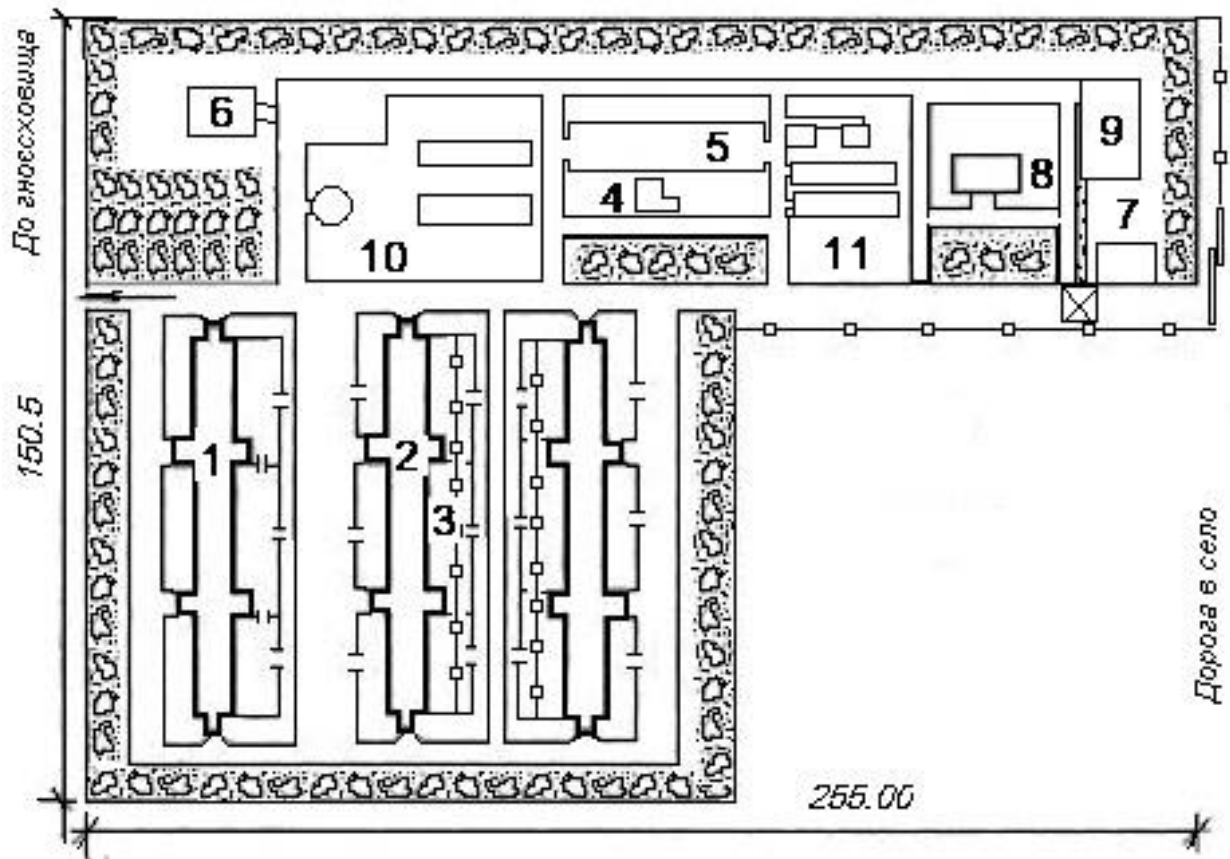


Рис. 1. План ферми: 1 – свинарник-маточник; 2 – свинарник-відгодівельник, 3 – вигульні майданчики; 4 - кормоцех; 5 – кормова площадка; 6 – ветеринарний пункт; 7 – вагова; 8 – будинок тваринника; 9 – пункт ТО; 10 – кормові сховища; 11 - склади

Водопостачання приміщень забезпечується централізовано від водонапірної башти через систему водопостачання, яка міститься на території ферми. Тварин утримують на дерев'яній підлозі з підстилкою. Годівниця являється загальною для всіх тварин. Автонапувалки встановлені з розрахунку одна на дві тварини. Гній із каналу прибирають механізованим способом – скребковими транспортерами.

1.2. Кормова база і добові раціони

Ефективний розвиток тваринництва та підвищення його продуктивності значною мірою визначається станом кормової бази. Основним джерелом забезпечення господарства кормами є власне польове кормовиробництво, яке доповнюється закупівлею кормів у сусідніх господарствах. Такий підхід дозволяє підтримувати стабільність раціонів та забезпечувати тварин необхідними поживними речовинами.

У господарстві застосовується концентрований тип годівлі, що дає змогу скоротити витрати часу на приготування та роздавання кормів, а також на прибирання приміщень. Отримана продукція характеризується високою якістю – м'ясо ніжне, соковите, без сторонніх присмаків. Особливо поширеним є сухий підтип концентрованої годівлі, коли корм подається у бункер воронкоподібної форми з гумовим дозатором. У такій системі тварина самостійно регулює споживання корму та води, що значно спрощує догляд і дозволяє проводити прибирання з періодичністю 1–3 рази на тиждень.

Поряд із концентрованими кормами активно використовуються картопля, кормові коренеплоди та зелені корми. Їх застосування потребує додаткової технологічної обробки – подрібнення, варіння чи очищення, що ускладнює процес годівлі. У певні роки до раціонів включають відходи овочів, фруктів та навіть жолуді.

Добові раціони годівлі тварин приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Добовий раціон годівлі свиней, кг

Корми	Кнурі	Свиноматки	Свині на відгодівлі	
			2-4 міс.	4-6 міс.
Трав'яне борошно	1,5	3	0,3	0,5
Силос	2	3	-	-
Комбісилос, коренебульбоплоди	2	5	2	5
Концентровані корми	3,5	4	1,2	2,0
Мікроелементи	0,04	0,04	0,03	0,03

У перспективі господарство планує розширити кормову базу шляхом збільшення площ під кормові культури, а також завдяки закупівлі додаткових кормів. Важливим напрямом є вдосконалення організації годівлі, раціоналізація використання кормів та підвищення їхньої поживної цінності.

1.3. Стан механізації виробничих процесів у тваринництві

Комплексна механізація виробничих процесів на тваринницьких фермах повинна ґрунтуватися на застосуванні раціональної системи машин, що забезпечує водопостачання та напування тварин, заготівлю, транспортування і приготування кормів, їх роздачу, а також видалення та транспортування гною до місць зберігання. У господарстві питання механізації окремих процесів частково вирішено, проте технічне забезпечення перебуває у складному стані, оскільки значна частина обладнання є морально та фізично застарілою.

У сфері кормоприготування та роздавання кормів використовуються кормороздавачі КТУ-10, які відпрацювали свій ресурс і є ненадійними в експлуатації. Фактично функціонує лише один агрегат. Концентровані корми у вигляді одно- та двокомпонентних зерноsumішей роздаються вручну з використанням гужового транспорту та візків, що значно збільшує трудові витрати. Для свиней корми проходять попереднє запарювання у чанах, після чого охолоджуються та видаються.

Гноєприбирання здійснюється за допомогою скребкових транспортерів ТСН-160 (7 одиниць), проте процес потребує значних затрат ручної праці. Водопровідна мережа ферми зношена на 70%, що спричиняє втрати води та ускладнює забезпечення приміщень. У клітках для свиней відсутні місткості для вільного доступу до води. Крім того, підлога кліток на 50% має непридатне покриття, що негативно впливає на умови утримання тварин.

Таким чином, стан механізації виробничих процесів у господарстві потребує модернізації та впровадження сучасних технічних рішень для підвищення ефективності виробництва.

1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту

Аналіз наведених даних свідчить, що господарство спеціалізується на виробництві свинини, яка є основним напрямом його тваринницької діяльності. Для забезпечення рентабельності галузі необхідно досягати високої продуктивності тварин, впроваджувати інтенсивні технології утримання та годівлі, а також раціонально використовувати місцеву кормову базу. В умовах сучасних економічних трансформацій агропромислового сектору особливого значення набуває оптимізація виробничих процесів та підвищення їх ефективності.

Важливим чинником є збереження поживної цінності кормів та підвищення їх засвоюваності шляхом приготування збалансованих концентрованих сумішей, збагачених білковими та мінеральними добавками. Разом із цим необхідно забезпечити безперебійне постачання якісної води та створити умови для зручного напування тварин. Недостатня увага до цього аспекту призводить до зниження продуктивності, погіршення санітарно-гігієнічних умов та збільшення витрат кормів.

З огляду на виявлені проблеми та актуальність питання, темою дипломного проекту обрано механізацію системи водопостачання на свинофермі з удосконаленням конструкції автонапувалки. Реалізація цього завдання сприятиме підвищенню ефективності виробництва, покращенню умов утримання свиней та оптимізації праці обслуговуючого персоналу.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Проектування генерального плану свиноферми

Розроблення генерального плану ферми розпочинається з визначення земельної ділянки, яка має відповідати перспективам розвитку господарства та, зокрема, галузі тваринництва. Вибір місця розташування та раціональне планування приміщень і споруд безпосередньо впливають на ефективність виконання технологічних процесів, створення належних санітарно-гігієнічних умов для персоналу та успішність реалізації виробничих завдань. Обрана ділянка повинна відповідати встановленим санітарно-зоотехнічним вимогам.

Ферму та тваринницькі приміщення слід розміщувати таким чином, щоб переважаючі напрями вітрів були спрямовані від населеного пункту та кормоцеху у бік виробничих будівель і гноєсховища. Це забезпечує дотримання санітарних норм та сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Тип тваринницьких приміщень та їх кількість визначаються видом і чисельністю поголів'я, структурою стада та системою утримання. Кількість і призначення інших споруд зумовлюються їх функціональними особливостями та роллю у виробничому процесі.

Площа земельної ділянки свиноферми, м²:

$$F = M \cdot f \quad (2.1)$$

де M – розмір свиноферми, гол.;

f – норма площі, м²/гол.

Таблиця 2.1 – Приблизні норми земельної площі на фермах

Свиноферма із закінченим циклом виробництва, м ² /основну свиноматку	180...250
Репродуктивна свиноферма, м ² /основну свиноматку	100...150
Свиноферма по відгодівлі молодняку, м ² /гол	15...30

$$F = 2000 \cdot 25 = 50000 \text{ м}^2$$

Розрахунок ширини земельної ділянки:

$$B = 0,85 \cdot \sqrt{F} = 0,85 \cdot \sqrt{50000} = 190 \text{ м} \quad (2.2)$$

Розрахунок довжини земельної ділянки:

$$L = 1,4 \cdot B = 1,4 \cdot 190 = 265 \text{ м} \quad (2.3)$$

Визначення структури поголів'я є важливим етапом планування виробництва. У даному випадку передбачено утримання молодняку свиней на відгодівлі другого періоду (віком 6–8 місяців) у кількості 2000 голів.

Після встановлення чисельності поголів'я за виробничими групами необхідно визначити потребу у відповідних тваринницьких приміщеннях. Для цього використовують показники типових проєктів (див. Додаток 1) або здійснюють розрахунки на основі усереднених нормативів. Такий підхід забезпечує раціональне використання площі, оптимальні умови утримання тварин та відповідність санітарно-зоотехнічним вимогам.

При розрахунковому методі довжини приміщення для тварин визначається з умови:

$$l_i = \frac{m_i \cdot f_i}{b} \quad (2.4)$$

де f_i – норма площі приміщень, м²/гол;

b – ширина приміщень (18 та 21 м для чотирьохрядного).

