

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України
Механіко – технологічний факультет
УДК 631.363:636.2.084.3

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету

Братішко В.В.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
охорони праці та біотехнічних систем
в тваринництві

Хмельовський В.С.

“ ” 2023 р.

“ ” 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
кафедра охорони праці та
біотехнічних систем у тваринництві

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПІБ)

2023 р.

на тему “УДОСКОНАЛЕННЯ НАПУВАЛКИ ДЛЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ З
ДОСЛІДЖЕННЯМ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ”

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко Вячеслав Вячеславович

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н. проф.

науковий ступінь та вчене звання

(підпис)

Хмельовський В.С.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Куцурак О.А.

(ПІБ студента)

Київ – 2023

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПІБ)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської роботи студенту

Куцураку Олександрю Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність:

208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема магістерської роботи: Удосконалення напувалки для великої рогатої худоби з дослідженням конструктивно-режимних параметрів

затверджена наказом ректора НУБІП України від "30" грудня 2022р. № 1943 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру

2023.11.14.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Виробничо-економічна характеристика господарства. Основні технологічні схеми напування тварин. Довідкові дані про машини та обладнання. Структура поголів'я тварин та перспективи його розвитку. План ферми та оцінка тваринницьких приміщень. Норми та раціони годівлі тварин. Стан механізації виробничих процесів.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Дослідити виробничо-економічну характеристику господарства.
2. Обґрунтувати комплекс машин для виробничих процесів
3. Дослідження технічного процесу напування тварин на фермі ВРХ
4. Техніко-економічна оцінка запропонованого рішення.

Перелік графічних документів (за потреби)

Дата видачі завдання " 04 " листопада 2022 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Хмельовський В.С.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Куцурак Олександр Анатолійович

(прізвище та ініціали студента)

Перелік умовних позначень

НУБІП України

ОСГ – особисте сімейне господарство.

ВРХ – велика рогата худоба.

НУБІП України

МТФ – молочнотоварна ферма.

ПЗ – пояснювальна записка.

ПТЛ – потоково-технологічна лінія.

МТБ - матеріально-технічної бази.

ПТО - пункт технічного обслуговування.

НУБІП України

ТО – технічне обслуговування.

ЩТО – щоденне технічне обслуговування.

λ - коефіцієнт гідравлічного опору для сталевих труб.

$\Sigma\xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

НУБІП України

T_n - тривалість роботи насоса продовж доби.

N -об'єм чаши.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Зміст

Завдання на дипломне проектування	2
Перелік умовних позначень	3
Зміст	4
Вступ	6
Реферат	7
1. Виробничо-економічна характеристика господарства	8
1.1. Законодавча база для сімейних ферм.....	8
1.2. Переваги та проблеми сімейних ферм.....	9
1.3. Галузева структура та спеціалізація господарства	10
1.4. Стан механізації виробничих процесів	11
1.5. Обґрунтування теми проекту	12
2. Комплексна механізація виробничих процесів	13
2.1. Визначення кількості виробничих приміщень	13
2.2. Підготовка кормів до згодовування	14
2.3. Роздавання кормів	17
2.4. Прибирання та утилізація гною	18
2.5. Доїння та первинна обробка продукції	21
3. Розробка лінії водопостачання та напування тварин	25
3.1. Значення механізації водопостачання	25
3.2. Зоотехнічні вимоги до води і напування тварин	25
3.3. Водопостачання ферми і напування тварин	27
3.4. Огляд та оцінка засобів механізації процесу водопостачання та напування...	29
3.5. Технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки	35
4. Програма, методика та результати експериментальних досліджень	44
4.1. Програма експериментів	44
4.2. Результати експериментальних досліджень	44

5. Техніко-економічна оцінка роботи	48
5.1. Загальний огляд	48
5.2. Техніко-економічні показники	48
6. Охорона праці та навколишнього середовища	53
6.1. Техніка безпеки при монтажі обладнання	53
6.2. Техніка безпеки при експлуатації обладнання	54
6.3. Протипожежні заходи	55
6.4. Аналіз небезпечних ситуацій	57
Висновки	59
Перелік використаної літератури	60
Додатки	64

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Перехід сільського господарства, а зокрема галузі тваринництва до ринкових

умов господарювання вимагає не тільки збільшення обсягу продукції, що

виробляється, а й зниження її собівартості задля підвищення її

конкурентоздатності. Основними умовами забезпечення розвитку галузі, окрім

зміцнення кормової бази, є комплексна механізація більшості виробничих

процесів, кваліфіковане обслуговування і бережне використання усіх технічних

засобів. Провідна роль у вирішенні питань технічного забезпечення тваринницьких

підприємств, звісно, належить працівникам інженерно-технічних служб.

Проте, у збільшенні виробництва сільськогосподарської продукції, особливо

тваринницької, слід завдячувати малим та середнім фермерським господарствам, з

максимальним поголів'ям дійних тварин до 200 голів, роль яких постійно зростає.

Однак, ці господарства мають і деякі недоліки. Серед ряду проблем малих та

середніх господарств в першу чергу слід відмітити надзвичайно низький рівень

механізації виробничих процесів.

На сьогодні, велике значення надається створенню нових типів

сільськогосподарської техніки, в тому числі кормороздавачів, напувалок, доїльних

установок, тощо. Значний інтерес в цьому відношенні мають вакуумні насоси.

Необхідний пошук нових технічних рішень в галузі розробки засобів

водопостачання і технічно-наукове обґрунтування їх параметрів і режимів роботи.

Вирішення вказаних питань передбачається даною магістерською роботою.

НУБІП України

НУБІП України

Реферат

В магістерській роботі наведено науково-технологічне обґрунтування комплексу машин і обладнання для комплексної механізації виробничих процесів на сімейних фермах. Проведено дослідження технологічних параметрів системи водопостачання для потреб господарства зокрема, напування тварин.

Метою написання даної магістерської роботи є обґрунтування процесів, машин та обладнання, збільшення ефективності у використанні обладнання, за допомогою вдосконалення технологічних операцій, які виконуються в процесі водопостачання та обладнання безпосередньо.

Об'єктом дослідження є сімейна ферма з існуючими технологічними процесами.

Предмет дослідження - виявлення динаміки споживання води при індивідуальному утриманні тварин в сімейних фермах.

В першому розділі викладена характеристика господарства, технологія виробництва тваринницької продукції, характеристика приміщень для утримання, обслуговування та догляду за тваринами, а також, стан механізації виробництва.

В другому розділі обґрунтовано комплексну механізацію виробничих процесів на сімейній фермі та підбрано необхідне для неї обладнання.

В третьому розділі описано зоотехнічні вимоги і подано параметри системи водопостачання і напування тварин.

В четвертому розділі представлено програму, методику і результати проведених експериментальних досліджень, подано аналіз ефективності роботи досліджуваної системи водопостачання тварин.

В п'ятому розділі, щоб оцінити наскільки ефективними є запропоновані рішення в магістерській роботі виконане економічне обґрунтування.

В шостому розділі описано охорону праці та охорону довкілля.

Магістерська робота складається з пояснювальної записки об'ємом 88 аркунів, 12 таблиць, 5 рис. та 34 літературних посилань.

Ключові слова: Напування, напувалка, вода, водопостачання, трубопровід, система подачі води, сімейна ферма.

РОЗДІЛ 1

Виробничо-економічна характеристика господарства

1.1. Законодавча база для сімейних ферм

У процесі ринкових перетворень в економіці України аграрний сектор поповнився значною кількістю агроформувань різних типів господарювання. Серед них вагоме місце сьогодні посідають аграрні господарства сімейного типу, найпростішою формою яких є особисті селянські господарства (ОСГ).

У сучасних умовах ОСГ є структурним елементом агропромислового комплексу України і відіграють важливу роль у виробництві сільськогосподарської продукції. Вони залишаються стабілізуючою ланкою господарювання, яка компенсує зниження обсягів виробництва продукції сільського господарства на окремих аграрних підприємствах, забезпечує продовольчі потреби населення і формує грошові доходи селян. Нині ОСГ виробляють 46 % валової продукції сільського господарства (за результатами 2016 р.), обробляють близько 15 % усіх сільськогосподарських угідь, у них зайнято близько 60 % сільського населення. За даними статистичної звітності «Сільське господарство України», у 2020 р. особисті селянські господарства виробили понад 90 % вирощеної у країні картоплі, 75 % овочів, майже 60 % молока, більше 65 % яловичини і близько 60 % свинини.

Фермерське господарство, зареєстроване як юридична особа, має статус сімейного фермерського господарства, за умови що в його підприємницькій діяльності використовується праця членів такого господарства, якими є виключно члени однієї сім'ї відповідно до статті 3 Сімейного кодексу України.

Це передбачено Законом (законопроект №1599) "Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання створення та діяльності сімейних фермерських господарств", який сьогодні прийнято в цілому.

Фермерське господарство підлягає державній реєстрації як юридична особа або фізична особа – підприємець. Фермерське господарство, зареєстроване як юридична особа, діє на основі Статуту. Згідно з Законом фермерське господарство без статусу юрособи організовується на основі діяльності фізособи – підприємця і має статус сімейного фермерського господарства, за умови використання праці

членів такого господарства, якими є виключно фізична особа – підприємець та члени її сім'ї.

Сімейне фермерське господарство без статусу юридичної особи організовується фізичною особою – підприємцем самостійно або спільно з членами її сім'ї на підставі договору про створення сімейного фермерського господарства.

Договір про створення сімейного фермерського господарства укладається членами однієї сім'ї в письмовій формі і підлягає нотаріальному посвідченню. Головою такого сімейного фермерського господарства є член сім'ї, зареєстрований як фізособа – підприємець і визначений договором про створення сімейного фермерського господарства.

Фермерське господарство підлягає державній реєстрації у порядку, встановленому законом для державної реєстрації юридичних осіб та фізичних осіб – підприємців, за умови набуття громадянином України або кількома громадянами України, які виявили бажання створити фермерське господарство, права власності або користування земельною ділянкою.

Фермерським господарствам зі статусом сімейних фермерських господарств надається додаткова державна підтримка у порядку, передбаченому Законом України «Про державну підтримку сільського господарства України».

1.2. Переваги та проблеми сімейних ферм

Переваги сімейних ферм перед великими фермерськими господарствами:

Відношення до ресурсів, і в першу чергу до власної землі.

У малого або середнього фермера земля що є в нього – це його спадок дітям, а не засіб виробництва в оренді, який можна змінити будь-якого часу. Тому сімейні фермери більш відкриті для так званого сталого сільського господарства, коли виробництво на фермі збалансовано як економічно, так і технічно і екологічно – земля не виснажується, вода використовується розумно, виробництво диверсифіковано між вирощуванням різних культур, тваринництвом.

Розвиток сільських територій та створення робочих місць.

Вирощування зернових, соняшника, сої - дуже сильно механізовано, тому на декількох тисяч гектарів створюється всього декілька робочих місць. В той час, як на сімейній фермі, зазвичай, працює вся родина та інколи – декілька найманих працівників для виконання сезонних робіт. Також фермер живе в селі та витрачає свій час та гроші на покращення інфраструктури села, тому що для нього це покращення побуту та рівня життя власної родини.

В тих видах сільського господарства, де технологічно потрібна велика кількість ручної праці, сімейні фермери економічно ефективніші за великі підприємства та конкурентні по ціні. Такими видами діяльності є ягідництво (малина, полуниця), молочарство, бджільництво, тощо.

Основними проблемами сімейного фермера в Україні є:

— низька конкурентоспроможність для ринку переробки: сформувати товарну партію в індустріальній кількості та якості товару майже неможливо;

— логістичні затрати на збір продукції від малих фермерів вищі ніж від крупних ферм

— нестача спеціальних технічних знань та знань ринку;

— реалізація більшості продукції на свіжому ринку іде через посередників, які не мають до фермерів жодного відношення.

Збільшення прибутків на сімейних фермах можливе за рахунок:

— залучення висококваліфікованих спеціалістів для консультацій та супроводу ферм. Для кожного фермера окремо це дуже дороге, але якщо вартість такого ресурсу поділити на всіх, то можна вивести всіх учасників на якісно новий рівень фермерства, збільшуючи ефективність виробництва;

— побудова власної мережі продажів продукції без посередників;

— власна переробка та зберігання для можливості продавати продукцію не лише в сезон, а й протягом року зі значно більшою прибутковістю.

1.3. Галузева структура та спеціалізація господарства

В складі господарства є молочнотоварна ферма. На 1 січня 2020 року в статистичному господарстві нараховується таке поголів'я тварин:

Таблиця 1.1.

Структура тваринництва умовного господарства

Статеві - вікові групи тварин	Поголів'я	Структура в %	Поголів'я на перспективу
Корови	45	71,4	50
Відгодівля	3	4,8	3
Нетелі	5	7,9	5
Телиці парувального віку	5	7,9	5
Бички	5	7,9	5
Всього	63	100	68

В господарстві застосовується прив'язний спосіб утримання тварин. Цей спосіб характерний тим, що тварини взимку перебувають у стійлах корівників на прив'язі, а влітку - на вигульних майданчиках або таборах. Утримання корів у цьому разі вимагає великих затрат праці і коштів. Позитивними ознаками такого способу утримання є економічне використання кормових ресурсів та підстилкових матеріалів, можливість індивідуального обслуговування тварин.

Ферма має автономну систему водозабезпечення. Джерелом водопостачання є бурова свердловина. Вода в ній характеризується сталістю якісних показників і температурою.

1.4. Стан механізації виробничих процесів

Стан механізації виробничих процесів в тваринництві не відповідає вимогам сьогодення, та потребує подальшого удосконалення. До механізованих процесів відносяться такі: напування, приготування та роздавання кормів, доїння корів, первинна обробка молока, прибирання гною.

Для утримання ВРХ в корівниках встановлено стійлове обладнання ОСК - 25А, яке дозволяє при відв'язуванні залишати окремих корів на прив'язі.

Для напування тварин застосовують автонапувалки чашкові ПА-1Б або АП-1, вода подається з водонапірної башти по системі водопроводу.

Доїння виконується доїльною установкою зібраною із вузлів та агрегатів типу АДМ-8А, "Брацлавчанка" з апаратами: АДУ-1 і вакуумною установкою УВУ-60, інколи установки іноземного виробництва. Первинний обробіток молока включає очищення, яке проводиться за допомогою фільтра і охолодження. Для цієї мети в господарствах використовують резервуари-охолодники.

Прибирання гною на фермі – це найбільш механізований процес. Він здійснюється ланцюговим транспортером КСГ-7 і завантажують гній у причіп та транспортують до гноєсховища.

Для приготування на основі грубих кормів багатокomпонентних кормових сумішок великій рогатій худобі без введення м'яси має господарство окремі машини комплексу обладнання кормоцеху КОРК - 15.

Роздавання здійснюють частково в ручному режимі (концентровані корми) та кормороздавач тракторний універсальний КТУ-10А. При роздаванні КТУ-10 змішування практично не відбувається, як наслідок тварини мають можливість вибирати корми, що приводить до залишків менш енергетично цінних кормів

1.5. Обґрунтування теми проекту

На основі аналізу виробничої діяльності господарства було прийняте до уваги те, що напування на фермі здійснюють старими напувалками, які погано забезпечують тварин водою, тому для напування тварин пропонується використовувати вдосконалену напувалку, яка себе добре зарекомендувала.

Процес доїння корів відбувається реанімованими установками УДМ-200, тому змін не потребує.

Механізація прибирання гною на фермі перебуває в належному стані. Існуючі транспортери КСГ-8 застарілі але можуть повністю виконувати свої функції.

Практика експлуатації вказує на те, що їх довговічність не перевищує 6- 6,5 років, а взагалі вони повинні працювати 7 років. Крім того, на фермі застосовують один трактор, і два причепа 2ПТС - 4 .

В зв'язку з цим вибираємо тему магістерської роботи, яка передбачає Обґрунтування засобів механізації виробничих процесів на сімейній фермі ВРХ та дослідженням процесу напування тварин, який використовується на сімейній фермі ВРХ.

РОЗДІЛ 2

Комплексна механізація виробничих процесів

НУБІП України

2.1. Визначення кількості виробничих приміщень

Потреба в приміщеннях для тварин та їхній тип залежать від кількості поголів'я тварин або птиці, їх виду, поголів'я і структури стада, прийнятої системи утримання. Кількість та тип інших споруд залежить від їх призначення.

До виробничих приміщень відносяться: приміщення для утримання тварин і птиці, молочно-доїльний блок, кормоцех та інші. Забудова ферми здійснюється за типовими або спеціально замовленими проектами. При виборі типового проекту ферми та окремих її приміщень і будівель необхідно враховувати такі зоотехнічні й інженерні потреби як: можливість використання нових прогресивних технологій утримання, годівлі та догляду за тваринами та птицею, впровадження автоматизації виробничих процесів та комплексної механізації; зручність виконання робіт з ремонту та дезинфекції приміщень; відповідність площі території та приміщень для розміщення необхідного поголів'я тварин або птиці при забезпеченні технологічних і протипожежних норм; можливість максимально задовільнити потребу в будівництві використанням місцевих будівельних матеріалів.

Потреба в приміщеннях для утримання тварин та птиці визначається нормами площі і фронту годівлі з розрахунку на одну голову. Так, при утриманні великої рогатої худоби при прив'язному утриманні - норма площі приміщення на одну тварину становить 8-10 м², безприв'язно - 5-6 м², для відгодівельного поголів'я - 3,5-4 м²; фронт годівлі залежно від віку тварин варіюється у межах 0,5-1,2 м на голову.

Кількість однотипних приміщень n_{II} яка потрібна для утримання тварин або птиці розраховують за формулою:

$$n_{II} = m / m_{II}$$

де m - загальна кількість тварин однієї технологічної групи, голів;

m_{II} - проектна місткість одного приміщення, голів.

$$n_{II} = 63 / 70 = 0,9,$$

$$n_{II} = 1,$$

Приймаємо одне приміщення на 70 голів.

Розрахункову кількість корів родильного відділення m_p , сухостійних m_c , та хворих m_x , що знаходяться на карантині, а також телят m_m віком до 20 діб визначають залежно від загальної кількості корів m_k на фермі:

$$m_p = (0,1-0,12) \cdot m_k; \quad m_p = 0,1 \cdot 50 = 5;$$

$$m_c = (0,1-0,15) \cdot m_k; \quad m_c = 0,1 \cdot 50 = 5;$$

$$m_x = (0,1-0,11) \cdot m_k; \quad m_x = 0,1 \cdot 50 = 5;$$

$$m_m = 0,9 \cdot m_k; \quad m_m = 0,9 \cdot 50 = 45.$$

Беручи до уваги те, що типові приміщення де утримують корів було реконструйовано, в наслідок чого кількість стійл було збільшено до 106 місць, родильне відділення (приміщення) можна зменшити та довести, при цьому кількість тварин у родильному відділенні до 20 голів та 15 сухостійних.

2.2. Підготовка кормів до згодовування

Продукцію тваринництва, переважно, одержують за рахунок використання кормових ресурсів рослинного походження (як власного виробництва, так і на основі поєднання з кормовиробничими підприємствами). Для цього колективні, державні і фермерські господарства вирощують коренебульбоплоди, зернофуражні культури, а також, одно- і багаторічні трави на зелену масу, сінаж, сіно та силос. [14, 18].

Збирати кормові культури необхідно в період, найбільшої врожайності та поживної цінності. Якість кормів визначається не лише їх поживною цінністю, а й наявністю (або відсутністю) в них баластних, некорисних, чи можливо навіть шкідливих елементів. Котрі можуть впливати на здоров'я, спричиняти травмування, чи отруєння споживачів, а також знижувати ефективність роботи та надійність технологічного обладнання. [14, 18].

Для попередження подібних явищ корми очищають в процесі підготовки до згодовування. Допустимий ступінь залишкового забруднення залежить від виду кормів, а також характеру включень та їх можливих наслідків. Наприклад, домішки піску не повинні перевищувати 0,3 - 1 %, землі - 1 -2 %, металеві домішки розміром

до 2 мм з незагостреними краями - 30 мг на 1 кг корму, насіння отруйних трав -

0,25%

Для великої рогатої худоби готують корми середнього (1 - 1,8 мм) та круїного (1,8 - 2,6 мм) модоля помелу. Грубі корми для ВРХ подрібнюють на сітку

завдовжки 30 - 50 мм при роздільному згодовуванні і 10-15 мм у складі кормових

сумішей. Коренебульбоплоди перед згодовуванням (не раніше як за 1,5 - 2 год)

рекомендується для великої рогатої худоби подрібнювати на стружку завдовжки 10

- 15 мм [14, 18].

Готові кормові суміші повинні задовольняти такі зоотехнічні вимоги.

Для розрахунку кормоприготувального об'єкту потрібно знати добові потреби в кормах для ферми і разовий об'єм їх видачі.

Добову витрату кожного виду кормів визначають за формулою, кг [1, 14, 18]:

$$G_{\text{доб.і}} = \sum_{j=1}^n g_i \cdot m_j \quad (2.5)$$

де g_i - норма видачі i -го виду корму на одну голову j -ї групи тварин приймають відповідно до кормового раціону, кг;

m_j - кількість споживачів j -ї групи, корів - $m_1=50$ гол., нетелі - $m_2=15$ гол.;

n - кількість груп тварин з однаковою нормою видачі корму, $n=1$.

Таблиця 2.2.
Потреба корму на добу

Вид корму	Кількість кормів, кг на добу			
	Корови, кг		Нетелі, кг	
	на голову	на поголів'я	на голову	на поголів'я
1. Сіно	4	200	300	54
2. Солома	2	100	2	36
3. Силос кукурудзяний	21	1050	10	180
4. Коренебульбоплоди	10	500	8	144
5. Концентровані корми	3	150	2,5	45
6. Рідкі поживні роз.	1	50	0,5	9
Всього	41,0	2050	26,0	468

Залежно від максимальної частини β разової того або іншого корму розраховують разову потребу підготовки кормів, кг

$$G_{\text{раз.і}} = \beta \cdot G_{\text{доб.і}} \quad (2.6)$$

При відгодівлі великої рогатої худоби добову норму видачі кормів розподіляють таким чином. вранці і ввечері роздають по 30% кормів, а вдень – 40% (відповідно $\beta=0.3$ і $\beta=0.4$). Солому роздають переважно зранку та ввечері ($\beta=0.5$), сіно тільки удень ($\beta=1$). Тоді вранці і ввечері разова потреба підготовки кормів становитиме:

становитиме:

Результати розрахунку витрат кормів заносяться в таблицю 2.3

Приготування кормів може здійснюватись за допомогою кормоприготувального агрегату. Із залученням машини ДК-10 для концентрованих кормів, приготування рідких поживних розчинів відбувається у СМ-1,7.

Завантаження кормових компонентів здійснюють за допомогою грейферного навантажувача на базі трактора ЮМЗ-6АКЛТ.

Таблиця 2.3

Добова потреба та розподіл кормів по видачах для корів

Вид корму	Добова потреба, кг	1-ша годівля		2-га годівля		3-тя годівля	
		β	$G_{\text{раз}}$	β	$G_{\text{раз}}$	β	$G_{\text{раз}}$
1. Солома	100	0,5	50	-	-	0,5	50
2. Сіно	200	-	-	1	200	-	-
3. Силос	1050	0,3	315	0,4	420	0,3	315
4. Коренеплоди	500	0,3	150	0,4	200	0,3	150
5. Конц. корми	150	0,3	45	0,4	60	0,3	45
6. Рідкі пожив. роз.	50	0,3	15	0,4	20	0,3	15
Всього	2050	-	575	-	900	-	575

2.3. Роздавання кормів

На кожні 100 голів ВРХ потрібно щодня роздавати 3-4 т кормів, до того ж, весь кормовий вантаж потрібно своєчасно, доставляти і нормовано розподіляти між тваринами. Порушення цих вимог різко знижує ефективність інших зоотехнічних заходів [1].

Зазначені положення надають особливого значення механізації процесу роздавання кормів. Засоби механізації цього процесу повинні відповідати таким вимогам:

- забезпечувати задану точність дозування та рівномірність видачі всіх видів кормів;

- мати можливість дозувати корм окремих груп тварин, або кожній тварині окремо;
- робочі органи кормороздавача не повинні погіршувати якість (додакове подрібнення, забруднення тощо) чи допускати втрати кормів.

Допустимі відхилення від норми видачі для стеблових видів кормів повинні бути в межах $\pm 15\%$, а концентрованих $\pm 5\%$. Незворотні втрати корму в процесі роздавання не повинні бути більшими за 1% [1, 14, 18, 20].

Тривалість циклу роздавання кормів в одному приміщенні стаціонарними засобами не повинна перевищувати 20 хв, а мобільними - 30 хв.

Кормороздавачі повинні бути високопродуктивними; універсальними в можливості роздавання різних видів кормів у межах однієї ферми, та регулювання норми видачі від мінімального до максимального значення; не створювати надмірного шуму в приміщенні; легко очищатися від залишків корму та бруду; мати строк окупності не більше двох років і коефіцієнт готовності не менше 0,98.

Рівномірність та норму роздавання кормів визначають методом зважування проб, зібраних із метрових ділянок годівниці, або візуально [1, 14, 18, 20].

Комплекс робіт, пов'язаних із роздаванням кормів тваринам чи птиці, включає: завантажування їх у транспортні засоби - доставку кормів до місць згодовування, перевантаження у засоби роздавання, транспортування вздовж фронту годівлі, дозована видача в годівниці і очищення годівниць.

Технологічна схема роздавання кормів спрощується до такого вигляду: завантаження кормів у мобільний кормороздавач, переміщення кормів до місць згодовування, транспортування вздовж фронту годівлі, дозована видача у годівниці і очищення годівниць [1, 14, 18, 20].

При роздаванні кормів мобільними кормороздавачами необхідно визначити їх вантажопідйомність і кількість кормороздавачів, необхідних для ферми.

Приймаємо для нашої ферми кормороздавач КТУ-10А.

Вантажопідйомність мобільного кормороздавача (кількість корму, яку можна доставити і роздати за один рейс), кг:

$$Q_p = \rho \cdot V \cdot K, \quad (2.7)$$

де V – місткість бункера кормороздавача, для нашого кормороздавача $V=5 \text{ м}^3$;

ρ – щільність корму, приймаємо $\rho = 456 \text{ кг/м}^3$ орієнтуючись на об'ємну щільність складових кормів;

K – коефіцієнт заповнення бункера, приймаємо $K = 0,9$.