Таблиця 2.2 – Приблизні норми площ утримання тварин, м²/гол

Групи тварин	Норма площі	Вигульні майданчики
Свиноматки холості та поросні	3,0...4,5	5
Свиноматки підсисні	13...16	10
Поросята на дорощуванні	1,0...1,3	0,5
Молодняк свиней на відгодівлі	1,4...1,6	0,8

Довжина

$$l_i = \frac{2000 \cdot 1,5}{21} = 144 \text{ м}$$

Приймаємо чотирьохрядний свинарник-відгодівельник на 2000 голів

Загальна місткість сховищ, м³:

$$V = \sum \frac{m_i \cdot q_i \cdot D_i}{\gamma \cdot \eta} \cdot K \quad (2.5)$$

t_i – кількість тварин i -ої групи, гол.

q_i – добова норма видачі корму, кг/гол на добу (табл.2.3.);

D_i - розрахункова кількість днів

γ - об'ємна маса корму, кг/м³;

η - коефіцієнт використання об'єму сховища;

k - коефіцієнт врахування втрат корму;

для коренеплодів:
$$V_{кор} = \frac{2000 \cdot 4 \cdot 220 \cdot 1,1}{650 \cdot 0,8} = 3723,1 \text{ м}^3$$

для концентрованих кормів:
$$V_{конц} = \frac{2000 \cdot 1,9 \cdot 365 \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 2889,6 \text{ м}^3$$

для зберігання гною:
$$V_{гною} = \frac{2000 \cdot 7 \cdot 120 \cdot 1}{800 \cdot 0,9} = 1666,7 \text{ м}^3$$

Таблиця 2.3 – Нормативи розрахунку сховищ на фермі

Назва показників	Сховища					
	силосу	зерна	корене-плодів	сіна	соломи	гною
Розрахункова кількість днів, D_i	220	365	220	220	220	120
Об'ємна маса, γ , кг/м ³	600...650	550...700	570...670	60...80	60...80	700...900
Коефіцієнт використання, η	0,8	0,8	0,8	0,8	1	0,9
Коефіцієнт втрат, k	1,15	1	1,1	1,1	1,2	1
Висота сховища H , м	3...5	3...5	2	5	5	1,5...2
Ширина сховища B , м	6...12	12...18	12...18	12...18	8	12...15
Довжина одного сховища 10 не більш, м	48	40	40	60	60	60

Загальна площа всіх сховищ, м²:

$$F = \frac{V}{H}, \quad (2.6)$$

де H – висота сховища.

$$F_{кор.} = \frac{3723,1}{4} = 930,8 \text{ м}^2$$

$$F_{конц} = \frac{2889,6}{5} = 722,4 \text{ м}^2$$

$$F_{зною} = \frac{1666,7}{2} = 833 \text{ м}^2$$

Загальна довжина цих сховищ, м:

$$L = \frac{F}{B}, \quad (2.7)$$

де B – ширина сховища, м.

$$L_{кор.} = \frac{930,8}{15} = 62,1 \text{ м}$$

$$L_{конц} = \frac{722,4}{20} = 36,1 \text{ м}$$

$$L_{зною} = \frac{833,3}{12} = 69,4 \text{ м}$$

Кількість траншей:

$$n = \frac{L}{l_0}, \quad (2.8)$$

де l_0 – довжина однієї траншеї, м.

$$n_{кор.} = \frac{62,1}{40} = 1,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 сховища розміром 15х40х4 м

$$n_{конц.} = \frac{36,1}{40} = 0,9 \text{ шт.}$$

. Приймаємо 1 склад розміром 20х40х5 м.

$$n_{зною} = \frac{69,4}{40} = 1,7 \text{ шт.}$$

. Приймаємо 2 траншеї розміром 12х60х2 м.

Приміщення ферми розташовуються у виробничій зоні з урахуванням протипожежних та зооветеринарних розривів, що забезпечує дотримання вимог безпеки та санітарії. На генеральному плані необхідно передбачити розміщення ключових об'єктів інфраструктури: насосної станції (4×4 м), водонапірної башти

(діаметр 3 м), автовагів (6×6 м), трансформаторної підстанції (2×2 м) та ветеринарного пункту (9×12 м).

2.2. Зоотехнічні вимоги до процесу водопостачання

Своєчасне забезпечення тваринницьких об'єктів водою є однією з ключових умов ефективного розвитку галузі. Механізація процесів водопостачання сприяє стабільності системи, забезпечує подачу якісної води у необмеженій кількості безпосередньо до місць утримання тварин, значно скорочує витрати праці та знижує собівартість продукції. Крім того, постійне надходження води покращує санітарний стан ферми та підвищує рівень протипожежної безпеки тваринницьких приміщень.

Поряд із годівлею, напування є одним із найважливіших біотехнологічних процесів, у якому тварини безпосередньо контактують із засобами водозабезпечення. Робочі органи такого обладнання повинні максимально відповідати фізіологічним особливостям споживачів. Серед технологічного обладнання, призначеного для ліній напування тварин та птиці, різноманітністю відзначаються напувалки. При цьому серед них найбільш ефективними є автонапувалки – автоматичні пристрої, що забезпечують тваринам безперервний доступ до води протягом доби без участі людини.

Автоматизація напування має значний вплив на продуктивність: у великої рогатої худоби надої молока зростають на 10–15%, приріст живої маси – на 3–5%, у свиней – на 12–15%, а настриг вовни в овець – на 8–12%. Вона також знижує витрати праці та покращує умови утримання.

Тварини повинні мати вільний доступ до води і споживати її відповідно до потреб організму. Недостатнє споживання води призводить до порушення процесів травлення, зниження продуктивності та погіршення здоров'я тварин. Наприклад, відсутність води протягом 3–5 годин у теплий період може знизити продуктивність на 8–25%, і її відновлення триває до 12 днів.

Обслуговування засобів механізації є простим і не потребує значних трудових витрат, а використання автоматизованих систем дозволяє майже

повністю ліквідувати ручну працю. Практика господарств підтверджує, що витрати на механізацію водопостачання окупаються протягом одного року.

2.3. Механізація водопостачання тваринницької ферми

Вода на тваринницьких фермах використовується як для напування тварин, так і для виробничо-технічних потреб. У процесі проєктування першочерговим завданням є визначення добової потреби у воді, після чого встановлюється джерело її постачання, розробляється схема та траса водопроводу, визначаються необхідні параметри трубопровідної мережі та висота розміщення регулюючих споруд. Далі здійснюється підбір водонапірного обладнання та засобів автоматизації, розраховується потужність привідного двигуна, а також визначається необхідне обладнання для напування тварин.

При розрахунках враховують вид і кількість тварин, а також індивідуальні норми їхньої потреби у воді. Додатково визначається обсяг води, необхідний для виробничо-технічних процесів та забезпечення пожежної безпеки ферми.

Норма потреби у воді визначається як кількість рідини, що витрачається за одиницю часу. До складу цієї норми входить вода для напування, миття приміщень, приготування кормів та інших технологічних операцій. Споживання води на фермах є нерівномірним як протягом року, так і протягом доби, тому у довідковій літературі зазвичай наводяться середньодобові річні показники потреби у воді.

Середньодобову кількість води $Q_{\text{сер.доб.}}$, м³/доб, на фермі знаходимо по формулі [1]:

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \sum N_i \cdot q_i + Q_{\text{вир}}, \quad (2.9)$$

де N_1 – кількість свиней на відгодівлі, гол;

q_1 – середньодобова норма потреби води для свиней, м³/доб;

$Q_{\text{вир.}}$ – виробничі та побутові потреби в воді, м³. (див. табл. 2.7.)

Кількість води, необхідна для гасіння пожежі, визначають по нормах протипожежного водопостачання, приведеними у відповідних довідниках.

Таблиця 2.4. – Напування тварин, м³/гол. за добу

Групи тварин	Голів, шт.	Норма на голову, м ³	Необхідна кількість води, м ³
Свині на відгодівлі	2000	0,15	30

Таблиця 2.5 – Виробничі та побутові потреби, м³/доб.

Напрямок споживання	Середньодобова норма, м ³
Кормокухня: (корм/вода)	
- миття коренеплодів	2,8
- осолоджування, дріжджування	0,2
- приготування сінною пастою	2,5
Миття підлоги з брандспойта	1
Мийні пункти:	1
Гараж з водопроводом	2,5
Комунальні потреби:	
баня	2,5
душ	1
інші потреби	1
Всього	14,5

$$Q_{\text{сер.доб.}} = 30 + 14,5 = 44,5 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Для розрахунку відповідних споруд необхідно знати максимальний добовий $Q_{\text{мах.доб.}}$, максимальний годинний $Q_{\text{мах.год}}$ і секундну витрату води q_c .

Максимальна добова витрата води, $Q_{\text{мах.год}}$ м³/доб., визначається за формулою:

$$Q_{\text{мах.доб.}} = \alpha_d \cdot Q_{\text{сер.доб.}} \quad (2.10)$$

де α_d – коефіцієнт добової нерівномірності (1,3...1,5).

$$Q_{\text{мах.доб.}} = 1,3 \cdot 44,5 = 57,8 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Середньогодинну витрату води, $Q_{\text{сер.год}}$, м³/год, визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{сер.год.}} = \frac{Q_{\text{max.год.}}}{24}, \quad (2.11)$$

$$Q_{\text{сер.год.}} = \frac{57,8}{24} = 2,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Максимальну годинну витрату води, $Q_{\text{max.год}}$, м³/год, визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{max.год.}} = \alpha_z \cdot Q_{\text{сер.год.}}, \quad (2.12)$$

де α_z – коефіцієнт годинної нерівномірності (2...2,5).

$$Q_{\text{max.год.}} = 2,5 \cdot 2,4 = 6,0 \text{ м}^3/\text{год}$$

Значення коефіцієнту нерівномірності уточняють у кожному окремому випадку в залежності від виду тварин, способу утримання і кліматичних умов.

Секундну витрату води, q_c , дм³/с, визначаємо за формулою:

$$q_c = \frac{Q_{\text{max.год.}}}{3600}, \quad (2.13)$$

$$q_c = \frac{6}{3600} = 0,0016 \text{ м}^3/\text{с}$$

Висота водонапірної башти повинна бути достатньою для забезпечення необхідного вільного напору у тваринницьких приміщеннях. При цьому враховуються втрати напору по довжині трубопроводу, а також різниця нівелірних відміток між опорною частиною башти та рівнем розташування тваринницьких будівель.

Розрахункова висота водонапірної башти визначається як сума висоти опори та висоти бака башти. Такий підхід дозволяє забезпечити стабільний тиск у системі водопостачання, що є необхідною умовою для безперебійного напування тварин та виконання виробничо-технічних процесів.

$$h_{\text{башти}} = H_0 + h + h_{\text{г.п.}} \quad (2.14.)$$

Но – вільний напір найвіддаленішого і найвище розташованого споживача,

h - загальні втрати тиску, м

$h_{г.п.}$ - різниця геодезичних позначок землі місця розміщення диктуючої точки та башти, м

$$h_{башти} = 5 + 4 + 5 = 14 \text{ м}$$

Необхідна ємність водонапірної башти, м³:

$$V = V_p + V_z + V_n \quad (2.15.)$$

V_p - робочий об'єм резервуара башти, м³;

V_z - об'єм для накопичення необхідних аварійних запасів води, м³;

V_n - невикористаний об'єм резервуара, $V_n = 0,5$ м³;

$$V_p = (0,15 \dots 0,3) Q_{до\delta}^{max}$$

$$V_p = 0,3 \cdot 57,8 = 17,4 \text{ м}^3$$

$$V_z = V_{ав} + V_{нож} = 8 + 6 = 14 \text{ м}^3$$

$$V_{\delta} = 17,4 + 14 + 0,5 \approx 32 \text{ м}^3$$

Відповідно до таблиць вибираємо тип башти: беремо башту БР – 25У

повна місткість - 53м³;

місткість бака - 25 м³;

висота опори - 15м;

діаметр бака - 3 м;

діаметр колони - 1,2 м;

маса - 4810 кг.