Тоді:

$$Q_p = 456 \cdot 5 \cdot 0,9 = 2052 \text{ кг.}$$

Кількість мобільних кормороздавачів, шт.:

$$n = \frac{Q_k}{Q_p}, \quad (2.8)$$

де Q_k – максимальна кількість корму, яку необхідно роздати за одну годівлю, $Q_k = 900 \text{ кг}$. Тоді:

$$n = \frac{900}{2052} = 0,44 \text{ шт.}$$

Приймаємо один кормоприготувальний агрегат, який служить кормороздавачем для усієї ферми.

2.4. Прибирання та утилізація гною

Прибирання та утилізація гною розглядають, враховуючи такі питання: забезпечення комфорту при утриманні тварин, захист навколишнього середовища, використання гною, в першу чергу, як органічного добрива [1, 14, 18, 20]. Це питання охоплює три основних завдання: прибирання тваринницьких приміщень і переміщення гною в сховища; знезараження та зберігання гною; його використання.

Головні вимоги до технологій і засобів для переміщення, зберігання, переробки та використання гною визначені нормативно-технічними документами на проектування таких систем, а також ветеринарно-санітарними і гігієнічними вимогами щодо обладнання технологічних ліній прибирання, обробки, знезараження та утилізації гною на тваринницьких фермах і комплексах [1, 14, 18].

Особливу увагу необхідно звертати на правильність вибору технологій і способів видалення гною з приміщень, де утримують тварин, оскільки від цього залежать капіталовкладення в будівництво споруд подальшої обробки та експлуатаційні витрати, пов'язані з утилізацією гною [1, 14, 18, 20].

Кількість гною, яку одержують протягом доби, залежить від способу утримання тварин, їх живої маси, віку, продуктивності, способу та технології роздавання кормів, кількість голів тварин у приміщенні, виду і норми використання підстилкових матеріалів та інших факторів. Розрахунковим шляхом добовий вихід гною від однієї тварини можна визначити за формулою, кг:

$$q_{\text{гн}} = q_{\text{к}} + q_{\text{с}} + q_{\text{п}}, \quad (2.9)$$

де $q_{\text{к}}$ - добовий вихід капу, для корів - $q_{\text{к}}=35$ кг, молодняку від 6 до 12 місяців - $q_{\text{к}}=14$ кг, молодняку старше 12 місяців - $q_{\text{к}}=20$ кг;

$q_{\text{с}}$ - добовий вихід сечі, для корів - $q_{\text{с}}=20$ кг, молодняку від 6 до 12 місяців - $q_{\text{с}}=12$ кг, молодняку старше 12 місяців - $q_{\text{с}}=17$ кг;

$q_{\text{п}}$ - добова норма внесення підстилки, для корів - $q_{\text{п}}=5$ кг, молодняку від 6 до 12 місяців - $q_{\text{п}}=4$ кг, молодняку старше 12 місяців - $q_{\text{п}}=4$ кг.

Тоді:

$$q_{\text{гн.к}} = 35 + 20 + 5 = 60 \text{ кг,}$$

$$q_{\text{гн.м}} = 14 + 12 + 4 = 30 \text{ кг,}$$

$$q_{\text{гн.н}} = 20 + 17 + 4 = 41 \text{ кг.}$$

Де індекс „к” означає для корів та відгодівлі, „м” - молодняку (бинки), „н” - нетелі та телиці парувального віку.

Добовий вихід гною на фермі становить, кг:

$$G_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{гн.і}} \cdot m_i \quad (2.10)$$

де $q_{\text{гн.і}}$ - добовий вихід гною від однієї голови i -ї групи тварин, кг;

m_i - кількість тварин i -ї групи, голів;

n - кількість груп тварин.

Тоді:

$$G_{\text{доб}} = 60 \cdot 50 + 60 \cdot 3 + 30 \cdot 5 + 41 \cdot 10 = 3000 + 180 + 150 + 410 = 3740 \text{ кг.}$$

Річний вихід гною, кг.

$$G_p = G_{\text{гн}} \cdot D, \quad (2.11)$$

де D – кількість днів нагромадження гною на фермі, днів:

$$D = D_c + K_n \cdot (365 - D_c), \quad (2.12)$$

де D_c – тривалість стійлового періоду, приймаємо $D_c=210$ днів;

K_n – коефіцієнт, що враховує частку виходу гною в стійлово-пасовищний період, приймаємо $K_n=0,4$.

$$D = 210 + 0,4(365 - 210) = 272 \text{ днів},$$

$$G_p = 3740 \cdot 272 = 1017280 \text{ кг.}$$

Річна потреба підстилкового матеріалу становить, кг:

$$G_n = \sum_{i=1}^n q_{\text{гн},i} \cdot m_i, \quad (2.13)$$

$$G_n = 5 \cdot 50 \cdot 272 + 5 \cdot 3 \cdot 272 + 4 \cdot 5 \cdot 272 + 4 \cdot 10 \cdot 272 = 68000 + 4080 + 5440 + 10880 = 88400 \text{ кг.}$$

Узгоджуючи тваринницькі ферми із землеволодіннями, можна виконати орієнтовні розрахунки площі земельних угідь, що необхідні для повного використання гною як органічного добрива, га:

$$S_{\text{з.г.}} = \frac{G_{\text{річ}} \cdot \beta_{\text{вт}}}{G_{\text{га}}}, \quad (2.14)$$

де $G_{\text{річ}}$ – річний вихід свіжого гною від ферми, кг;

$\beta_{\text{вт}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати азоту в процесі зберігання гною, приймаємо $\beta_{\text{вт}}=0,2$,

$G_{\text{га}}$ – норма внесення гною, приймаємо для нашого господарства $G_{\text{га}}=10$ т/га.

Тоді:

$$S_{з.у.} = \frac{1017280 \cdot 0,2}{10000} = 20,3 \text{ га.}$$

Економічний аналіз свідчить про те, що раціональною є схема утворення компостів. прямого використання гною (ферма - поле) з радіусом транспортування до 5 км. Доцільне, також застосування великовантажних цистерн та причепів при перевезенні гною на відстань від 5 до 10 км. Перевалочні технології значною мірою збільшують експлуатаційні витрати (до 3,8 разів).

2.5. Доїння та первинна обробка продукції

Машинне доїння значно полегшує і підвищує продуктивність праці в догляді за тваринами, створює передумови для одержання високосортного молока, особливо при доїнні в молокопровід. Залежно від способу утримання тварин і технології їх доїння, у 4-5 разів (доїння у стійлах) та навіть у 10-20 і більше (доїння на автоматизованих конвеєрних установках) можна знизити затрати праці порівняно, з ручним варіантом доїння [1, 14, 18, 26].

Одержане молоко менше контактує з навколишнім середовищем, послідовно проходить первинну обробку (очищення, охолодження), завдяки чому менше забруднюється (бактеріологічно та механічними домішками) та довше зберігає свою якість.

Відповідно до зоотехнічних вимог технологічного процесу необхідно:

- здійснювати доїння в одні й ті ж години, дотримуючись встановленої черговості обслуговування окремих груп тварин та режимів роботи доїльної апаратури (тип доїльного апарата, рівень вакууму, частота пульсацій). Такий підхід виробляє умовний рефлекс у корів і сприяє молоковіддачі;

- при доїнні у стійлах, корів слід підняти за годину до цього, прибрати гній, замінити підстилку і провітрити приміщення, тобто, створити передумови одержання високоякісного молока без стороннього запаху [1, 14, 18, 20];

- щоб викликати повноцінний рефлекс молоковіддачі, слід підготувати вим'я протягом 40-60 с, для цього необхідно обмити його теплою (40-48 °С) водою, прибрати вологу чистим рушником чи салфеткою, зробити попередній масаж,

здоїти в спеціальну кружку по 2-3 цівки молока з кожної дійки для зменшення його бактеріологічного забруднення та контролю стану вим'я;

- закінчувати доїння після повної молоковіддачі, знімаючи доїльні стакани при виділенні молока з дійок дрібними краплями, після цього відкрити на кілька секунд клапан колектора, з метою забезпечення відсмоктування залишків молока з доїльного апарата [1, 14, 18, 20].

Порушення наведених вимог супроводжується недобором молока та захворюванням корів на мастит. За технологією машинного доїння всі операції потрібно виконувати якісно, оскільки будь-які порушення спричиняють технологічні збитки.

Загальну кількість доїльних установок для ферми визначають за формулою, шт:

$$n_y = \frac{m}{W_y \cdot T} \quad (2.15)$$

де m - кількість корів на фермі, $m = 50$ голів;

W_y - пропускна здатність вибраної установки за 1 годину роботи, приймаємо для нашої ферми доїльну установку для доїння корів у стійлах УДМ-50, що обслуговує 50 голів, тоді $W_y = 45$ голів/год;

T - тривалість одного циклу доїння всіх корів, відповідно до зоотехнічних вимог приймаємо $T = 1 - 1,5$ год.

$$n_y = \frac{50}{45 \cdot 1,4} = 0,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_y = 1$ шт.

Кількість лінійних доїльних установок, які використовуються стаціонарно в однотипних корівниках, розраховують за формулою, шт:

$$n_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}}{m_{\text{л}}} \quad (2.16)$$

де $m_{\text{л}}$ - місткість типового корівника, для нашої ферми $m_{\text{л}} = 50$ голів;

$n_{\text{л}}$ - кількість однотипних приміщень на фермі, $n_{\text{л}} = 1$ шт;

m_1 – кількість корів, що обслуговується однією доїльною установкою, для
нашої установки $m_1 = 50$ голів. Враховуючи те, що в одному приміщенні
знаходиться 50 тварин маємо:

Годі у кожному приміщенні:

$$n_{\text{д}} = \frac{50 \cdot 1}{50} = 1 \text{ шт.}$$

Оптимальним є варіант, коли первинна обробка молока здійснюється
послідовно з доїнням, протягом усього часу доїння. Серед операцій первинної
обробки молока найбільш поширеними стали: очищення, пастеризація та
охолодження

При очищенні з молока видаляються механічні і, частково, бактеріологічні
домішки, що покращує якість молока, створює передумови довшого зберігання [1,
14, 18, 20].

У разі відцентрового очищення молоко на очисник краще подавати підігрітим
до 40-60 °С, завдяки чому виключається збивання молока та осідання жиру, а також
значно підвищується пропускна здатність сепаратора-очисника.

Температура охолодження зумовлюється тривалістю зберігання молока. Якщо
видосне молоко без первинної обробки залишається свіжим завдяки своїм
бактерицидним властивостям (здатність протидіяти розмноженню шкідливих
мікроорганізмів) залежно від температури навколишнього середовища до 2-3 год,
то охоложене до 8-10 °С можна зберігати без погіршення якості протягом цілої
добы, а при температурі 4-6 °С - до 36 год.

При тривалій пастеризації температуру молока доводять до 63-65 °С і
витримують при цій температурі протягом 30 хв; при короткочасній - нагрівають
до 71-76 °С й витримують 20-30 с; при миттєвій - нагрівають до 85- 90 °С без
витримки [1, 14, 18, 20].

Необхідна пропускна здатність лінії обробки молока визначається за
формулою, кг:

$$Q_{\text{по}} = \frac{m \cdot G \cdot c \cdot k_p}{365 \cdot \rho_{\text{л}} \cdot T_{\text{ц}}}, \quad (2.17)$$

де m – кількість корів на фермі, $m = 50$ голів;

G – середньорічний надій на корову, приймаємо $G = 5000$ кг;

c – коефіцієнт місячної нерівномірності надходження молока, $c = 1,3$;

k_p – коефіцієнт нерівномірності разового надоя, при трикратному доїнні приймаємо $k_p = 0,55$;

$\rho_{\text{л}}$ – коефіцієнт, що враховує тривалість лактації корів, приймаємо $\rho_{\text{л}} = 0,8$;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу разового доїння, приймаємо $T_{\text{ц}} = 1,0$ год.

$$Q_{\text{по}} = \frac{50 \cdot 5000 \cdot 1,3 \cdot 0,55}{365 \cdot 0,8 \cdot 1,0} = \frac{178750}{292} = 612,1 \text{ кг}$$

Для забезпечення потоковості й безперервності роботи технологічної лінії їх обладнання узгоджують за продуктивністю, а також із графіком надоя молока по фермі (сумарною продуктивністю лінії доїння корів).

Загальна місткість резервуарів для приймання і зберігання молока визначається за формулою, кг:

$$V_p = \frac{m \cdot G \cdot c \cdot k_p}{365 \cdot \rho_{\text{л}} \cdot i_v}, \quad (2.18)$$

де i_v – показник кратності вивезення молока з ферми, приймаємо $i_v = 1$ раз.

$$V_p = \frac{50 \cdot 5000 \cdot 1,3 \cdot 0,55}{365 \cdot 0,8 \cdot 1} = \frac{178750}{292} = 612,1 \text{ кг}$$

$$V_{\text{вз}} = V_p \cdot k = 612,1 \cdot 3 = 1836,3 \text{ кг} = 1,8 \text{ т.}$$

де k – кратність доїння.

Тобто наявні в господарстві три танк-охолоджувачі SM-3000 загалом задовольняють потребу в резервуарах для зберігання молока з урахуванням перспективи розвитку в господарстві.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

НУВІП України

Розробка лінії водопостачання та напування тварин

3.1 Значення механізації водопостачання

Поряд із годівлею, напування є не менш важливим біотехнологічним процесом, в якому тварини чи птиця безпосередньо контактують із засобами забезпечення їх водою. Робочі органи цих засобів повинні максимально відповідати фізіологічним особливостям споживачів води. Серед технологічного обладнання, призначеного для напування тварин, найефективнішими в технологічному плані є автонапувалки, тобто спеціальні автоматичні пристрої, за допомогою яких тварини та птиця можуть самостійно, без участі людини, споживати воду з водопровідної мережі протягом доби, в потрібній для них кількості.