Місткість башти розрахована з запасом на екстрені потреби.

Для того, щоб підібрати насос, потрібно знати напір і продуктивність насосної станції, які забезпечують потребу в воді всіх споживачів.

Орієнтовану продуктивність насосної станції знайдемо по формулі:

$$Q_H = \frac{\sum Q_{до\delta \max}}{T_H \times 3600}, \text{ м}^3 / \text{сек} \quad (2.16.)$$

де Q_H — продуктивність насосу, м³ / сек ;

$\sum Q_{доб\max}$ - сумарна макс. добова витрата всіх споживачів ферми, $\text{м}^3 / \text{сек.}$;

$T_{\text{н.}}$ — орієнтовний час роботи станції,

$$Q_{\text{н}} = \frac{57,8}{5 \times 3600} = 0,0032 \text{ м}^3 / \text{сек}$$

Потрібний напір насоса визначимо за формулою:

$$H_{\text{н}} = H_{\text{б}} + (h_{\text{ниб}}^B - h_{\text{ниб}}^A) \quad (2.17.)$$

де $(h_{\text{ниб}}^B - h_{\text{ниб}}^A)$ — різниця нівельованих позначок точок А і В;

$$H_{\text{н}} = 15 + (10 - 0) = 25 \text{ м}$$

Таким чином розраховані параметри $Q_{\text{н}}$ і $H_{\text{н}}$ необхідні для вибору насоса. В відповідності з даними характеристиками насосів вибираємо насос ЕЦВ 10-16-30.

Табл. 2.6. - Параметри заглибного відцентрового насосу ЕЦВ 10-16-30

Подача, м3/год	Повний напір, МПа	Частота обертання р.к. хв-1	Потужність, кВт	Кількість робочих коліс, шт
16	0,3	2880	6,0	2

Визначаємо потрібне число поїлок типу ПБС-1 (поїлка безчашкова, соскова) із умови:

$$n = \frac{m}{m_r}, \text{ шт} \quad (2.18.)$$

де m – число свиней, гол.

m_r - число свиней, які обслуговуються однією поїлкою, $m_r = 1$; (при станочному утриманні свиней)

$$\text{в свинарнику: } n = \frac{2000}{1} = 2000 \text{ шт}$$

$$\text{на вигульних майданчиках: } n = \frac{2000}{60} = 32 \text{ шт}$$

2.4. Технічне обслуговування машин і обладнання

Водопостачання тваринницьких комплексів, розташованих у електрифікованих районах, здебільшого здійснюється за допомогою помпових установок із занурювальними насосами. Основу уніфікованого ряду складають насоси типу ЕЦВ, які відзначаються високою економічністю. Найбільш перспективними серед них є моделі ЕЦВ4-4-70, здатні піднімати воду з глибини 45–70 м при подачі 3–5 м³/год. Такі насоси ефективно забезпечують водопостачання групи ферм із добовою потребою до 60–80 м³.

У тваринництві широке застосування мають насоси ЕЦВ6, призначені для свердловин діаметром 150 мм. Для побутових потреб населення використовуються установки ВУ-1,5-19 та ВУ-1-45, які забезпечують подачу 0,35–1,5 м³/год при напорі до 45 м. Для ферм із добовою потребою до 200 м³ застосовуються установки з насосами ВК-2/26 та 2К-20/30, а для потреб 200–390 м³ – комплекси з двома насосами ВК-4/24. Основним обладнанням залишаються електрозанурювальні насоси типу ЕЦВ та поверхневі вихрові насоси типу ВК.

Обладнання для водопостачання потребує регулярного технічного обслуговування: щозмінного, щомісячного та сезонного. Сезонне обслуговування доцільно поєднувати з детальним технічним оглядом системи. При щозмінному обслуговуванні здійснюється очищення насосів, перевірка надійності кріплення на фундаменті, співвісності валів насоса та електродвигуна, справності ущільнень, герметичності всмоктувального трубопроводу та приймального клапана, а також контроль технічного стану контрольно-вимірювальних приладів і станції керування.

Періодичне технічне обслуговування включає низку операцій, що доповнюють заходи щозмінного обслуговування. Зокрема, здійснюється перевірка та, за потреби, заміна сальникових ущільнень, контроль технічного стану підшипників і співвісності валів насоса та електродвигуна. Крім того, проводиться доливання або заміна оливи в оливних ваннах.

Сезонне технічне обслуговування передбачає комплексний огляд системи водозабезпечення з подальшою заміною зношених деталей, вузлів та агрегатів новими або відремонтованими. Не рідше одного разу на рік здійснюється дезінфекція резервуарів і водопровідної мережі 4%-м розчином хлорного вапна,

а двічі на рік проводиться промивання резервуара башти та зовнішніх трубопроводів. Додатково відновлюється захисне фарбування поверхонь, здійснюється перевірка контрольно-вимірювальних приладів та ведеться журнал обліку проведених заходів.

Особливу увагу приділяють перевірці співвісності валів насоса та електродвигуна, які повинні розташовуватися в одній горизонтальній площині. Допустиме відхилення не перевищує 0,25 мм на довжині валу. Спрацювання гумових пальців допускається не більше ніж на третину їхнього діаметра. Опір ізоляції обмоток електродвигуна має становити не менше 0,5 МОм; у разі зниження цього показника обмотки підлягають сушінню в електричній шафі при температурі 80 °С протягом 10 годин.

Також перевіряється подача насоса шляхом фіксації часу заповнення ємності. Допустиме збільшення подачі не повинно перевищувати 5% від паспортного значення, а зменшення – не більше 25–30%. Для заглибних насосів типів АП, ЕПВ та ЕЦВ контролюється відсутність підтікання води.

Тип і кількість автонапувалок визначаються залежно від системи утримання, виду тварин чи птиці, їх чисельності та технічних характеристик обладнання. Засоби для напування підлягають щоденному та періодичному технічному обслуговуванню №1, яке проводиться один раз на місяць.

Щоденне технічне обслуговування включає:

- зовнішній огляд автонапувалок та водорозподільної мережі;
- очищення чаш від залишків кормів;
- перевірку й підтягування кріплень;
- усунення несправностей, що спричиняють підтікання води;
- контроль справності клапанного та поплавкового механізмів.

У разі потреби здійснюється заміна вентилів та пошкоджених деталей новими.

Періодичне технічне обслуговування №1 передбачає виконання операцій щоденного обслуговування, а також додаткові заходи:

- перевірку стану водорозподільної системи та усунення несправностей;

- розбирання клапанного механізму, очищення та промивання його деталей у 2–4%-му розчині кальцинованої соди, подальше складання та перевірку роботи;
- контроль функціонування механізму напувалки та системи електропідігріву.

Періодичне технічне обслуговування проводиться один раз на місяць і забезпечує надійну роботу обладнання, стабільне водопостачання та відповідність санітарно-гігієнічним вимогам утримання тварин.

У випадку підтікання води в автонапувалках проводять розбирання клапанного механізму, після чого його деталі очищують та промивають у гарячому 4%-му розчині кальцинованої соди. Далі здійснюється перевірка стану клапана, пружини, прокладки та педалі з пальцем. За необхідності пошкоджені елементи ремонтують або замінюють новими. Після складання автонапувалку встановлюють на місце та перевіряють її роботу, подаючи воду в центральну магістраль. Через 10–15 хвилин проводять повторний огляд.

У правильно зібраному клапанному механізмі стержень клапана повинен плавно входити в корпус і під дією пружини повертатися у вихідне положення. Довжина пружини у вільному стані має становити 35 мм. При натисненні із зусиллям 20–25 Н клапан повинен повністю відкриватися, а чаша наповнюватися водою протягом 30 секунд.

Чашу напувалки промивають 2–3%-м розчином кальцинованої соди, після чого двічі споліскують чистою водою та насухо витирають. Роботу механізму перевіряють натисненням на педаль чаші: вода повинна рівномірно заповнювати ємність без розбризкування та підтікання у місцях з'єднання.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОНАПУВАЛКИ

3.1. Огляд та оцінка засобів механізації процесу напування свиней

Класифікація автонапувалок. Автонапувалки поділяються на індивідуальні та групові. Індивідуальні застосовуються переважно на фермах великої рогатої худоби з прив'язним утриманням, а також на свинофермах при утриманні тварин у окремих стійлах. Групові автонапувалки використовуються на фермах із безприв'язною системою утримання, у літніх таборах, на пасовищах, а також для свиней, овець і птиці при груповому утриманні. Промисловість випускає близько двадцяти різних типів індивідуальних і групових автонапувалок, що відповідають потребам різних видів тварин.

Зазвичай автонапувалки підключаються до централізованої системи водопостачання. У разі її відсутності вони можуть бути з'єднані з резервуаром, який наповнюється автоводонозами. В зимовий період на відкритих майданчиках застосовуються автонапувалки з підігрівом води, що забезпечує комфортні умови для тварин. У літніх таборах або на полі, де відсутні джерела води, використовуються пересувні напувалки.

За принципом дії автонапувалки поділяються на клапанні та вакуумні. Клапанні, у свою чергу, класифікуються на педальні та поплавкові, що відрізняються конструкцією та способом регулювання подачі води.

Самоочисна стаціонарна одинарна напувалка ПСС-1 (рис. 3.1.) призначена для напування свиней із одночасним видаленням залишків корму та бруду з чаші. Її застосовують на свинофермах зі станковим та вигульним утриманням тварин різних вікових груп, а також для напування телят.

Конструктивно та за принципом дії ПСС-1 подібна до напувалки ПА-1А, проте має чашу дещо менших розмірів. Педаль виконана суцільною і водночас слугує кришкою, яка закриває всю поверхню чаші.

Після того як тварина нап'ється, вона звільняє кришку, яка під дією пружини повертається у вихідне положення. У цей момент клапан закриває доступ води до чаші, а залишки корму та забруднена вода видаляються. Така

конструкція значно зменшує витрати праці на очищення напувалок і забезпечує високу якість води, яку споживають тварини.

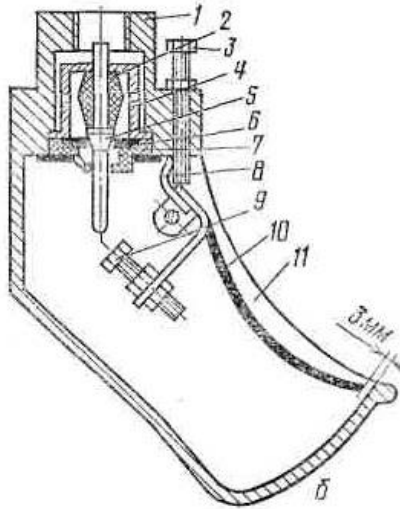


Рис. 3.1. Чашкова автоматична поїлка ПСС-1:

1 - патрубок для приєднання до водопроводу; 2 - амортизатор; 3,9 - болти регулювальні. 4 - склянка; 5 - клапан; 6 - сідло клапана; 7 - кришка клапана; 8 - пружина; 10 - кришка чаші; 11 - чаша.

Безчашкова соскова напувалка ПБС-1 (рис. 3.2.) призначена для напування дорослих свиней на відгодівельних та репродукторних фермах. Її встановлюють стаціонарно у свинарниках із верстатним розміщенням тварин як при груповому, так і при індивідуальному утриманні. Крім того, вона може застосовуватися на відкритих літніх майданчиках.

Напувалка входить до комплекту обладнання станків для утримання та опоросу свиноматок, забезпечуючи безперервний доступ тварин до води та відповідність санітарно-гігієнічним вимогам.

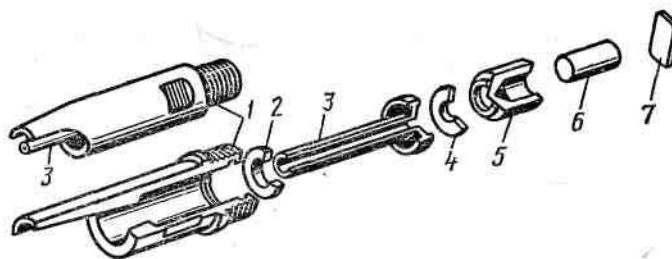


Рис. 3.2. Соскова автонапувалка ПБС-1:

1 - корпус; 2, 4 - гумові прокладки; 3 - сосок; 5 - клапан;
6 - амортизатор; 7 - упор

Безчашкова соскова напувалка ПБС-1А (рис. 3.3.) встановлюється у свинарниках для групового або індивідуального утримання тварин у станках, а також на вигульних майданчиках. Одна напувалка розрахована на обслуговування 25–30 голів.

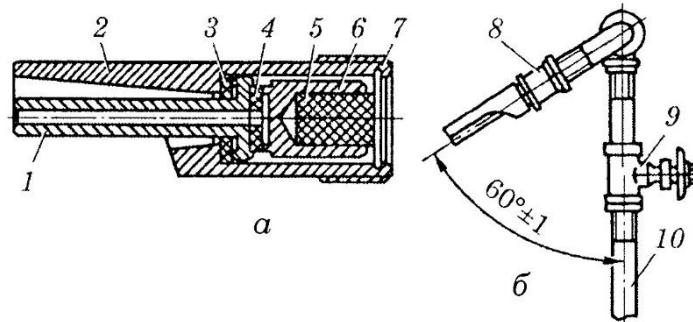


Рис. 3.3. Будова (а) та схема встановлення (б) соскової безчашкової напувалки:

- 1 – соска; 2 – корпус; 3, 4 – ущільнювальні прокладки; 5 – амортизатор;
6 – клапан; 7 – упор; 8 – муфта; 9 – вентиль; 10 – стояк

Конструктивно вона складається з корпусу (2), соски (1), ущільнювальних прокладок (3 та 4) і клапана (6). Монтаж здійснюється під нахилом 45° , при цьому носик корпусу має бути розташований над соскою.

Принцип дії. Тварина бере ротом сосок разом із корпусом напувалки та стискає їх. У результаті сосок зміщується відносно корпусу та клапана, утворюючи зазор між клапаном і прокладкою, крізь який вода під тиском надходить осовим каналом соски у ротову порожнину. Після того як тварина відпускає сосок, клапан під дією амортизатора повертається у вихідне положення, перекриваючи подачу води.

Технічні характеристики. Подача води становить 1,33 л/хв при силі притискання кінця соски 15 Н та тиску води в мережі 80–350 кПа.

Безчашкова автоматична напувалка ПБП-1 використовується для напування поросят-сосунів у свинарниках-маточниках. Її встановлюють під кутом 30° до горизонтальної площини соском донизу та приєднують до водопровідної лінії з тиском 0,25 МПа. Продуктивність напувалки становить до 50 $\text{дм}^3/\text{год}$, що забезпечує безперервне водопостачання для молодняку.

Безчашкова соскова напувалка АС-Ф-25 (рис. 3.4.) є удосконаленою та уніфікованою конструкцією, яка замінює моделі ПБП-1А та ПБС-1А. До її складу входять корпус (6), соска (9), втулка (3), сидло (4) та пружина (2). Монтаж здійснюється під кутом 45° до вертикалі, а висота встановлення від рівня підлоги визначається віком тварин і становить 0,3–0,5 м. Така конструкція забезпечує зручність експлуатації та оптимальні умови для напування свиней різних вікових груп.

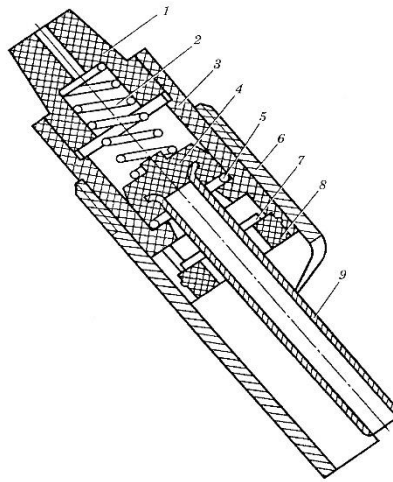


Рис. 3.4. Конструктивна схема соскової напувалки АС-Ф-25:

1 – пробка; 2 – пружина; 3 – втулка; 4 – сидло соски; 5 – кільце; 6 – корпус; 7 – шайба; 8 – диск; 9 – трубка соски

Порівняно з базовими моделями, напувалка АС-Ф-25 замість гумового амортизатора оснащена пружиною з нержавіючої сталі, що зменшує зусилля на соску. Конструкція клапанного механізму забезпечує безрозбірне промивання, занурюваність, а також знижені масу та габаритні розміри.

Особливістю технологічного процесу є те, що вода витікає по жолобу корпусу (у базових моделях – через соску), без розбризкування. Це досягається завдяки встановленій уздовж соски шайбі, яка знижує швидкість потоку води. Пропускна здатність напувалки становить 0,9–2,8 л/хв.

Поплавкова напувалка ПАС-2Б (рис. 3.5.) призначена для напування свиней. Вона складається з чаші (1), поплавка (2), корпусу (3), гнізда клапана (4), конусного клапана (5), шарніра (6) та важеля (7). Така конструкція забезпечує автоматичне регулювання рівня води в чаші відповідно до потреб тварин.

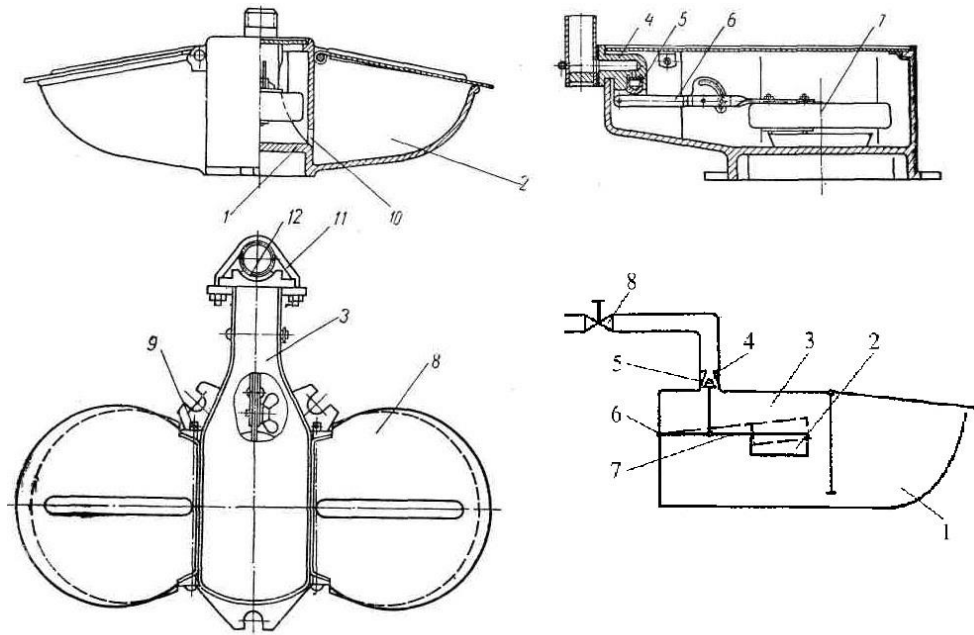


Рис. 3.5. Автонапувалка ПАС-2Б та її функціональна схема:

А - 1 - корпус; 2 - чаша напувалки; 3 - поплавкова камера; 4 - кутник; 5 - голчастий клапан; 6 - важіль поплавка; 7 - поплавок; 8 - кришка чашки; 9 - вісь кришки; 10 - прохідний отвір; 11 - хомут; 12 - гумова прокладка; Б - 1 - чаша; 2 - поплавок; 3 - корпус; 4 - гніздо клапана; 5 - клапан; 6 - шарнір; 7 - важіль; 8 - вентиль

При закритому вентилі (8) вода в напувалку не надходить. Після відкриття вентиля вона поступає з трубопроводу через зазор між гніздом (4) та клапаном (5) у чашу (1). У міру наповнення чаші поплавок піднімається, діє на важіль (7) і клапан (5), перекриваючи доступ води. Під час споживання води рівень у чаші знижується, поплавок опускається, відкриваючи клапан, і цикл повторюється. Така конструкція забезпечує автоматичне регулювання рівня води відповідно до потреб тварин.

Групова автопоїлка АГС-24 (рис. 3.6.). Цей тип обладнання застосовується для напування свиней при груповому утриманні як у зимових приміщеннях, так і в літніх таборах. Автопоїлка складається з цистерни (1) місткістю 3,1 м³, двох корит (3) на 12 напувальних місць кожне та вакуумного пристрою, який підтримує постійний рівень води в коритах. Така система дозволяє одночасно

забезпечувати водою значну кількість тварин, зменшуючи витрати праці та стабілізуючи процес напування.

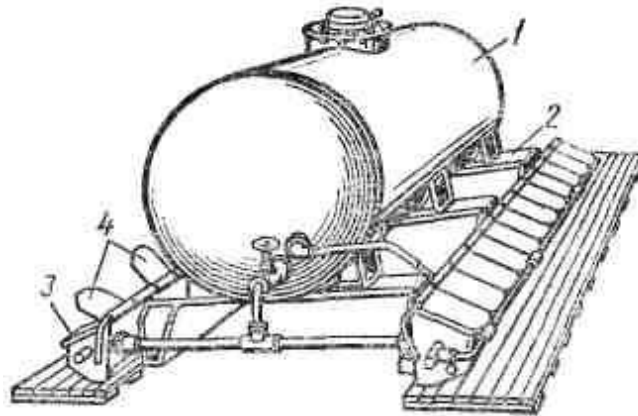


Рис. 3.6. Групова автопоїлка АГС-24:

1 - цистерна; 2 - полозки; 3 - корито; 4 - клапани

У холодний період року групу автопоїлку АГС-24 обладнують електропідігрівальним пристроєм потужністю 1,2 кВт, що дозволяє підтримувати температуру води в межах 10–15 °С. Конструкція розрахована на обслуговування до 500 свиней, забезпечуючи стабільне водопостачання навіть за низьких температур.