Автоматизація напування на фермах ВРХ, сприяє збільшенню на 10-15% надоїв молока, значно скорочує затрати праці на обслуговування тварин, поліпшує умови їх утримання тощо. Також, автоматизація напування впливає на продуктивність та стан здоров'я інших видів тварин та птиці.

НУВІП України

3.2. Зоотехнічні вимоги до води і напування тварин

Продуктивність і стан здоров'я тварин залежать не тільки від рівня годівлі, а і від забезпечення їх якісною водою. Тому при забезпеченні ферми водою обов'язково враховують вимоги до питної води.

Джерелами водопостачання ферм можуть бути бурові свердловини (трубчасті колодязі), шахтові колодязі та відкриті водойми.

Бурові свердловини беруть води з глибинних потужних водоносних горизонтів, які надійно захищені від бактеріальних забруднень. Вода в них відзначається сталістю якісних показників та температури, тому вони широко застосовуються для механізованого водопостачання на тваринницькі підприємства, попри значні витрати на їх спорудження.

Шахові колодязі призначені для забору ґрунтових вод, які залягають на глибині 30-40 м. Їх вода потребує постійного контролю якості. Відкриті джерела (ставки, річки) легко піддаються бактеріальному та механічному забрудненню, а їх очищення потребує значних витрат. Поверхневі та ґрунтові води (шахових колодязів, відкритих водойм) для механізованого водопостачання ферм застосовуються вкрай рідко.

Окрім якості води, характеристикою водойми є також її дебіт - кількість води, яку вона може віддати за одиницю часу.

Система водопостачання - це комплекс елементів (інженерних споруд та технічних пристроїв) для забирання, обробки до необхідної якості, доставки і розподілу води між кінцевими споживачами. Схема водопостачання значною мірою залежить від вибору джерела води.

Якість води оцінюється за фізичними, хімічними і бактеріологічними характеристиками.

Для нагування тварин залежно від їх виду та віку рекомендується вода, яка має температуру в межах 8 - 25 °С, без сторонніх запаху, смаку та кольору. Забрудненість (вміст органічних або мінеральних речовин) не повинна перевищувати 2 мг/л. Якісна питна вода повинна мати нейтральну або слаболужну реакцію на рівні рН 6,5 - 9,5, жорсткість (за вмістом солей кальцію і магнію) - не більше 7 мг екв/л, окисленість (наявність вільного кисню) - не більше 2,5 мг/л, а вміст свинцю - не більше 0,1 мг/л. Кількість кишкових паличок в одному літрі води повинна бути не більше трьох.

Щоб запобігти забрудненню води в джерелах, навколо них відводять санітарну зону, яка включає три пояси з різними режимами охорони.

Межа першого поясу для річки розташована від місця забору води на відстані 200 м вверх (проти течії), 100 м - униз (за течією) та на 100 м - по обидва боки по ширині річки. При заборі води із озер, чи водосховищ зона першого поясу має вигляд кола з радіусом 200 м; при використанні ґрунтових вод цей радіус дорівнює 50 м, а площа, що відокремлюється, - 1,4 га; для підземних джерел радіус поясу становить 30 м, а відокремлена площа - 0,25 га. Територія першого поясу відокремлена огорожею і зеленими насадженнями. На ній заборонене будівництво для проживання людей, утримання тварин та птиці.

Другий пояс включає саме джерело водозабезпечення і басейн його живлення (тобто акваторію), що має вплив на формування якості води джерела. До другого поясу належать населені пункти й виробничі підприємства, діяльність яких має вплив на джерело води. В зоні другого поясу необхідно проводити оздоровчі заходи, в разі потреби обмежувати господарську діяльність.

Третій пояс зони санітарної охорони межує з другим. На території цього поясу проводять спостереження за інфекційними захворюваннями задля своєчасного запобігання їх поширенню через водопровід.

3.3. Водопостачання ферми і напування тварин

Для розрахунків потрібно мати наступні дані: перспективний план розвитку тваринницького підприємства; структуру об'єктів водопостачання, кількість споживачів на даних об'єктах та середньодобові норми споживання води різними споживачами; топографічний план місцевості з позначеними на ньому джерелом водопостачання, об'єктами споживання, геодезичними позначками та відстанями між ними; тип джерела і його характеристику (дебіт, глибина, відстань до води, діаметр обсадної труби свердловини, тощо).

Розрахунок механізованого водопостачання ферми та напування тварин включає такі основні елементи: розрахунок зовнішнього і внутрішнього водопроводів; визначення місткості та вибір напірно-регулювальної споруди; вибір насоса і визначення потужності двигуна для його привода; вибір та розрахунок потрібної кількості засобів напування; визначення витрат води.

На підставі середньодобових норм споживання і кількості споживачів на фермі визначають добову потребу води, л:

$$Q_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m_i \quad (3.1)$$

де g_i - середньодобова норма витрат води одним споживачем i -ї групи, для корів – $g_i = 100$ л, молодняка - $g_i = 30$ л, нетелів - $g_i = 60$ л;

m_i - кількість споживачів i -ї групи, корів – $m_i = 53$ голів, молодняка - $m_i = 5$ голів, нетелів - $m_i = 10$ голови;
 n - кількість груп споживачів з однаковими нормами водоспоживання.

$$Q_{\text{доб}} = 100 \cdot 53 + 30 \cdot 5 + 60 \cdot 10 = 5300 + 150 + 600 = 6050 \text{ л.}$$

Споживання води на фермі розподіляється дуже нерівномірно і протягом року, і протягом доби. З урахуванням цього максимальна добова потреба води для ферми становить, л:

$Q_{\text{доб. max}} = \alpha_{\text{д}} \cdot Q_{\text{доб.}}$ (3.2)

де $\alpha_{\text{д}}$ – коефіцієнт нерівномірності добового споживання води, приймаємо

$$\alpha_{\text{д}} = 1,3.$$

$Q_{\text{доб. max}} = 1,3 \cdot 6050 = 7865 \text{ л.}$

Величина максимального споживання води за годину, л:

$Q_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{доб. max}} \cdot \alpha_{\text{г}}}{24}$ (3.3)

де $\alpha_{\text{г}}$ - коефіцієнт нерівномірності годинного споживання води, приймаємо

$$\alpha_{\text{г}} = 2,5.$$

$Q_{\text{год}} = \frac{7865 \cdot 2,5}{24} = 819,3 \text{ л}$

Із технологічного обладнання, призначеного для ліній напування тварин найбільшою різноманітністю відзначаються автомапувалки. Серед них найефективнішими в технологічному відношенні є спеціальні автоматичні пристрої, за допомогою яких тварини можуть самостійно, без участі людини,

споживати воду з водопровідної мережі протягом доби і в потрібній для них кількості.

Автоматизація напування, наприклад на фермах великої рогатої худоби, сприяє збільшенню на 10-15 % надоїв молока, значно скорочує затрати праці на догляд за тваринами та їх обслуговування, поліпшує умови їх утримання тощо. Таким чином, автоматизація напування впливає на продуктивність та стан здоров'я й інших видів тварин, а також птиці.

Вибір засобів напування зумовлюється видом та віком тварин, а також способом їх утримання. Індивідуальні напувалки використовують при фіксованому утриманні (наприклад, прив'язне, станкове, кліткове) тварин-водоспоживачів, а групові засоби - при вигульньому. На вигульних майданчиках рекомендується застосовувати засоби, оснащені підігрівом, який забезпечує функціонування напувалки і в холодну пору року включно.

Необхідну кількість напувалок розраховують за відношенням, штук:

$$n_{\text{ан}} = \frac{m}{m_1}, \quad (3.4)$$

де m - кількість тварин даної групи, так як у нашому господарстві на фермі знаходиться один корівник з 50 головами корів;

m_1 - кількість голів, що обслуговується однією напувалкою, приймаємо для нашого господарства автонапувалку АП-1А, яка обслуговує дві тварини - $m_1 = 2$ та групових, яка обслуговує десять тварин - $m_{2,3} = 10$.

$$n_{\text{ан}} = \frac{50}{2} = 25 \text{ шт.}$$

$$n_{\text{ан}} = \frac{3+5+5+5}{2} = 9 \text{ шт.}$$

Виходячи з того, що кожен корівник розбитий на чотири ряди по 25 голів у кожному, приймаємо, що крайня автонапувалка в ряду, обслуговує тільки одну тварину. Тоді приймаємо $n_{\text{ан}} = 25 + 9 = 34$ шт.

3.4. Огляд та оцінка засобів механізації процесу водопостачання та

напування

У сільському господарстві, зважаючи на велику різноманітність існуючих водозабірних споруд, джерел водопостачання і характеру споживачів використовують широку номенклатуру водопідіймального устаткування,

У перелік машин для комплексної механізації водопостачання згідно системи машин входять.

- водоструминні установки для трубчастих колодязів діаметром від 75 мм і шахтних колодязів. Подача установок від 1 до 15 м /год. при напорах 18... 120 м;
- занурені насоси типу ЗЦВ для трубчастих колодязів діаметром від 100 до 250 мм з подачею від 1,6 до 120 м /год. при напорах до 235 м;
- об'ємні і об'ємно-інерційні насоси, зокрема вібраційні і гвинтові.

Відцентрові насоси можна класифікувати за: числом робочих коліс - одноступінчаті і багатоступінчаті; розташуванням валу - горизонтальні і вертикальні; способом підведення води до робочого класу - з одностороннім і двостороннім входом; призначенням - занурені, плаваючі, а також по інших ознаках.

Для підйому води з шахтних і трубчастих колодязів широке розповсюдження в сільському господарстві знайшли плаваючі і занурювані відцентрові насоси. Занурені насоси розрізняють: з зануреним електродвигуном, сполученим безпосередньо з насосом і зануреним під динамічний рівень води в колодязь; з двигуном, розташованим на поверхні землі і сполученим з насосом трансмісійним валом.

Установки з зануреними електродвигунами мають такі переваги в порівнянні з насосами, у яких двигун розташований на поверхні: компактність конструкції і незначна металоємність, простота монтажу і експлуатації насосної станції, можливість роботи за відсутності надскважного насосного приміщення, повна автоматизація роботи, можливість роботи у викривлених свердловинах.

Насоси відцентрові свердловини для води з зануреними електродвигунами призначені на подачі від 0,63 до 1000 м³ /год., при напорах 12...680 м.

Насоси призначені для подачі води із загальною мінералізацією не більше 1500 міліграм/л, з температурою до 25°C, з водневим показником рН 6,5 - 9,5, із змістом механічних домішок не більше 0,01% по масі, сульфатів не більше 300 міліграм /л, сірководню не більше 1,5 міліграм/л і без вмісту агресивної вуглекислоти.

Для свердловин діаметром 100 мм передбачається 9 типорозмірів насосів з номінальною подачею 1 ... 4 м³/год при напорах до 180 м; 125 мм - 3 типорозміру з номінальною подачею 4; 6,3; 10 м³/год при напорах 125, 90 і 50 м; 150 мм - 29 типорозмірів з номінальною подачею 4; 6,3; 10; 16, 25 і 40 м³/ч при напорах 30

... 250 м; 200 мм - 27 типорозмірів з подачею 16... 100 м³/год 640 м. Для свердловин діаметром 450 мм насоси з подачею 40 ... 215 м³/год при напорах

25 ... 320 м; 300 мм - 27 типорозмірів з подачею 100... 275 м³/год при напорах 35... 475 м; 400 мм 29 типорозмірів з подачею 100... 800 м³/год при напорах 40; 640 м і для свердловин діаметром 450 мм насоси з подачею 800 м³/год при напіру 200 м.

Марка насоса ЗЦВ4-1-45 позначає: З - електрозанурюваний; Ц - відцентровий; У - для води; 4х25=100 - мінімальний діаметр трубчастого колодезя мм; 1 - подача, м³/год; 45 - напір, м.

Установка зануреного відцентрового насоса складається з електронасосного агрегату, станції управління, струменівдвоячого кабелю, колон 11 підйомних труб і устаткування гирла свердловини (опорне коліно, засувка, фланець верхній, триходовий кран і манометр).

Заглибні насоси агрегуються сухими, напівсухими, маслозаповненими, водозаповненими електродвигунами.

Установки з сухим електродвигуном завдяки обертанню ротора в повітряному середовищі мають високий ККД, проте вони громіздкі і не виключають можливість попадання води в електродвигун.

Установки з електродвигуном, заповненим в'язким маслом, мають ртутний сальниковий пристрій. Їх застосовують для створення високих напорів. Але недоліком цих установок є складність конструкції і монтажних робіт.

У установках з напівсухим електродвигуном ротор обертається у воді, тому обмотка статора захищена від води, найчастіше за допомогою гільзи. Змащення направляючих підшипників і гідравлічної п'яти здійснюється чистою водою, якої електродвигун заповнюють перед спуском насоса в свердловину.

Електродвигуни, заповнені водою, не мають обмотки, яка забезпечує герметичність статора, проте відрізняються простішою конструкцією. Обмотку статора і ротора виконують із спеціальною ізоляцією, що робить можливою роботу електродвигуна у воді.