Водороздавач ВУ-3,0 призначений для механізованого забору води з водойм та її транспортування на тваринницькі ферми й пасовища. Наповнення цистерн водороздавача здійснюється за допомогою насоса, встановленого на рамі, що забезпечує ефективність і мобільність системи водопостачання.



Рис. 3.7. Водороздавач ВУО-3.

3.2. Розробка конструктивно-функціональної схеми автонапувалки

Автопоїлка соскового типу ПБС-1 призначена для напування дорослого поголів'я свиней. Конструкція складається з корпусу (1), який кріпиться різьбовим з'єднанням до водопровідної труби під кутом 45–60° до вертикалі. У середині корпусу розташовані сосок (3), клапан (5), амортизатор (6) та упор (7).

Принцип дії. При натисканні зубами на сосок між ним і клапаном утворюється щілина, крізь яку вода надходить у ротову порожнину тварини. Коли сосок відпускається, тиск води разом із дією амортизатора повертає клапан у вихідне положення, припиняючи подачу води.

Експлуатаційні характеристики. При груповому утриманні одна поїлка здатна обслуговувати 20–30 свиней, забезпечуючи безперервний доступ до води та зменшуючи витрати праці на організацію напування.

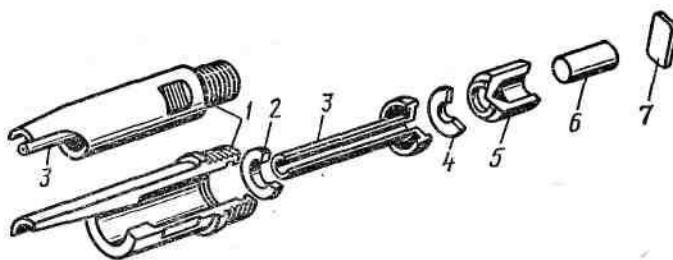


Рис. 3.8. Соскова автонапувалка ПБС-1:

1 - корпус; 2,4 - гумові прокладки; 3 - сосок; 5 - клапан; 6 - амортизатор; 7 - упор.

Соскові пнапувалки значною мірою відповідають зооветеринарним вимогам: вони прості за конструкцією, менш металомісткі порівняно з чашковими та не потребують щоденного очищення.

Водночас слід враховувати, що під час напування поросята й дорослі свині стискають щелепами елементи соскової напувалки, що може призводити до їх деформації або руйнування. Це викликає відмови у роботі обладнання або надмірні втрати води.

Для усунення таких недоліків необхідно застосовувати інші матеріали або змінювати форму робочих органів напувалки. Саме з цією метою нами розроблено конструктивно-функціональну схему удосконаленої соскової

автонапувалки, яка має змінену форму та виготовлена з більш міцних матеріалів, що забезпечує підвищену надійність і довговічність експлуатації.

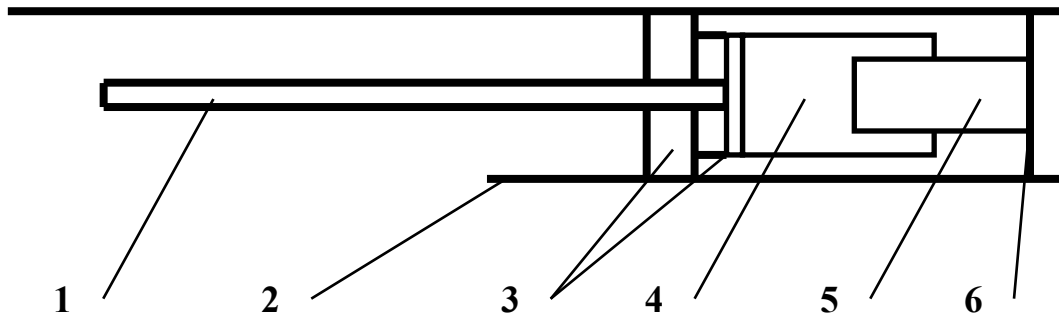


Рис 3.9. Схема напувалки

1 - сосок; 2 - корпус; 3 - гумові прокладки; 4 - клапан; 5 - амортизатор; 6 - упор

Автонапувалка функціонує наступним чином: під час захоплення соска ротом тварина стискає щелепи та нахиляє його. У цей момент клапан відкривається, і вода під напором надходить із трубопроводу в трубчастий сосок, через який потрапляє безпосередньо в ротову порожнину. Тварина ковтає воду, після чого процес повторюється.

Коли тварина припиняє стискати щелепи або відводить голову від напувалки, сосок повертається у вихідне положення, клапан закривається, і подача води припиняється.

Така установка є простою за будовою, надійною в експлуатації та не потребує значних трудових чи матеріальних витрат на обслуговування. Це робить її ефективним засобом механізації процесу напування свиней.

3.3. Технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки

Визначаємо швидкість витікання води через отвір бака.

Визначаємо число Рейнольдса.

$$Re_H = \frac{\sqrt{2gHd}}{\nu} = 1.47 * 10^5$$

Отже, створюється турбулентний рух води.

Поверхневий натяг води:

$$\nu = 1,01 * 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$$

Коефіцієнт тертя води для нових сталевих труб $\lambda = 0,023$.

За даним числом Рейнольдса знаходимо коефіцієнт $\mu = 0,6$;

Визначаємо витрату води:

$\omega_1 = 0,00196 \text{ м}^2$ - приведений переріз трубопроводу (для 2 дюймової труби).

$\omega_2 = 0,00049 \text{ м}^2$ - приведений переріз трубопроводу (для 1 дюймової труби).

$$Q = \mu \omega_1 \sqrt{2gd} = 0,00349 \text{ м}^3 / \text{с} ;$$

Втрати тиску в місцевих опорах.

Течія в трубках ламінарна, бо число Рейнольдса рівне 99.

$$\Delta p_m = \Delta p_{\text{вв}} + \Delta p_{\text{вви}} = \xi_{\text{вв}} \rho v_{\text{мп}}^2 / 2 + \xi_{\text{вви}} \rho v_{\text{мп}}^2 / 2 = 0,055 \text{ кПа} ;$$

Втрати тиску на тертя по патрубку:

$$\Delta p_{\lambda} = \frac{32 \rho l_{\text{мп}} v_{\text{мп}}}{d_{\text{мп}}^2} = 0,827 \text{ кПа} ;$$

Загальні втрати тиску по патрубку:

$$\Delta p_{\text{ном}} = \Delta p_m + \Delta p_{\lambda} = 0,882 ;$$

Витрата води в трубках:

$$Q_{\text{мп}} = \frac{1}{30} Q = 8,33 * 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с} ;$$

Швидкість руху води в трубках:

$$v = \frac{4Q_{\text{мп}}}{\pi d_{\text{мп}}^2} = 0,16 \text{ м} / \text{с} ;$$

Втрати тиску на тертя по довжині трубопроводу

$$\Delta p_{\lambda} = \lambda \frac{l}{d} \rho \frac{v^2}{2} = 9,68 \text{ кПа} ;$$

$$\Delta p_{\text{ном}} = (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi) \rho \frac{Q}{2\omega^2} = 0,637 \text{ кПа}$$

$$\Delta p_{\text{заг}} = \Delta p_{\lambda} + \Delta p_{\text{ном}} = 0,637 + 9,68 = 10,37 \text{ кПа}$$

Сума коефіцієнтів місцевих опорів

$$\sum \xi = \xi_{\text{вв}} + \xi_{45^\circ} = 0,2 + 2 * 0,399 = 0,998$$

Втрати напору

$$h_n = \frac{lv^2}{d2g} = 2.22$$

Потрібний напір при умові роботи в квадратичній області

$$K_\epsilon = 0,1 \text{ мм}$$

$$\Delta_{kp} = 84$$

$$h_{KB} = 84 \cdot 30,7 \cdot 12,1 \cdot 10^{-6} = 0,031 \text{ м};$$

$\varphi = 2,18$ - поправка на неквадратичність

$$h = \varphi h_{KB} = 0,067 \text{ м}$$

Через це, що є невеликі втрати тиску на трубопроводі потрібно підняти напір води на $0,03 - 0,06 \text{ Н/м}^2$.

Як видно з розрахунків дана автонапувалка задовольняє представлені їй вимоги і є перспективною для використання у тваринницьких господарствах.

Розрахунок на міцність зводиться до визначення товщини стінок t корпусних деталей напувалки:

$$t = \frac{pd}{2[\sigma]_p}$$

де $[\sigma]_p$ - максимально допустиме напруження стінки,

p – тиск в середині ємкості.

Отже

$$t = \frac{60 \cdot 0,53}{2 \cdot 80} = \frac{32}{160} = 0,002 \text{ м}.$$

3.4. Особливості монтажу та експлуатації напувалки

Перед монтажем соскові напувалки попередньо збирають та перевіряють роботу клапанного механізму. Після цього їх вкручують у відповідний патрубок магістрального трубопроводу так, щоб відстань від підлоги до напувалки становила $0,45 \text{ м}$, а сама напувалка була розташована під кутом $30-45^\circ$ до площини підлоги. Патрубок жорстко закріплюють до стінки станка, що запобігає руйнуванню водопроводу та самої напувалки.

Після завершення монтажу проводять перевірку герметичності різьбових з'єднань, клапанних механізмів та швидкості протікання води через сосок.

Норма витікання становить 1,5–2 л/хв при зусиллі натискання на сосок 20–25 Н. Якщо ці умови не дотримуються, виявляють несправності та усувають їх.

Соскові напувалки типів ПБС-1А, ПБП-1А та АС-Ф-25 підключаються до водопровідної мережі з робочим тиском не вище 40 кПа, що забезпечує оптимальний режим їхньої роботи.

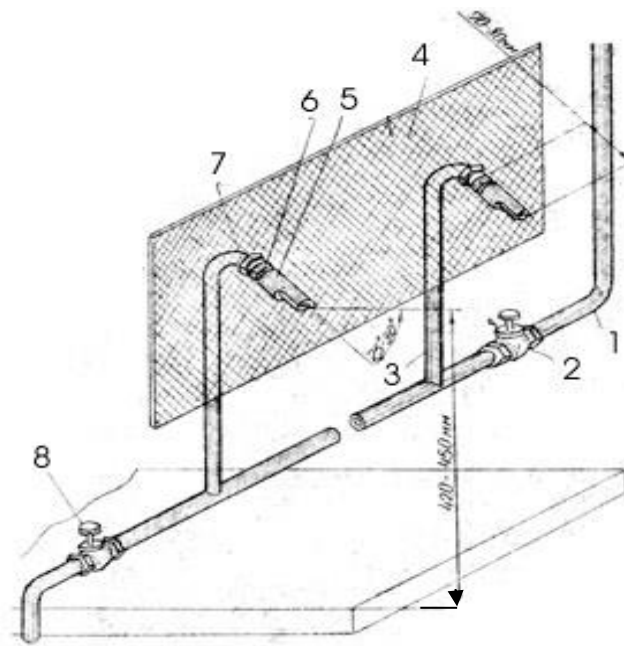


Рис. 3.10. Схема монтажу соскової напувалки ПБС-1А:

- 1 – водопровід; 2 – вхідний вентиль; 3 – стояк; 4 – перегородка;
5 – напувалка; 6 – муфта; 7 – контргайка; 8 – кінцевий вентиль

Носок корпусу розташовують над соском, а вісь соска встановлюють похило вниз до горизонтальної осі під кутом 20–25°. Відстань від рівня підлоги до осі соска для напувалок ПБП-1А повинна становити 200 мм, а для ПБС-1А – 420–450 мм (рис. 3.3).

Різьба на корпусі напувалки ПБС-1А має діаметр 1”, тоді як у моделі ПБП-1А – 0,75”. Приєднання напувалок до стояків здійснюється за допомогою муфт із контргайками, що забезпечує надійність з’єднання.

Для запобігання потраплянню бруду в напувалку трубу для підведення води необхідно розташовувати нижче рівня самих напувалок. Це дозволяє підтримувати чистоту системи та забезпечує стабільну роботу обладнання.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз організації робіт з охорони праці й екологічності виробництва

Загальне керівництво у господарстві здійснює голова СГПП. Організація робіт з охорони праці та контроль за їхнім станом покладені на інженера з охорони праці. Відповідальність за безпеку життєдіяльності у галузях несуть головні спеціалісти, а безпосередньо на робочих місцях — фахівці середньої ланки (бригадири, механіки, завідувачі ділянками).

У профспілковому комітеті функціонує комісія з охорони праці, голова якої обирається з числа членів робочого комітету. Комісія спільно з інженером з охорони праці та галузевими спеціалістами контролює дотримання правил і норм безпеки, а також виконання заходів, передбачених колективним договором.

У цеху тваринництва відповідальність за стан безпеки життєдіяльності загалом несе головний зоотехнік, а на свинарській фермі — завідувач фермою.

Варто зазначити, що рівень безпеки життєдіяльності на фермі залишається недостатнім. Під час виконання багатьох технологічних процесів порушується режим роботи. Через слабе застосування комплексної механізації значна частка робіт виконується вручну, що не відповідає вимогам ДСТУ. Крім того, у приміщеннях спостерігається дефіцит природного та штучного освітлення, що суперечить нормам СНіП 11-4-79.

У СГПП також недостатньо уваги приділяється питанням охорони навколишнього середовища. Виконання ряду сільськогосподарських операцій супроводжується прогресуючим забрудненням природи, що потребує термінових заходів для зменшення негативного впливу.

Необхідно посилити контроль за раціональним використанням природних ресурсів та впроваджувати сучасні технології в різних галузях сільського господарства, щоб запобігти забрудненню ґрунту, води й атмосфери.

Кожен випадок виробничого травматизму розслідується спеціальною комісією за участю робочого комітету та реєструється у відповідному журналі. На основі зібраних даних здійснюється аналіз рівня травматизму й захворюваності, після чого розробляються заходи щодо їхнього зниження.

Найбільшу частку у структурі захворюваності становлять простудні хвороби, що зумовлені наявністю протягів у приміщеннях. У таблиці 4.3 наведено аналіз причин непрацездатності працівників ферми.

Сучасні тваринницькі ферми та комплекси є великими спеціалізованими підрозділами сільськогосподарського виробництва з високою концентрацією поголів'я свиней та значною енергонасиченістю технологічних процесів. Для механізації й автоматизації застосовується понад 1000 машин, механізмів та спеціального обладнання, що сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню трудових і матеріальних витрат на одиницю продукції та покращенню умов праці персоналу. Водночас недотримання правил техніки безпеки при експлуатації машин може призвести до травм.

Організація пожежної безпеки в сільській місцевості покладається на виконкомі територіальних громад. За протипожежний стан господарства відповідає правління СГПП та особисто його голова, а на фермі — завідувач. Для гасіння пожеж передбачено використання пожежних водойм загальною місткістю 300 м³ та пожежної машини. У приміщеннях встановлені пожежні щити, проте їхнє оснащення є неповним, що потребує додаткової уваги.

Таблиця 4.1 – План організаційно-технологічних заходів

Найменування заходів або засобів	Відповідальні особи	Строк виконання
Організаційні		
Устаткування куточків, виставок по охороні праці	інженер з ОП, начальники ділянок	протягом року
Придбання документації й літератури	Інженер по ТЕ	протягом року
Технологічні		
Впровадження автоматизації	гл. інженер	протягом року
Впровадження сигналізації	гл. енергетик	
Удосконалення від поразки електричним струмом	гл. енергетик, інженер по ТЕ	
Впровадження повної технології процесів	директор, гл. інженер, інженер ТЕ	постійно протягом року
Організація робочих місць		
Розміщення встаткування згідно положення	гл. інженер, начальник	постійно

Забезпечити робочі місця всім необхідним Умови праці у виробничому приміщенні Доведення клімату до встановлених норм Обладнати й забезпечити умови відпочинку Забезпечення пожежовибухобезпечності Облаштування вентиляцією Оснащення пожежним інвентарем Забезпечити роботу котла КВ-300 паливом	начальник, гл. інженер гл. інженер начальник ПСО гл. енергетик	постійно
--	--	----------

4.2 Проектовані заходи щодо поліпшення умов праці

Основні технологічні заходи з технічної та пожежної безпеки на фермі

1. Відповідальність за стан безпеки життєдіяльності покладається на завідувача фермою.

- Офіційно закріпити відповідальність
- Вести журнал контролю

2. Забороняється перебування сторонніх осіб на території ферми.

- Встановити попереджувальні знаки
- Організувати контроль входу

3. Робітники допускаються до роботи лише після проходження інструктажу.

- Первинний інструктаж
- Повторний інструктаж після порушень

4. Усі обертові механізми повинні мати огороження.

- Перевірити наявність захисних кожухів
- Усунути небезпечні зони

5. Електрообладнання має бути заземлене та оснащене аварійним відключенням.

- Перевірити контури заземлення
- Встановити аварійні вимикачі

6. При ремонті слід повністю відключати живлення.

- Вивісити попереджувальні таблички
- Перевірити відсутність напруги

7. Приміщення відокремлюють перегородками для зменшення впливу шуму.

- Використати шумоізоляційні матеріали
- Встановити перегородки

8. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

- Видати спецодяг
- Контролювати його використання

9. Усі випадки травматизму розглядаються відповідно до вимог у встановлені строки.

- Створити комісію
- Вести журнал реєстрації

Таким чином, дотримання цих заходів забезпечує комплексну систему охорони праці та пожежної безпеки на фермі, знижує ризики виробничого травматизму та створює належні умови для роботи персоналу.

Пропонуються наступні основні протипожежні заходи:

- Відповідальність за протипожежну безпеку покласти на завідувача фермою.
- Кожне приміщення повинне бути обладнане різними засобами пожежогасіння й пожежних щитів.
- Приміщення й територію містити в чистоті.
- Не захаращувати пожежні резервуари між будинками.
- Для забезпечення пожежної безпеки електроустановок, правильно здійснить їхній вибір заземлення.
- типи світильників вибирати залежно від вогнестійкості світильників.
- опалювальні прилади повинні бути забезпечені звуковою сигналізацією й аварійним відключенням.

Розрахунки води для зовнішнього й внутрішнього пожежогасіння наведені в другому розділі.

Розрахунок блискавкозахисту свинарника.

Аналіз існуючих недоліків показав необхідність розрахунку системи блискавкозахисту для свинарника. Відповідно до СН-305-77 та карти грозової активності для Волинської області, середня тривалість грозової діяльності становить 60–80 годин на рік, що відповідає приблизно 9 ударам блискавки на 1 км². Свинарник як об'єкт блискавкозахисту належить до II категорії.

Для захисту будівлі застосовують блискавковідводи, які складаються з приймального елемента, струмопровідних спусків та заземлення. Під час грози необхідно перебувати на відстані не менше 5 метрів від заземлювального пристрою. Струмопровідні спуски розташовують подалі від входів у свинарник і роблять недоступними для випадкового дотику.

Зона захисту обирається зі ступенем надійності 95%. Для цього використовується одиночний тросовий блискавкоприймач, зона захисту якого має форму кругового конуса: вершина знаходиться на висоті h_0 , а основа утворює коло радіусом r_0 . Така конструкція забезпечує ефективний захист будівлі від прямих ударів блискавки.

h - висота блискавковідводу, м.;

h_0 - висота будинку, м.;

r_0 - радіус захисту блискавковідводу, м.

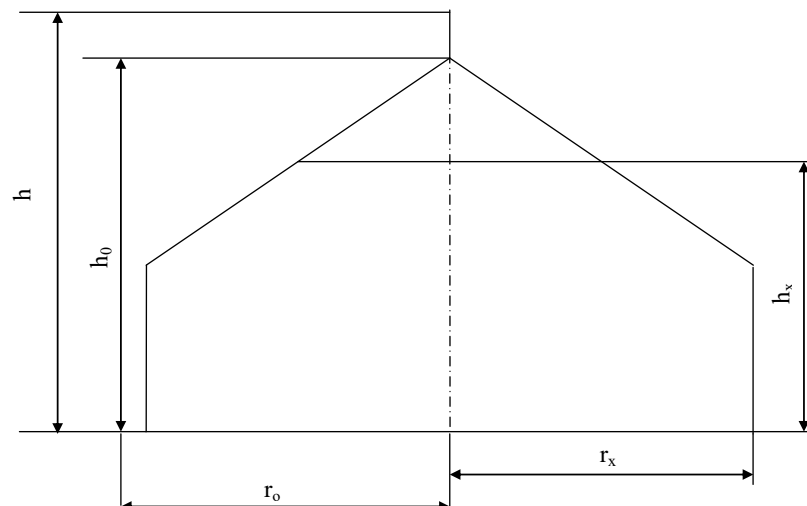


Рис. 4.1 – Блискавкозахист будівлі

Висота тросового блискавковідводу визначається з вираження для визначення радіуса захисту /19/

$$r_3 = h \frac{1,2}{1 + h_3 / (h - f)}, \quad (4.1)$$

де f - стріла провисання троса над заземлює об'єктом, що, у середині прольоту, м. Для будинку довжиною 106 м, $f = 1,1$ м /19/

Прийнявши $r_3 = 11$ м маємо висоту блискавковідводу $h = 13,5$ м.

Розрахунок заземлення

Найпоширенішим і найбільш надійним способом захисту людей та тварин від ураження електричним струмом є заземлення — навмисне електричне з'єднання струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою, із землею або її еквівалентом. Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 10 Ом.

Для прикладу розглянемо розрахунок заземлення гнойового транспортера, який обладнується одиночним стрижневим заземлювачем. Така система забезпечує відведення струму у ґрунт у випадку аварійної ситуації, знижуючи ризик ураження персоналу та тварин.

Опір розтіканню струму $R_c = \text{Ом}$ визначається по залежності:

$$R_c = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4h + l}{4h - l} \right), \quad (4.2)$$

де ρ - питомий опір ґрунту, Ом, $\rho = 150$ Ом;

l - довжина заземлення, м.;

d - діаметр заземлення, м2;

h - глибина закладення труби, м.;

$$R_c = 0,366 \cdot \frac{150}{2,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,025} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 0,7 + 2,5}{4 \cdot 0,7 - 2,5} \right) = 64,2 \text{ Ом}$$

Необхідна кількість заземлення транспортера визначається по формулі /20/.

$$n = \frac{R_c \cdot K_c}{R_n \eta_z}, \quad (4.3)$$

де K_c - коефіцієнт сезонності, $K_c = 1,5$;

R_n - нормативний опір заземлення;

η_z - коефіцієнт використання заземлення.

$$n = \frac{64,2 \cdot 1,5}{30 \cdot 0,7} = 4,6$$

Необхідно мати 5 заземлень.