Установки з електродвигунами, заповненими водою, і установки з напівсухими електродвигунами найбільш прості по конструкції, надійні в експлуатації і економічні. В даний час ці установки найширше впроваджені у виробництво.

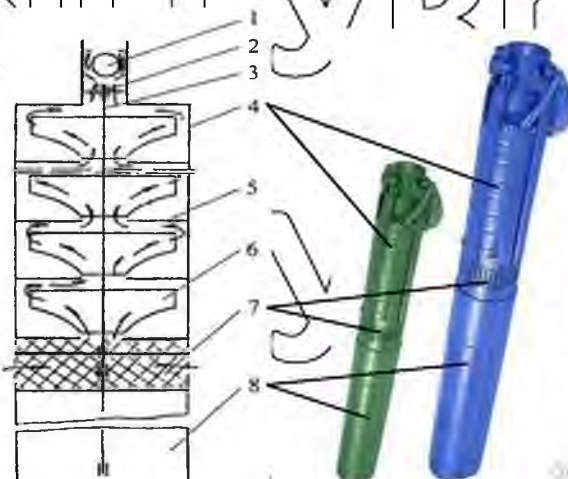
Привід насосів ЗЦВ4 здійснюється як однофазними, так і трифазним електродвигунами. Решта насосів типу ЕЦВ має лише трифазний електродвигун.

Корпус електродвигуна заповнюють чистою водою і ізолюють гумовим сальником. Підшипники використовуються гумометалеві, текстолитові або пластмасові. Змащування здійснюється водою, що знаходиться в порожнині корпусу. Вали зануреного електродвигуна і насоса сполучають муфтою. Всмоктувальна частина має сітку, що служить для затримання крупних частинок.

З підвищенням напору глибинного насоса зростає потужність його електродвигуна, що приводить до збільшення перетину кабелю і значно підвищує вартість даної установки. Для зменшення перетину кабелю при підйомі води з великих глибин занурені насоси агрегатують з електродвигунами, що харчуються під мережі напругою до 3000 В. Як двигун для занурених насосів ЗЦВ застосовують електродвигуни ПЗДВ, в яких передбачається повна герметизація внутрішньої порожнини. Для компенсації збільшення об'єму води при нагріванні нижній частині електродвигуна встановлена гумова діафрагма, яка під тиском збільшує об'єм внутрішньої порожнини електродвигуна. При охолодженні електродвигуна вода заповнює первинний об'єм після чого діафрагма повертається в початкове положення.

Загальний вид зануреного насоса представлений на рис. 3.1. Робочі колеса 7 збирають на валу 3 з конструкційної сталі, що калібрується. Відстань між робочими

колесами забезпечують втулками розпорів з нержавіючої сталі. Пакет обойм складається з чавунних дисків. У маточину чавунної підстави 2 запресовані й



резино-металевий підшипник, а другий - в чавунну маточину верхнього підшипника 8. Мастило підшипників здійснюється проточною водою. У верхньому підшипнику розташований кульовий клапан 9, виготовлений з обрізної пластмаси.

Для з'єднання насосного агрегату з колоною водопідймальних труб служить головка 11, яка має внутрішнє конічне різьблення або фланець. Насос з електродвигуном сполучений муфтою 1, а всі вузли насоса - стягуваннями 10, які виготовлені із сталевих смуг з привареними шпильками. Крім відцентрових насосів, для невеликих подач в сільському господарстві застосовують також виєрові. Виєрові насоси, в свою чергу, мають просту конструкцію, володіють самовсмоктуючою здатністю.

Рис. 3.1 Конструкційно-функціональна схема відцентрового заглибного насоса типу ЭЦВ (а) та загальний вигляд насоса ЭЦВ (б):

1 - зворотний клапан; 2 - підшипники вала; 3 - вал; 4 - корпус;
5 - напрямна; 6 - робоче колесо; 7 - фільтр; 8 - електричний двигун

Автонапувалки поділяються на індивідуальні та групові. Індивідуальні автонапувалки використовуються в основному на фермах ВРХ з прив'язним утриманням і на свинофермах при утриманні свиней у окремих стійлах. Групові автонапувалки використовуються для напування худоби на фермах безприв'язної системою утримання, в літніх таборах при груповому

утриманні. Промисловість випускає близько двох десятків різних типів індивідуальних і групових автонапувалок для тварин.

Частише на фермі автонапувалки підключають до водопостачання, при відсутності останнього з'єднують з резервуаром, в які вода постачається автоводотягачами. В зимову пору року на відчинених майданчиках для напування тварин застосовують автонапувалки з підігрівом води. На полі або літніх таборах, в ддалених від води, тварин напувають з пересувних напувалок.

По принципу дії напувалки можуть бути вакуумними і клапанними.

Останні поділяються на педальні та поплавкові.

Пристрій напувалок Одночашечна стаціонарна автонапувалка призначена для напування великої рогагої худоби при прив'язном утриманні і розрахована на обслуговування двох тварин. Вона складається з чаші, педалі та клапана.

Напувалка виготовляється в двох модифікаціях: ПА-1А з металевими деталями АП-1А з деталями полімерних матеріалів рис.3.2.

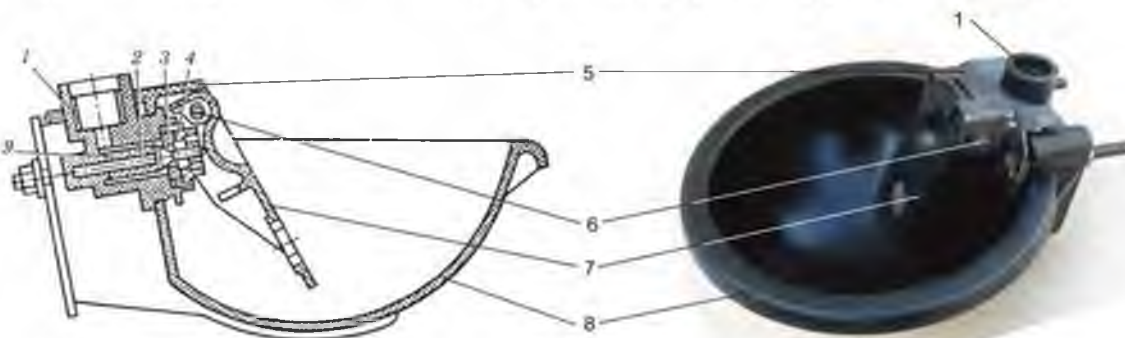


Рис.3.2. Конструкційно-функціональна схема автонапувалки АП-1А (а) та загальний вигляд (б):

1 — кутник; 2 — клапан; 3 — сідло; 4 — накривка; 5 — кронштейн;

6 — вісь; 7 — важіль; 8 — чаша; 9 — амортизатор

Групові стаціонарні автонапувалки. АПК-4А напувалка дозволяє одночасно обслуговувати чотирьох тварин рис.3.3. Вона складається з

прямокутного корпусу з теплоізоляцією, клапана, напувальної чаші, поплавкового механізму та стояку для підключення до водопостачальної мережі.

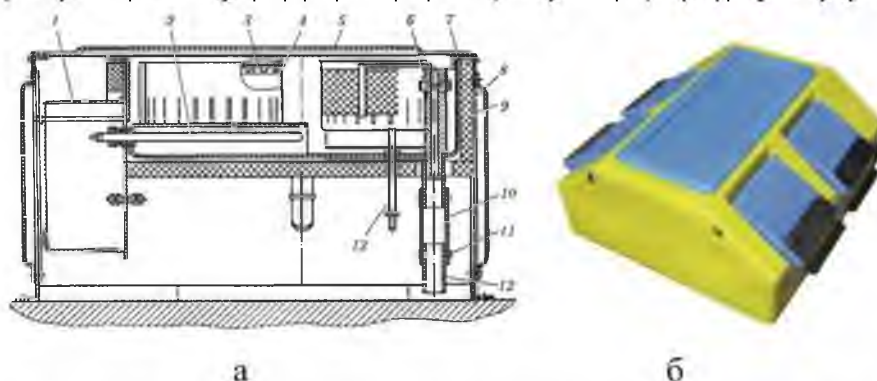


Рис. 3.3. Конструктивно-функціональна схема групової автонапувалки АГК-4Б (а) та загальний вигляд (б):

- 1 — шафа керування; 2 — електронагрівник (тен); 3 — поплавець;
 4, 7 — відповідно поплавцева і напувальна чаші; 5 — накривка;
 6 — клапанний механізм; 8 — корпус; 9 — плита; 10 — рукав;
 11 — хомут; 12 — патрубок; 13 — терморегулятор

3.5. Технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки

Для напування ВРХ при прив'язному утриманні в основному використовують індивідуальні, клапанні, рычажні та чашкові напувалки. В основному це напувалки типу АП-1А і ПА-1Б, ПА-1А.

Відомо, що витрати води на поїння тварин, в залежності від їх фізіологічного стану відрізняються. В родильному відділенні (глибокотільні і новотільні корови) споживають 48 - 50 л за добу, в стаціонарному відділенні 60 л/добу на одну умовну голову. При прив'язному утриманні дійних корів витрати води знаходяться в межах 65 - 85 л/добу. В сухостійний період в корів знижується споживання води приблизно на 20 - 25% від дійних.

Варто зазначити, що за даними Чеського інституту тваринництва, вплив води в чашкових автонапувалках 3 л за хвилину - недостатній для напування тварин з високою продуктивністю. Із відкритого жолоба за 1 підхід корова випиває в 1,8 рази більше води, ніж з поїлки, за однакової добової

потреби. Це сприяє більшому задоволенню її потреби і покращенню продуктивності на 4 - 5 процента.

Обслуговування чашкових автонапувалок для дрібних фермерських господарств у виробничих умовах призводить до збільшення трудових та економічних витрат. Наприклад, при використанні напувалок АП - ІА в зимовий період, часто виходять з ладу платмасові педалі, а ПА - 1 пружинний амортизатор, який постійно знаходиться у воді, ржавіє і згодом теж виходить з ладу.

Так як на тваринницьких фермах не завжди є високий тиск в системі водопостачання, за останні роки на фермах ВРХ широко застосовувати безклапанні автонапувалки з низьким напором води. Такі напувалки працюють за принципом сполучених судин. Тим не менш вони мають низку недоліків: на відміну від автонапувалок педального типу, низьконапірні можуть бути причиною розповсюдження інфекційних захворювань тварин, а також при експлуатації частіше проходить забивання вхідного трубопроводу.

Водопровідна мережа

В зв'язку з цим, нами розроблено конструкційно-функціональну схему низьконапірної напувалки рис. 3.4. Автонапувалка працює наступним чином. Вода з водомережі надходить в бак в середині якого встановлено поплавковий механізм, для встановлення рівня води. До нижньої частини бака приєднано трубопровід. Вода рухаючись по трубопроводу потрапляє в чашу через з'єднувальний патрубок. Рівень води в чаші сягає рівня в баку.

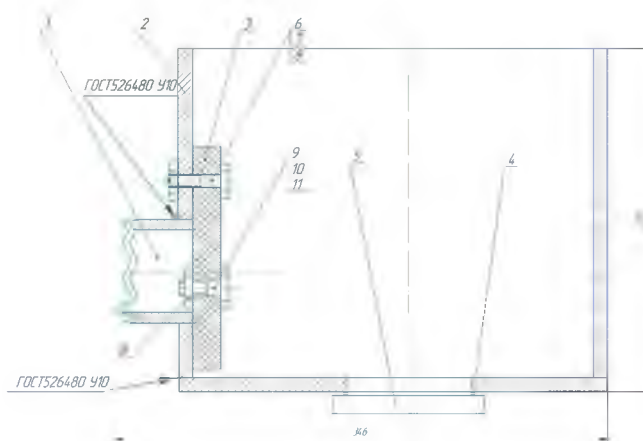
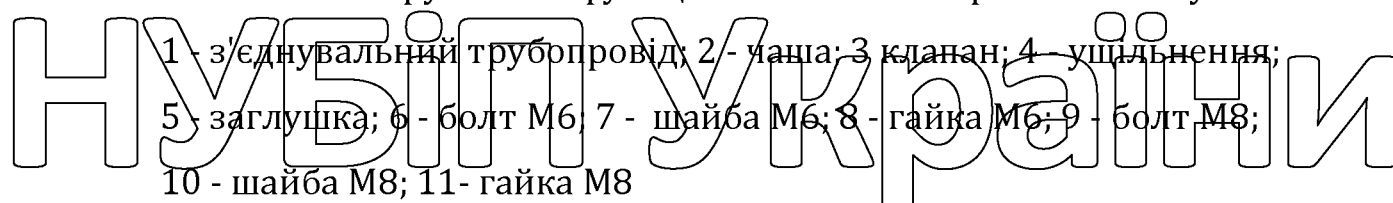


Рис. 3.4. Конструктивно-функціональна схема проектної напувалки:



В чашках є клапан, який забезпечує рух води тільки в одному напрямку (в чашу), передбачений для запобігання надходження води в сусідніх чашок при споживанні води тваринами. Для забезпечення очищення води напувалки на її дні встановлено зливну пробку. Очищення можливе також за рахунок підняття рівня води в бачі вище рівня води в автонапувалках. Така проста за конструкцією установка надійна в експлуатації та не вимагає великих трудових та матеріальних затрат на обслуговування, що не менш важливо.

Розрахунок водопровідної мережі починають з найвіддаленіших від насоса та водонапірної споруди ділянок і вузлів рис. 3.5.