Розрахунок природного освітлення.

Для тваринницьких приміщень використовують комбінований спосіб освітлення. Необхідно максимально використати природне освітлення.

Визначається світлова площа вікон, м².

$$F_{ок} = F_n \cdot \alpha, \quad (4.4)$$

де F_n - площа підлоги, м²;

α - коефіцієнт, $\alpha = 0,0085 \dots 1$

$$F_n = F - F_t, \quad (4.5)$$

F - загальна площа будинку, м²;

F_t - площа тамбурів, м².

$$F_n = 1908 - 300 = 1608 \text{ м}^2$$

$$F_{ок} = 1608 \cdot 0,085 = 136,68 \text{ м}^2$$

За ДСТУ 16407-08 проводиться вибір вікон типу ОР-09-12 з розмірами $b \times h = 2400 \times 870$ і площею вікна $F_o = 1,9 \text{ м}^2$.

Визначається необхідна кількість вікон

$$n = \frac{F_{ок}}{F_o}, \quad (4.6)$$

$$n = \frac{136,68}{1,9} = 72 \text{ шт}$$

Згідно типового проекту будинку для свинарника приймається 72 вікна.

Розрахунок штучного освітлення.

Система штучного освітлення (згідно СНіП 1-29-73) повинна створювати в робочій зоні рівномірну видимість без відблисків і тіней.

Кількість ламп визначається по формулі

$$L_{\text{л}} = \frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{л}}}, \quad (4.7)$$

де $P_{\text{с}}$ - світловий потік приміщення, лк.

$$P_{\text{с}} = \frac{F_{\text{п}} \cdot E_{\text{і}} \cdot K_{\text{з}}}{\eta_{\text{с}} \cdot \eta}, \quad (4.8)$$

$E_{\text{і}}$ - мінімальна норма штучного освітлення;

$K_{\text{з}}$ - коефіцієнт запасу;

$\eta_{\text{с}}$ - кпд світлового потоку лампи;

$($ - коефіцієнт відбиття потоку, стін, висоти підвісу світильника;

$P_{\text{л}}$ - світловий потік лампи, лк. $P_{\text{л}} = 698$ лк.

Приймається лампа типу ЛГ потужністю 60 Вт зі світловим потоком;

$$P_{\text{с}} = \frac{1608 \cdot 10 \cdot 1,3}{0,45 \cdot 0,6} = 46454,3 \text{ лк}$$

$$L_{\text{л}} = \frac{46453,3}{698} = 66,5$$

Приймається 68 ламп.

Для освітлення приміщення приймається 34 світильника із двох ламп по 60 Вт.

Світильники розташовуються в 4 ряди з інтервалом між лампами 8 метрів.

Все електроустаткування заземлюється, а ізоляція електроустановок має систему захисту.

Розрахунок кількості вогнегасників.

Потрібне число вогнегасників для виробничих приміщень визначається по формулі /20/.

$$n_{\text{o}} = m_{\text{o}} \cdot S, \quad (4.9)$$

де S - площа виробничого приміщення, м²;

то - номінальне число вогнегасників на 1 м²: для тваринницьких приміщень на 100 м² один вогнегасник /20/.

$$n_o = 0,01 \cdot 1908 = 19,09$$

Приймається 20 вогнегасників.

4.3. Заходи щодо безпечного водопостачання і напування

1. Перевірка вибухо- та пожежобезпеки. Обладнання повинно бути стійким до впливу вологи, сонячної радіації та агресивних середовищ.

- Використовувати матеріали з підвищеною міцністю
- Виключати можливість випадкового пошкодження складових частин

2. Забезпечення безперервного водопостачання. Ферма повинна мати постійний доступ до чистої води.

- Регулярно брати контрольні проби води
- Перевіряти придатність води для тварин

3. Монтажні та демонтажні роботи. До робіт допускаються лише кваліфіковані працівники.

- Використовувати монтажні та водопідіймальні пристрої
- Дотримуватись особливої обережності

4. Установка електродвигунів. Насосні станції повинні бути електробезпечними.

- Огородити всі проводи
- Заземлити корпуси електродвигунів і насосів
- Ізолювати місця з'єднання

5. Промивання внутрішньої водопровідної сітки. Необхідно видаляти механічні та хімічні відкладення.

- Очищати корпуси клапанних механізмів
- Промивати магістраль пропусканням води

6. Ремонт і профілактика. Проводиться влітку чи восени перед стійловим періодом.

- Одночасно промивати зовнішній водопровід

- Очищати напірні башти

7. Дезінфекція автонапувалок. Забезпечує санітарну безпеку обладнання.

- Використовувати 3% розчин соди
- Промивати гарячою водою після дезінфекції

Підготовка внутрішнього водопроводу до зими полягає в усуненні всіх видимих і прихованих протікань води в з'єднаннях труб, приведені в справний стан всіх водороздавальних пристроїв і кранів, в утепленні всіх вводів і ділянок сітки розміщених в холодних місцях. У випадку замерзання води в трубопроводі, його відігрівають паром чи гарячою водою. Якщо відкрити не вдається його розбирають, звільняють по частинам від льоду і знову збирають, замінюючи пошкоджені ділянки новими.

Для переміщення персоналу на фермі необхідно облаштовувати проходи та пристрої, які відповідають вимогам безпеки та є зручними за конструкцією й розмірами.

Конструкція обладнання повинна передбачати захист від ураження електричним струмом. Елементи, що становлять потенційну небезпеку для людини, мають бути пофарбовані у сигнальні кольори для підвищення рівня візуальної безпеки.

До участі у виробничому процесі допускаються лише особи, які відповідають вимогам безпеки за своїми фізіологічними, психофізіологічними та психологічними характеристиками. Крім того, вони повинні мати відповідну професійну підготовку та пройти інструктаж з охорони праці.

Оцінка якості води з артезіанської свердловини господарства.

Хімічний аналіз води артезіанської свердловини такий:

F+++ немає Сухий залишок 1494,5 мг/л

Ca++ 132,3 мг/л Окисність 0,8 мг/л

Mg++ 57,2 мг/л H₂S немає

Na+ 225,8 мг/л Колір – без кольору

NH₄ немає Запах – без запаху

HCO_3 372,1 мг/л Смак – без смаку

SO_4 665,8 мг/л Прозорість повна

Cl 41,3 мг/л

Необхідно визначити жорсткість і оцінити якість води для напування тварин. Виражаємо дані аналізу в міліграм-еквівалентній формі і встановлюємо ймовірний склад солей.

З цією метою множимо дані валової кількості іонів на відповідні перевідні коефіцієнти. Результати записуємо в таблицю.

Таблиця 4.2. - Склад води

Катіони			Ймовірний склад солей (кг/екв)	Аніони		
Мг/л	φ	Мг/екв		Мг/екв	φ	Мг/л
1	2	3	4	5	6	7
Ca^{++} 132,3	0,0499	6,60	CaSO_4 0,5	6,10	0,0164	HCO_3 372,1
			$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 6,1			
Mg^{++} 57,2	0,0822	4,70	MgSO_4 4,70	13,86	0,0208	SO_4 665,8
			Na_2SO_4 8,66			
Na^+ 225,8	0,0435	9,82	NaCl 1,16	1,16	0,0282	Cl 41,3
Всього 415,8	–	21,12		21,12	–	1079,2

Бікарбонат-іон HCO_3 в кількості 6,1 мг/екв разом з 6,1 мг/екв Ca^{++} утворюють 6,1 мг/екв двууглекислого кальція $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Залишок іона Ca^{++} в кількості $6,6 - 6,1 = 0,5$ мг/екв з'єднує з відповідною еквівалентною кількістю сульфат-іона SO_4^{4-} і це складає 0,5 мг/екв CaSO_4 .

4,7 мг/екв Mg^{++} разом з 4,7 мг/екв SO_4^{4-} дають 4,7 мг/екв MgSO_4 . Відповідно, від 13,86 мг/екв SO_4 залишиться: $13,86 - (0,5 + 4,7) = 8,66$ мг/екв, яке разом з Na^+ дають 8,66 мг/екв Na_2SO_4 . залишок Na^+ в кількості $9,82 - 8,66 = 1,16$ мг/екв разом з 1,16 мг/екв Cl⁻ складають 1,16 мг/екв NaCl.

Для того щоб виразити вміст солей в мг/л, потрібно помножити дані значення в мг/екв (вказані в графі 4 таблиці) на їх еквівалентні маси.

$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 6,1 \times 81,0 = 494,10 \text{ мг/л}$$

$$\text{CaSO}_4 0,5 \times 68,06 = 34,03 \text{ мг/л}$$

$$\text{MgSO}_4 4,70 \times 60,2 = 282,94 \text{ мг/л}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 8,66 \times 71,04 = 615,21 \text{ мг/л}$$

$$\text{NaCl} 1,16 \times 58,4 = 67,74 \text{ мг/л}$$

Всього 1494,02 мг/л

Один мг/екв кальція чи магнія рівний 2,8 градуса жорсткості. Відповідно, загальна жорсткість води буде рівна (див. табл. графа 3):

$$(6,60 + 4,70) \times 2,8 = 31,64^\circ$$

Магнієва жорсткість $4,7 \times 2,8 = 13,16^\circ$, що складає $\frac{13,16}{31,16} \cdot 100 = 41,6\%$ від загальної жорсткості.

Тимчасова жорсткість обумовлюється наявністю бікарбоната кальція. В даному випадку мається 6,1 мг/екв $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Відповідно, тимчасова жорсткість рівна:

$$6,1 \times 2,8 = 16,08^\circ$$

Постійна жорсткість $31,64 - 17,08 = 14,56^\circ$.

Можемо визначити жорсткість води, знаючи для кожної солі величину еквівалентну 1° жорсткості в мг/л.

Тоді тимчасова або карбонатна жорсткість дорівнює:

$$\frac{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}{Z} = \frac{494,1}{28,9} = 17,1^\circ$$

Постійна жорсткість:

$$\frac{\text{CaSO}_4}{Z_2} + \frac{\text{MgSO}_4}{Z_3} = \frac{34,03}{24,28} + \frac{282,94}{21,50} = 1,40 + 13,16 = 16,56^\circ.$$

Загальна жорсткість $17,1 + 14,56 = 31,66^\circ$,

де $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 \dots$ - кількість солі в мг/л, еквівалентне 1 градусу жорсткості.

Ця вода, не дивлячись на порівняно велику її мінералізацію, використовується для напування тварин.

В санітарному відношенні ця вода допустима для напування тварин.

Вода знезаражується рідким хлором. Необхідна доза хлору визначається в залежності від якості води. Для прикладу, приймається максимальна доза активного хлору в 2 мг/л, із них 1,5 мг/л потрібно вводити до фільтра і 0,5 мг/л після фільтра.

5.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ

Процес водопостачання та напування передбачає комплексне управління, контроль і технічне обслуговування відповідних систем. Частина операцій може здійснюватися вручну, тоді як інші етапи виконуються механізовано або автоматизовано. Найбільш ефективною вважається система, що забезпечує мінімальні витрати праці, енергії та матеріальних ресурсів, водночас сприяючи підвищенню якості та обсягів виробництва продукції. Відтак оцінка результативності впроваджених рішень здійснюється шляхом порівняння трудових витрат у межах чинних технологій та обладнання із запропонованими інноваційними підходами.