Знайдемо необхідну подачу води на відповідній ділянці трубопроводу:

$$Q_{ci} = \frac{g_i m_i \alpha_d \alpha_r}{24 \cdot 3600} \quad \text{л/с}$$

де - α_d , α_r - коефіцієнти нерівномірності добового та годинного споживання води, $\alpha_d = 1,3$, $\alpha_r = 2 - 2,5$.

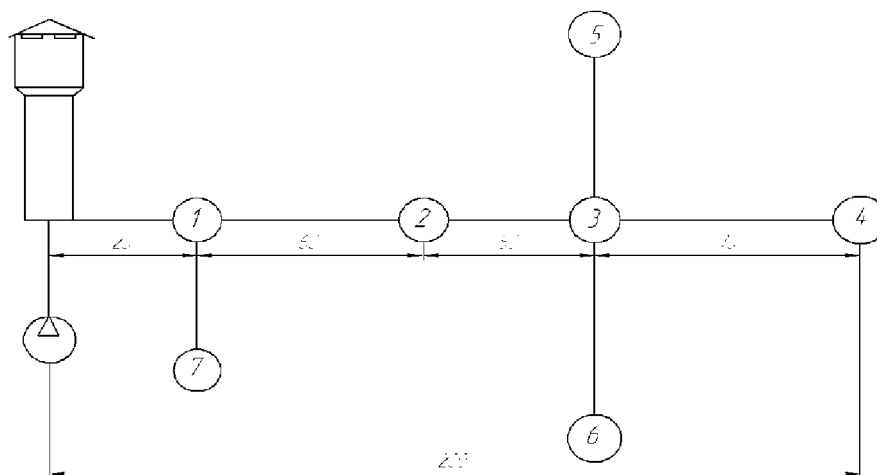


Рис 3.5. Схема водопровідної мережі.

1 - котельня; 2 - приміщення для молодняку; 3 - телятник; 4 - корівник;
5 - кормоцех; 6 - ветеринарний пункт; 7 - санпропускник.

$$Q_c = \frac{((100 \cdot 50) + (60 \cdot 18)) \cdot 1,3 \cdot 2,5}{24 \cdot 3600} = 0,23 \text{ л/с}$$

За необхідною подачею води визначаємо діаметр $d_{тр}$ на відповідній ділянці:

$$d_{тр} = 2 \sqrt{\frac{Q_{ci}}{\pi \cdot v}}$$

Q_{ci} - розрахункова подача води м³/с.

$$d_{тр} = 2 \sqrt{\frac{0,00023}{3,14 \cdot 0,4}} = 0,02 \text{ м}$$

Приймаємо стандартизований діаметр $d_{тр} = 40 \text{ мм}$.

При такому діаметрі труб відповідно приймається швидкість води в мережі $v = 0,4 - 0,6 \text{ м/с}$

Гідравлічний тиск

Для вибору водонапірного обладнання, а також водонапірної споруди велике значення має гідравлічна характеристика мережі, разом з якою функціонують наведені елементи системи водопостачання.

Визначаємо H_g - відстань по вертикалі від місця забирання до верхнього рівня води у башті:

$$H_g = H_{вс} + H_{наг}$$

де: $H_{вс}$ - висота всмоктування, кПа;

$H_{наг}$ - висота нагнітання, кПа.

$$H_g = 0 + 0,46 = 0,46 \text{ кПа}$$

Втрати тиску h - це сума втрат на подолання тертя вздовж трубопроводу h_T та місцевих опорів h_m .

Втрати напору на подолання тертя в трубопроводі круглого перерізу залежить від діаметра і довжини L , а також від швидкості води в ньому:

$$h_m = \lambda \frac{v^2 L}{2gd_{mp}} \text{ кПа}$$

де: λ - коефіцієнт гідравлічного опору для сталевих труб $\lambda=0,02$;

g - прискорення вільного падіння, $g=9,81$, м/с

$$h_m = 0,02 \frac{0,4^2 \cdot 200}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,04} = 0,5 \text{ кПа}$$

При розрахунку коротких трубопроводів необхідно визначити втрати в місцевих опорах відповідно до конкретної монтажною схеми водопровідної мережі.

$$h_m = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \text{ кПа}$$

де: $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

$$h_m = 0,1 + 4 + 6 + 1,5 + 1,4 + 0,5 + 1,0 + 8 + 2 \frac{0,4^2}{2 \cdot 9,81} = 0,1 \text{ кПа}$$

Визначимо сумарні втрати напору, кПА:

$$h = h_T + h_m, \text{ кПа}$$

$$h = 0,5 + 0,1 = 0,6, \text{ кПа}$$

Повний тиск H у системі водопостачання складається з геометричної висоти підйому води та сумарних втрат тиску на подолання опору у всмоктувальному та нагнітальному трубопроводах:

$$H = H_T + h, \text{ кПа}$$

$$H = 0,46 + 0,6 = 0,52, \text{ кПа}$$

Вибір водонапірного обладнання

Необхідну продуктивність водопровідного обладнання визначають за максимальними витратами води на фермі:

$$Q_H = \frac{Q_{\text{доб max}}}{T_H} \text{ м}^3$$

де: T_H -тривалість роботи насоса протягом доби $T = 16$ год

$$Q_H = \frac{7865}{16} = 0,5 \text{ м}^3$$

розрахункова потужність споживана приводом водяного насосу, визначається за формулою:

$$N_{np} = \frac{Q_H \cdot H}{\eta_H \cdot \eta_m} \text{ кВт}$$

де: η_H - коефіцієнт корисної дії насоса, $\eta_H = 0,98$

η_T - ККД трансмісії, 0,99

$$N = \frac{0,5 \cdot 0,52}{0,98 \cdot 0,99} = 0,27 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна приймають з урахуванням коефіцієнта запасу $k_3 = 1,1$:

$$N_{дв} = k_3 N_{np} \text{ кВт}$$

$$N_{дв} = 0,27 \cdot 1,1 = 0,3, \text{ кВт}$$

Розрахунок водонапірної споруди

Пасивний не використовуваний об'єм резервуара включає верхню частину резервуара рис. 3.6, що не заповнюється водою $V_{пв} = 0,3$, а також нижню частину, яка виконує роль відстійника $V_{пн} = 0,2$:

$$V_{п} = V_{пв} + V_{пн}, \text{ м}^3$$

$$V_{п} = 0,3 + 0,2 = 0,5, \text{ м}^3$$

Розрахункова місткість бака залежить від величини максимальної добової потреби води. Визначити її можна наближено розрахунковим шляхом:

$$V_p = (0,15 \dots 0,3) Q_d, \text{ м}^3$$

$$V_p = (0,15 \dots 0,3) \cdot 6 = 0,9 \dots 1,8, \text{ м}^3$$

Аварійний запас води приймають з розрахунку вимушеної зупинки насосної станції для усунення можливих неполадок протягом двох годин:

$$V_{ав} = 2 \cdot Q_{год, \max}, \text{ м}^3$$

$$V_{ав} = 2 \cdot 0,8 = 1,6, \text{ м}^3$$

Визначимо об'єм для необхідного накопичення води, м^3 . У водонапірній башті рекомендується мати протипожежний запас води, $V_{пож} = 6, \text{ м}^3$

$$V_3 = V_{ав} + V_{пож}, \text{ м}^3$$

$$V_3 = 1,6 + 6 = 7,6, \text{ м}^3$$

Загальну кількість резервуара водонапірної башти V визначають за формулою:

$$V = V_p + V_3 + V_{п}, \text{ м}^3$$

$$V = (0,9 \dots 1,8) + 7,6 + 0,50 = 9 \dots 9,9, \text{ м}^3$$

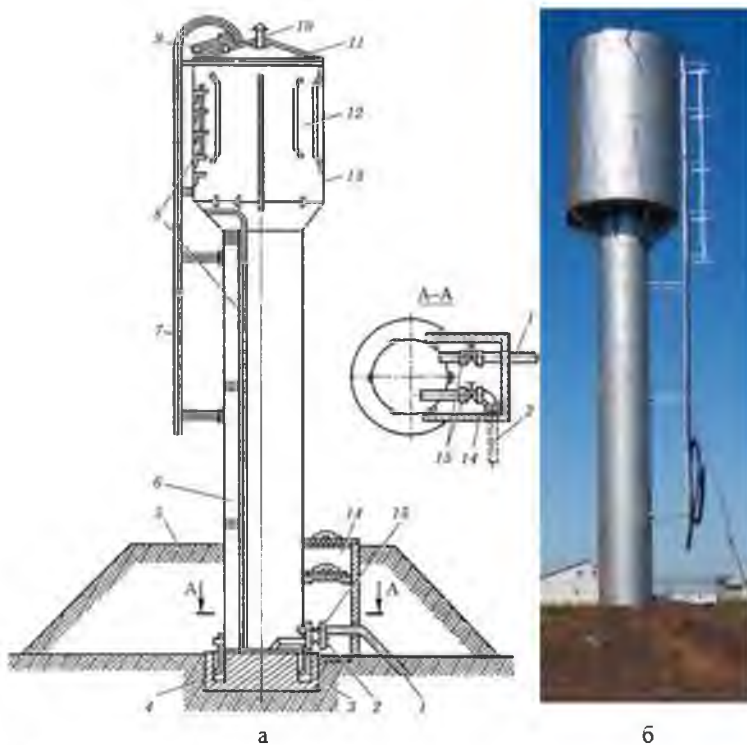
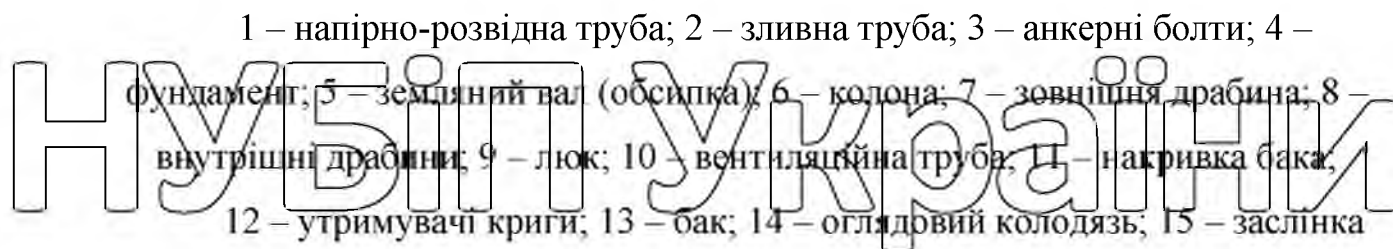


Рис. 3.6. Будова безшатрової водонапірної башти конструкції А. А. Рожновського (а) та її загальний вигляд (б):



Приймаємо стандартизовану башту БР- 25У

Технічна характеристика башти:

1. Повна місткість башти - 10, м³
2. Місткість резервуара - 5, м³
3. Місткість води в колоні - 5, м³
4. Висота до дна бака - 12, м
5. Діаметр бака - 1,5, м
6. Діаметр колони - 1,2, м
7. Маса - 1350, кг.

Конструктивно-функціональна схема водопостачання для літніх таборів

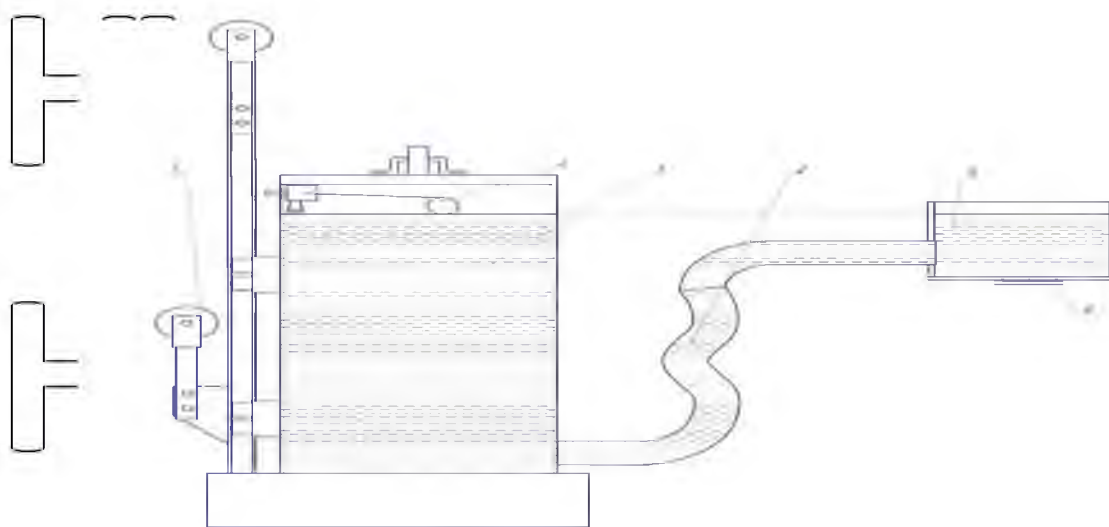


Рис. 3.7. Запобіжна конструкційно-функціональна схема водопостачання:

- 1 – ємкість, 2 – гнучкий рукав, 3 – піднімальна система, 4 – поплавковий механізм, 5 – напувалка.

Розрахунок напувалки

Виходячи із всіх зоотехнічних вимог, що є ажливими для водопостачального обладнання, аналізу конструкції та розрахунків дана напувалка задовольняє представлені їй вимоги, а також є перспективною для використання у тваринницьких господарствах рис. 3.4.

Технічна характеристика напувалки:

- 1 робоча місткість чаші - 5 л, загальна 0,005 м³;

- 2 кількість місць для напування - 1;
 3 кількість тварин, що обслуговуються - 2;
 4 швидкість наповнення порожньої напувалки - 80 с;
 5 висота чаші 0,175-0,185 м, приймаємо 0,18;
 6 Діаметр чаші для дорослого поголів'я 0,2 - 0,3 м, приймаємо 0,25.

Визначимо об'єм чаші виходячи із конструктивних параметрів

$$V = \pi D^2 / 4 \cdot H, \quad (3.16)$$

$$V = 3,14 \cdot 0,25^2 / 4 \cdot 0,18 = 0,27, \text{ м}^3.$$

Довжина заготовки визначається із виразу

$$l = 2\pi R = \pi D, \quad (3.17)$$

$$l = 3,14 \cdot 250 = 785 \text{ мм.}$$

Розрахунок на міцність кронштейна для кріплення напувалки

На одному кронштейні, виготовленому з кутника розміром 28x28 мм (N 2.8), закріпимо автонапувалку [20, 23, 24]. Маса кожної автонапувалки складає 2,4 кг.

$$P_1 = P_2 = 24 \text{ Н}; \quad (3.18)$$

$$M_{\max} = M_1 + M_2; \quad (3.19)$$

$$M_1 = P_1 \cdot 0,14 = 2,4 \cdot 0,14 = 0,34 \text{ Нм};$$

$$M_2 = P_2 \cdot 0,38 = 2,4 \cdot 0,38 = 0,920 \text{ Нм};$$

$$M_{\max} = 0,34 + 0,92 = 1,26 \text{ Нм.}$$

По сортаменту кутників визначаємо момент опору кутника N.2.8:

$$W_{\phi} = 1,45 \cdot 1,0 = 1,45, \text{ м}^3.$$

Визначаємо максимальні нормальні напруження від згину кронштейна:

$$\alpha_{\phi} = M_{\max} / W_{\phi} = 1,26 / 1,45 \cdot 10^6 = 0,86 \cdot 10^6, \text{ Н/м}^2$$

Допустиме нормальне напруження для сталі 3, з якої виготовлений кутник, складає: $(\alpha) = 160 \cdot 10^6, \text{ Н/м}^2$. Таким чином кронштейн виготовлений з кутника N

2.8, забезпечує необхідну міцність більш ніж з п'ятнадцятикратним запасом.

$$(\alpha) > \alpha_{\phi}, \quad (3.20)$$

Виходячи із аналізу та розрахунків дана автонапувалка задовольняє представлені їй вимоги і є перспективною для використання у тваринницьких господарствах.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4

Програма, методика та результати експериментальних досліджень

4.1. Програма експериментів

Відповідно до поставлених завдань, а також для перевірки достовірності теорії, програма експериментальних досліджень включає такі завдання:

- дослідження залежності продуктивності, якості і енергоємності процесу водопостачання від основних параметрів системи:

K - поголів'я худоби, гол

L_{ϕ} - довжина трубопроводів, м;

D_p - діаметр трубопроводів, м;

N_p - потужність приводу насоса, кВт;

- розробка математичних моделей технологічного процесу водопостачання за визначеними параметрами оптимізації (довжина і середній діаметр мережі, кількість споживачів);

- визначення (із врахуванням обмежень нормативних зоотехнічних вимог щодо показників якості) раціональних параметрів системи водопостачання;

- за результатами досліджень розробка рекомендації щодо раціональної роботи системи водопостачання і перевірка їх у виробничих умовах, а також, оцінка їх ефективності.

4.2. Результати експериментальних досліджень

При дослідженні системи водопостачання виконують оцінку вибору джерела води, схеми траси водопроводів та розташування об'єктів системи.

В результаті проведених досліджень було виявлено наступні характеристики процесу водопостачання на фермі великої рогатої худоби.

Шляхом визначення кількості спожитої води щогодини, було отримано характер водоспоживання на фермі, продовж доби, а також визначено середній рівень споживання води. (рис. 4.1)

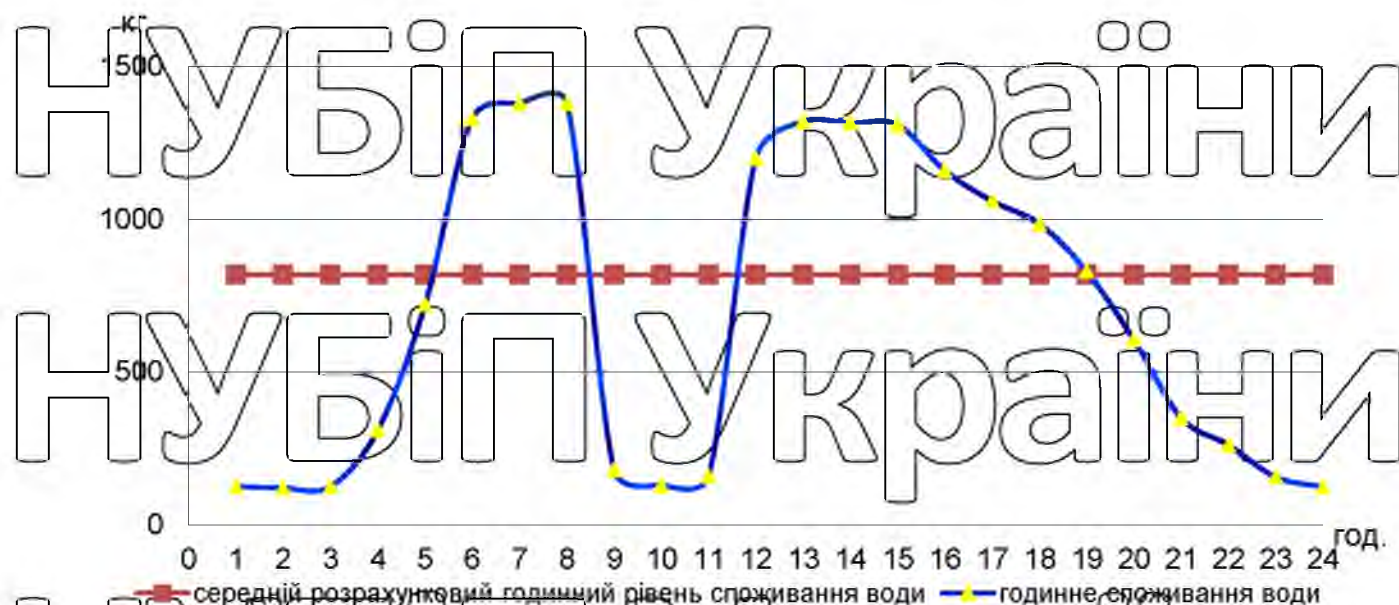


Рис. 4.1 Залежність водоспоживання та середній рівень споживання води на фермі протягом доби.

Як показано на діаграмі, існує кілька пікових рівнів споживання води, які мають певну періодичність. Тому, враховуючи такий характер, потрібно створювати достатньо суттєвий запас води для зрівноваження.

Впродовж року, проводились дослідження споживання води тваринами і виявили залежність рівня споживання води від температури (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Вплив температури навколишнього середовища на споживання води тваринами.

Проводячи дослідження з динамікою руху води до напувалки та споживання води твариною, було виявлено, що напувалка відповідає зоотехнічним вимогам. Провівши аналіз надходження води у напувалку виявлено, що до п'яти літрів вода в напувалку надходить в інтервалі один літр за 11 секунд, після 5 літрів цей час збільшується до 13 секунд. Це пов'язано із опором води по трубах. Також проводячи дослідження із тваринами, виявлено, що середня швидкість випивання одного літра води твариною становить 12 секунд. З рис. 4.3 видно, що за перші три випиті літри води, час забору води більший у тварини, але враховуючи постійне надходження води, рівень її у напувалці завжди буде не менше 5 літрів, а в продуктивних тварин цей показник опуститься до 3 літрів.

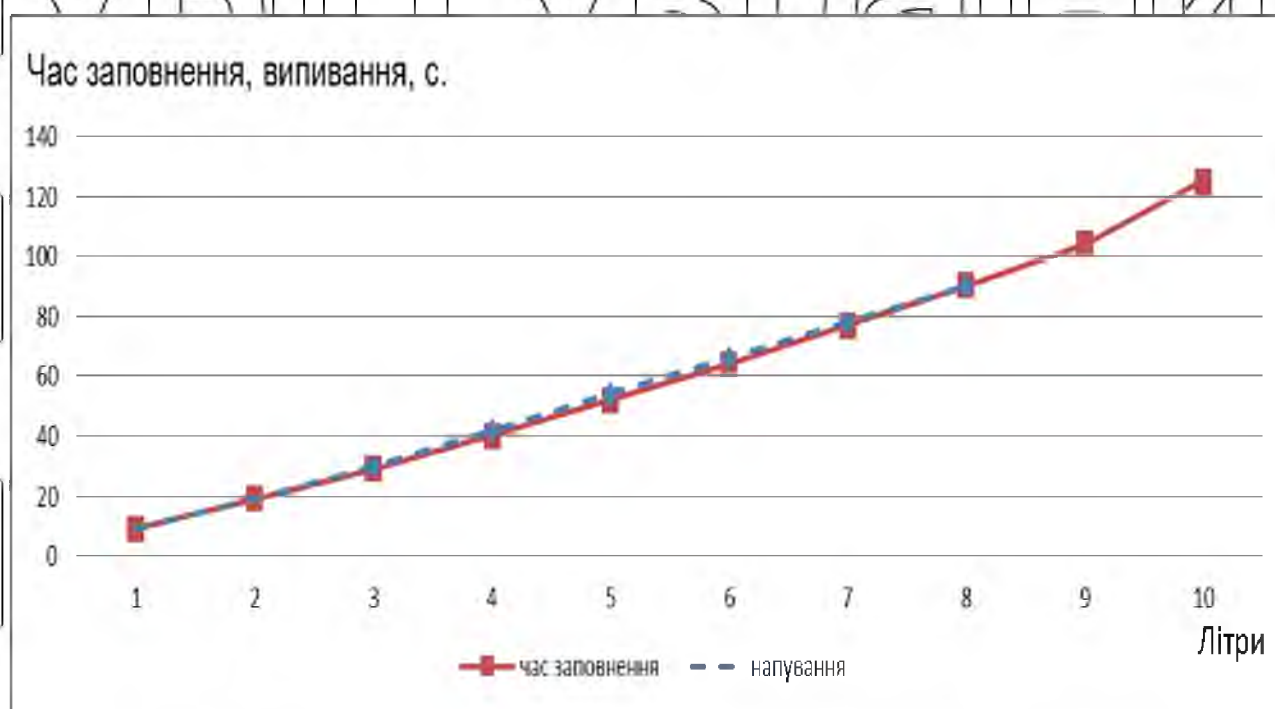


Рис. 4.3. Графіки заповнення напувалки водою та споживання води твариною

В результаті проведених досліджень визначено раціональні режими роботи системи водопостачання на фермі.

Для оцінки якісних характеристик роботи системи водопостачання, необхідно провести інші, додаткові дослідження рис. 4.4



Рис. 4.4. Прилади для оцінки якісних характеристик водопроводу

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

5.1. Загальний огляд

Підвищена продуктивність праці в тваринництві та зниження собівартості продукції можливо, перш за все, при застосуванні на фермах прогресивних методів організації праці і комплексної механізації всіх виробничих процесів [10, 11, 13, 28].

В економічній частині даного проекту дається оцінка експлуатації машин і обладнання для процесу водопостачання.

5.2. Техніко-економічні показники

Основні капіталовкладення в проектуванні технологічної лінії водопостачання, яка включає в себе капітальне переобладнання усіх технологічних операцій, складаються із затрат на обладнання та витратні матеріали [10, 11, 13, 28].

Капіталовкладення визначаємо за формулою:

$$K_{пр} = C_v, \quad (5.1)$$

де C_v – кошти затрачені на матеріали, грн.

Вартість витратних матеріалів складає:

$$C_v = C_{об} \cdot K_m \cdot K, \quad (5.2)$$

де $C_{об}$ – вартість матеріалу напувалок.

K_m – коефіцієнт узгодження на витратні матеріали, $K_m = 1,2$

$$C_v = 2000,0 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 3120,0 \text{ грн.}$$

Балансова вартість машин і обладнання:

$$B = K \cdot Ц, \quad (5.3)$$

де K – коефіцієнт, що враховує затрати на транспортування машин і обладнання

та їх встановлення, $K = 1,3$,

C – прейскурантна вартість машин і обладнання, грн

Таблиця 5.1

Балансова вартість машин і обладнання

Марка машин	Кількість машин, шт. т.	Прейскурантна ціна, грн.	Балансова вартість, грн.
Трубопровід	1	2252,15	2927,8
Напувалка	30	80	3120,0
Насос	1	12120	15756,0
Всього:	-	-	21803,8

Вартість автонапувалки, що проектується дорівнює:

$$B_{пр} = B_c + B_s, \quad (5.4)$$

$$E_{пр.} = 365 \cdot 0,3 \cdot 16 / 7183,2 = 0,24 \frac{\text{кВт.год.}}{\text{м}^3}$$

Металоємкість

$$M_m = G / P_k, \quad (5.15)$$

де G – загальна вага обладнання

$$M_m = 3000 / 7183,2 = 0,42 \text{ кг/ м}^3$$

Таблиця 5.2.