Визначаємо добові затрати праці на виконання технологічного процесу:

$$З_{дн}=T_i * N_{обі} \quad (1)$$

де T_i - тривалість роботи персоналу з лінією за добу;

$T=8$ год

$N_{обі}$ - кількість персоналу, що обслуговує операційне обладнання, чоловік.

$$N_{об} = N_1 + N_2$$

Де N_1 -оператори станції $N_1=1$

N_2 -оператори в свинарниках $N_2=1$

$$N_{об} = 1 + 1 = 2$$

Тоді за новою технологією $З_{дн}=8*2=16$ люд.год.

По старій технології:

$T=10$ год

$N_1=1$; $N_2=2$; $N_{обі}=1+2=3$

Тоді $З_{дс}=10*3=30$ люд.год.

Визначаємо річні затрати праці на виконання технологічного процесу:

а) по новій технології:

$$З_{рн} = З_{дн} * D_p \quad (2)$$

Де D_p - кількість днів роботи лінії за рік, $D_p=365$.

Тоді $З_{рн}=16*365=5840$ люд.год.

б) за існуючою технологією

$$З_{рс} = З_{дс} * Др$$

де $Др=365$

тоді $З_{рс}=30*365=10950$ люд.год.

Визначаємо питому трудомісткість процесу подачі води:

а) по новий технології:

$$З_{оп} = З_{рн} / Q \quad (4)$$

Де Q - продуктивність насоса, $Q=10\text{м}^3/\text{год}$

Тоді $З_{оп}=5840/10=584$ люд.год/ м^3

б)по існуючий технології

$$З_{оп} = З_{рс} / Q$$

Де $Q=10\text{м}^3/\text{год}$

$З_{оп}=10950/10=1095$ люд.год/ м^3

Визначаємо питому трудомісткість виробництва 1м^3 води:

а)по новій технології: $З_{прн} = З_{рн} / П$;

Де $П$ річна потреба в воді на фермі

$$П = Q_{доб} * Др \quad (5)$$

Де $Q_{доб}$ - добова потреба води, $Q_{доб}=66,5\text{м}^3/\text{доб}$,

$Др=365$ днів

$$П=66,5*365=24272\text{м}^3/\text{рік}$$

$З_{прн}=5840/24272=0,24$ люд.год/ м^3

б) по існуючий технології: $З_{прс} = З_{ре} / П$

$$П=24272 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$З_{прс}=10950/24272=0,45$ люд.год/ м^3

Результати розрахунків заносимо до таблиці

Таблиця 5.1. – Затрати праці на водопостачання і напування

Показники		Існуюча технологія	Нова технологія
1	Добові затрати праці, люд.год	30	16
2	Річні затрати праці, люд.год	10950	5840
3	Питома трудомісткість процесу люд.год/ м^3	0,45	0,24

Річний економічний ефект від впровадження модернізованої технологічної лінії:

$$P = (EK1 + S1) - (EK2 + S2) + \Delta P \quad (6)$$

E – нормальний коефіцієнт ефективності вкладень ($E = 0,15$)

$K1$ – капітальні вкладення при існуючій технології, грн;

$K2$ – капітальні вкладення на модернізацію лінії, грн;

$S1$ – річні експлуатаційні витрати при існуючій технології, грн;

$S2$ – річні експлуатаційні витрати при використанні модернізованої лінії, грн;

ΔP – додатковий річний або економічний ефект при втіленні запропонованих рішень, грн.

$$K1 = Qc * Kд \quad (7)$$

де Qc – вартість існуючого комплексу машин, грн. $Qc = 250000$ грн

$Kд$ – коефіцієнт додаткових витрат

$K1 = 250000 * 1,1 = 275000$ грн ;

$K2 = Qм = 250000$ грн - для модернізованої лінії

$$S1 = B1 + A1 + R1 + T1 \quad (8)$$

$B1$ – річні витрати на оплату праці робітників, грн;

$$B1 = V1 * g1 \quad (9)$$

де $V1$ – річні затрати праці, люд.год., $V1 = 10950$ люд.год/рік

$g1$ – середня оплата праці робітника, приймаємо 100 грн/люд·год

$$B1 = 10950 * 100 = 1095000 \text{ грн}$$

$A1$ – річні витрати на амортизацію машини, грн;

$$A1 = K1 * a \quad (10)$$

де a – норма відрахувань на амортизацію, ($a = 0,16$)

$A1 = 275000 * 0,16 = 44000$ грн.

$R1$ – річні витрати на ремонт та техобслуговування машини, грн;

$$R1 = K1 * r \quad (11)$$

Де r – річна норма відрахувань на ремонт та техогляд ($r = 0,18$)

$$R1 = 275000 * 0,18 = 49500 \text{ грн.}$$

$T1$ – річні витрати на енергоносії, грн;

$$T1 = Ne * tp * Ce \quad (12)$$

де Ne – питома потужність лінії, $Ne = 12,2$ кВт,

Ce - вартість електроенергії, грн/кВт, приймаємо $Ce = 10$ грн/кВт год

$$T1 = 12,2 * 4380 * 10 = 534360 \text{ грн.}$$

Тоді річні експлуатаційні витрати при існуючій технології будуть:

$$S1 = 1095000 + 44000 + 49500 + 534360 = 1722860 \text{ грн}$$

Аналогічно визначаються річні експлуатаційні витрати при використанні модернізованої лінії

$$S2 = B2 + A2 + R2 + T2 \quad (13)$$

$$B2 = 5840 * 100 = 584000 \text{ грн}$$

$$A2 = 250000 * 0,16 = 40000 \text{ грн}$$

$$R2 = 250000 * 0,18 = 45000 \text{ грн}$$

$$T2 = 12,2 * 4350 * 10 = 530700 \text{ грн}$$

$$S2 = 584000 + 40000 + 45000 + 530700 = 1199700 \text{ грн}$$

Додатковий річний економічний ефект при втіленні конструкторської розробки ΔP може бути визначений з урахуванням підвищення якості продукту або продуктивності тварин.

При підвищенні якості водопостачання і збільшенні виробництва мяса

$$\Delta P = \Delta H * m * Cm \quad (14)$$

ΔH – приріст маси, ц/гол, $\Delta H = 0,5$ кг/гол

m - число тварин, які обслуговуються новою або модернізованою машиною, гол.

Cm - вартість мяса, грн/ц, приймаємо $Cm = 250$ грн/кг

$$\Delta P = 0,5 * 1000 * 250 = 125000 \text{ грн.}$$

Враховуючи складові річний економічний ефект буде:

$$P = (0,15 * 275000 + 1722860) - (0,15 * 250000 + 1199700) + 125000 = 651910 \text{ грн}$$

Термін окупності додаткових витрат на модернізацію лінії, років:

$$T = K2 / [(S1 - S2) + \Delta P] \quad (15)$$

$$T = 250000 / [(1722860 - 1199700) + 125000] = 0,4 \text{ роки}$$

Таблиця 5.2 - Економічна ефективність модернізації лінії

Найменування показника	Існуючий варіант	Модернізо- ваний варіант
Капітальні вкладення, грн.	275000	250000
Річні витрати на оплату праці, грн.	1095000	584000
Річні амортизаційні витрати, грн.	44000	40000
Річні витрати на ремонт і ТО машини, грн.	49500	45000
Річні витрати на електроенергію, грн.	534360	530700
Додатковий річний або економічний ефект при втіленні конструкторської розробки, грн.	125000	
Річні експлуатаційні витрати, грн.	1722860	1199700
Річний економічний ефект, грн.	651910	
Термін окупності конструкторської розробки, років	0,4	

ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській кваліфікаційній роботі (проекті) розглянуто сучасний стан механізації тваринництва в господарстві в питанні водопостачання і напування. На основі зробленого аналізу можна стверджувати, що однією з головних проблем сучасного важкого стану тваринництва є відсутність надійної техніки. Механізація технологічних процесів існує, але вона не відповідає сучасним вимогам. Вона часто або є високопродуктивною, громіздкою, має велику питому енергомісткість чи металомісткість, або неповністю задовольняє зоотехнічним вимогам технологічного процесу водопостачання і напування тварин.

Тому в дипломному проекті запропоновано модернізовану лінію водопостачання та варіант удосконаленої конструкції напувалки для свиней для зменшення витрат на технічне обслуговування та покращення техніко-економічних показників виробництва свинини. Техніко-економічна оцінка запропонованих рішень дипломного проекту показала доцільність та ефективність застосування даної розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Advances in Precision Pig Farming Technologies. Lisa Collins. - Burleigh Dodds Science Publishing Limited, 2026. - 400 p.
2. FAO. 2018. Water use of livestock production systems and supply chains – Guidelines for assessment (Draft for public review). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy – 106 p.
3. Modern Livestock and Poultry Production, Eighth Edition. James R. Gillespie and Frank B. Flanders – Delmar, 2010. – 1073p
4. Practical Precision Livestock Farming: Hands-on experiences with PLF technologies in commercial and R&D settings. T. Bahanzi, V. Halas, F. Maroto-Molina - BRILL, 2023. 442 p.
5. Precision Livestock Farming '19. Papers presented at the 9th European Conference on Precision Livestock Farming. Cork, Ireland. 26-29 August '19
6. Агропортал України: аналітика, технології, думки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroportal.ua>
7. Дмитрів В.Т. Машиновикористання у тваринництві. – Львів: ЛДАУ, 2002. – 202с.
8. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічний запис. Загальні вимоги та правила складання. — К.: УкрНДНЦ, 2016. — 16 с
9. Машина та обладнання для тваринництва / За ред. Бойка І.Г. – І, II том. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 225с., 278с.
10. Машина, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Складар, О. Г. Складар, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 608 с., іл.
11. Носов Ю.М. Проектування технологічних процесів у тваринництві та птахівництві. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2014 -500 с.
12. Орлов В.О. Водопостачання та водовідведення: підручник / В.О.Орлов, Я.А. Тугай, А.М. Орлова. – К.: Знання, 2011. – 359с.

13. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві: навчальний посібник / І.М.Бендера, В.П.Лаврук, С.В.Єрмаков та ін. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисін О.В., 2011. -564 с.
14. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Заболотько О.О. та ін. Машина та обладнання для тваринництва: посібник-практикум. - К.: Кондор, 2012. - 562 с.
15. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машина та обладнання для тваринництва: підручник. - К.: Кондор, 2012. - 731 с.
16. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Роговий В.Д. та ін. Монтаж і пусконаладження фермської техніки. – К.: Кондор, 2004. – 400с.
17. Теорія і розрахунок машин для тваринництва / За ред. І.Г. Бойка. – Харків, 2002. – 216с.
18. Технічний сервіс машин у тваринництві /За ред. О.А.Науменка, В.Д.Войтюка – Київ-Харків:НАУ (ХНТУСГ), 2007. – 280с.
19. Технологічні карти з виробництва продукції тваринництва. /За ред. Д.І. Мазоренка, О.А.Науменка, Є.З.Петруші, І.Г.Бойка. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – 150с.
20. Ткачук М. М. Технічні засоби автоматизації в тваринництві / М. М. Ткачук, О. В. Кравець // Вісник аграрної науки. — 2022. — № 5. — С. 45–52.
21. <https://pig-farming.net/blog/pig-breeding/guide-to-watering-your-pigs/>
22. <https://feedsnneeds.ca/advice/a-guide-to-watering-pigs-in-the-summer/>
23. <https://sinomuge.com/pig-watering-systems-guide/>

ДОДАТКИ