Економічна ефективність проекту

Назва показників	Значення показників
Об'єм водопостачання, м ³ .	7183,2
Капіталовкладення:	
- основні, грн.	21803,8
- питоми, грн.	21530,57
Затрати на 1 м ³ води:	
- праці, люд/год. м ³ .	0,025
- експлуатаційні, грн./ м ³ .	2,54
- приведені, грн./ м ³ .	3,00
Металоємність, кг/т.	0,42
Енергоємність, кВт.год/т.	0,24
Річний економічний ефект, грн.	7183,2

Термін окупності капіталовкладень, років	3,0
--	-----

НУБІП України

Аналізуючи подану таблицю, можна відмітити, що запропонована технологія водопостачання вимагає вкладання в розмірі 21803,8 грн.

Вкладенні кошти окупляться за 3 роки, водночас, зменшується витрата праці

на процес водопостачання. В запропонованій технології затрати праці припадають лише на проведення технічних обслуговувань напувалок.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 6

Охорона праці та навколишнього середовища

6.1. Техніка безпеки при монтажі обладнання

Безпека процесів, що пов'язані з виробництвом продукції тваринництва, повинна відповідати вимогам держ. стандартів, експлуатаційної та технологічної документації, інструкцій з вимог безпеки до технологічних процесів.

У виробництві продукції тваринництва можуть мати вплив шкідливі виробничі фактори, зокрема, нижченаведені:

біологічна небезпека (мікроорганізми: бактерії, віруси, спірохети, рикетсії, актиноміцети, найпростіші та продукти їхньої життєдіяльності і макроорганізми: тварини, рослини, люди й продукти їхньої життєдіяльності, а також культури кліток і тканин),

спільні хвороби для людей і тварин: ящури, бруцельоз, туберкульоз, сип, сибірка, сказ, гарячка, туляремія, лепістаз і деякі гельмінтози (бичачий і свинячий солітер, трихінельоз, ехінококоз)

На підприємствах із виробництва продукції тваринництва повинні бути передбачені заходи, щодо захисту від дії цих факторів.

Мікроклімат виробничого середовища не повинен мати несприятливого впливу на працівників. У виробничих приміщеннях, де встановлення допустимих нормативних показників мікроклімату є неможливим через технологічні вимоги до виробничого процесу, повинен бути забезпечений колективний або індивідуальний захист працівників згідно до діючих вимог. В інших виробничих та підсобних приміщеннях умови повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам.

Рівень шуму на робочому місці повинен бути не більше 80 дБА, відповідно до санітарно-гігієнічних вимог.

Працівники по догляду за тваринами, які мають незначні рани, садна, захворювання шкіри, тощо - допускаються до роботи лише з дозволу медпрацівників і за умови виконання ними потрібних захисних заходів.

6.2. Техніка безпеки при експлуатації обладнання

При проектуванні, організації і впровадженні виробничих процесів у тваринництві, необхідно виконувати такі умови:

виключення шкідливого впливу на працівників з боку продуктів життєдіяльності тварин, а також матеріалів, які мають шкідливі властивості; використання засобів колективного та індивідуального захисту; своєчасного прибирання, знешкодження і знезараження виробничих відходів, котрі є джерелом шкідливих виробничих факторів.

Виробничі процеси, що супроводжуються забрудненням навколишнього середовища (повітря, ґрунту, водойм) і розповсюдженням шкідливих речовин у концентраціях, перевищуючих гранично допустимі норми, встановлені відповідно до чинних стандартів та інших нормативних документів, проводити заборонено.

Для виробничих процесів, пов'язаних з виділенням і накопиченням шкідливих речовин та хвороботворних мікроорганізмів, необхідно передбачати обладнання для механічного очищення місць, їх накопичення (доїльна апаратура, трубопроводи, виробничі приміщення, транспортні засоби тощо) з подальшим знешкодженням та знезараженням.

Схему руку транспорту на території ферми з зазначенням дозволених і заборонених напрямків, поворотів, стоянок, виїздів і в'їздів після затвердження її власником ферми вивішують при в'їзді, а також на складних ділянках і у виробничих приміщеннях.

Прибирання території повинне здійснюватись систематично.

На території ферми потрібно виділяти спеціальні місця для відпочинку задіяних на господарстві людей і окремо - для куріння.

Біля водойм та басейнів, що знаходяться на території ферми і комплексів, необхідно встановлювати плакати, які повідомляють про заборону купання і використання їх не за призначенням.

Виробничі приміщення для утримання і доїння тварин, первинної обробки і зберігання молока повинні відповідати вимогам щодо п. Правил пожежної безпеки в Україні, нормам технологічного проектування згідно з ОНТП 1-89 та ВНП-СПП-46-1-94.

У приміщеннях передбачаються місця для вогнегасників, аптечок для надання першої допомоги, плакатів із безпеки праці, пожежної безпеки і виробничої санітарії, а також плану безпечної евакуації людей і тварин під час пожежі.

Двері, чи ворота у приміщеннях повинні легко відкриватися назовні, на всю ширину отвору і мати пристрої для фіксування дверних полотен у відкритому та закритому положеннях.

Віконні рами повинні бути легко керувані, мати ручні, або механізовані пристрої для відкриття та фіксації їх з підлоги, у потрібному положенні.

Покриття стін, стелі і поверхонь конструкцій приміщень повинно попереджувати сорбцію шкідливих речовин та мати можливість миття та дезінфекцію.

Вакуум-насоси і компресори слід розміщувати в окремих звукоізованих приміщеннях з виводом глушників у звукопоглинаючі колодязі.

Люки і завантажувальні отвори повинні закриватися міцними кришками, які фарбують з обох боків у сигнальний жовтий колір згідно з ГОСТ 12 4.026-76.

У приміщеннях, де використовуються транспорт, потрібно забезпечувати окремі зони для проїзду транспорту та для проходу обслуговуючого персоналу. В транспортних і комунікаційних галереях висота проходів повинна бути від 1,8 м, а ширина - не менше ніж 0,8 м.

Розрахунок блискавкозахисту. Для захисту будівель від прямого попадання блискавки (СНИП 305-75) приймаємо стержневий блискавковідвід. Переріз стержня приймаємо 100 мм^2 . Такий стержень утворить навколо будівлі захисну зону у вигляді подвійного конуса з круглою основою радіусом 1,5 рази більше висоти блискавкоприймача.

Радіус захисту визначаємо за формулою:

$$R_x = 1,5(h - 1,25h_x), \quad (6.1)$$

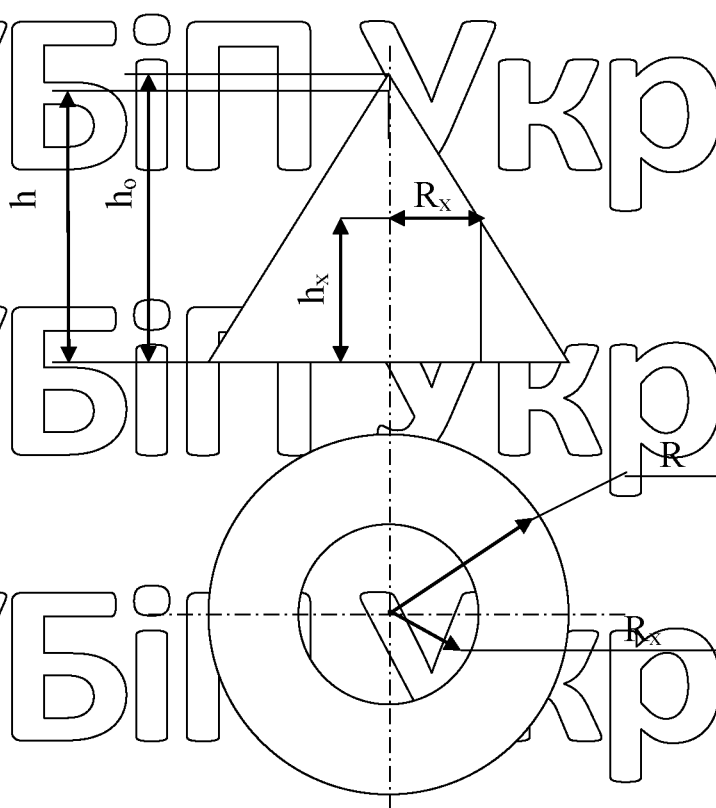


Рис.6.1 Схема зони захисту стержневого блискавковідводу

де h – висота блискавкоприймача, $h = 25 \text{ м}$;

h_x – висота будівлі, $h_x = 6 \text{ м}$.

$$R_x = 1,5(25 - 1,25 \cdot 6) = 26,25 \text{ м.}$$

$$h_0 = 85 h, \quad (6.2)$$

$$h_0 = 85 \cdot 25 = 21,25 \text{ м.}$$

Визначаємо радіус зони захисту на рівні землі:

НУБІП України $R = 1,5 h,$ (6.3)
 $R = 1,5 \cdot 25 = 37,5 \text{ м.}$

Для приміщення де утримуються тварини необхідно встановити по 2 блискавкоприймачі.
 Розрахований блискавкозахист буде сприяти безпечним умовам праці в приміщеннях.

НУБІП України
 6.4. Аналіз небезпечних ситуацій

У структурному зображенні процесів виникнення аварій та виробничих травм усі «випадкові» дії (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонезбезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події.

Початкові події (НУ, НД) виявляють шляхом обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу більшості можливих варіантів перебігу подій.

Метод логічного моделювання потенціальних аварій, травм і катастроф відкриває неабияку можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, що базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному аналізу і прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек, ще до виникнення травмонезбезпечних та катастрофічних ситуацій.

У логічній таблиці після кожного описання НУ, НД, НС наводиться логічна модель процесу (табл. 6.1).

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 6.1

НУБІП України

Аналіз виробничих небезпек

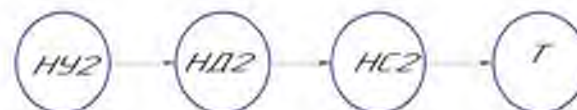
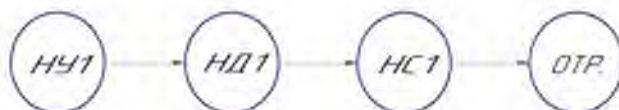
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИД РОБИТ СКЛАД АГРЕГАТУ	ВИРОБНИЧА НЕБЕЗПЕКА			МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ	ЗАХОДИ ЗАПОБІГОННЯ НЕБЕЗПЕЧНИМ СИТУАЦІЯМ
	НЕБЕЗПЕЧНА УМОВА (НУ)	НЕБЕЗПЕЧНА ДІЯ (НД)	НЕБЕЗПЕЧНА СИТУАЦІЯ (НС)		
Напування тварин з напувалою	Непередбачений викид забруднюючих речовин в водопровідну мережу (НУ1)	Невстигли перешкодити тваринам напиться отруйної води (НД1)	Більшість тварин напилась отруйної води (НС1)	Отруєння	Передбачити доочищення і дезінфекцію води перед потраплянням в водопровід.
	Обірвався провід електромережі і впав на трубопровід водопровідної мережі (НУ2)	Працівники непомітили пробивання струму на трубопровід (НД2)	Тварини потрапили під дію підвищених струмів (НС2)	Переляк тварин травми, як тварин так і людей	Передбачити достатнє заземлення або використовувати трубопроводи які не проводять струму



ВИСНОВКИ

В магістерській роботі наведено технологічне обґрунтування комплексу машин і обладнання для комплексної механізації виробничих процесів для сімейної ферми, яке дасть можливість отримувати дешевшу продукцію фермерського виробництва.

Застосування автонапувалок та системи водопостачання в цілому дозволить задовольнити потребу тварин у воді (5-6 літрів за хвилину) та підвищити продуктивність тварин до 10 %. Поzza цим, з'являється можливість раціонально використовувати воду і покращити її якість, за рахунок осідання важких домішок.

Аналіз виробничих небезпек у роботі дає можливість уникнути виробничих травм близько 30 %.

Економічна оцінка розробленої лінії водопостачання показує, що запропонована технологія водопостачання вимагає вкладання 21803,8 грн.

Вкладенні кошти окупляться за 3 роки.

Також в магістерській роботі:

1. Розроблена універсальна система напування тварин яка працює при діапазоні тисків 50-200 кПа.
2. Обґрунтована схема, визначені параметри і розроблена конструкція напувалки, яка має об'єм 0,27 м³ з габаритними розмірами висота чаші 0,18 та діаметр чаші для дорослого поголів'я 0,25.
3. Визначено, на підставі теоретичних та практичних досліджень, час надходження води в напувалку, а саме: до п'яти літрів - один літр за 11 секунд, після 5 л. - цей час збільшується до 13 секунд.
4. Проводячи дослідження із тваринами - середня швидкість випивання одного літра води становить 12 секунд.
5. Запропонована система обліку води для тварин, в приміщеннях встановлено один груповий лічильник та манометр.

Перелік використаної літератури

1. Йосипів П.А., Конрад В.О. Якість води в тваринницькому підприємстві. Пропозиція №7 2009. – с. 25-27.
2. Машина та обладнання для тваринництва. Посібник-практикум. І.І.Ревенко, О.О.Заболотько та ін. - К.: Кондор, 2012. – 564 с.
3. Механізація доїння корів і первинної обробки молока на комплексах. А.І.Фененко, С.І.Москаленко. Л.В.Ремезов. Ю.О.Дробот. - К.: Урожай, 1981. – 136 с.
4. Механізація сільськогосподарського виробництва. Збірник наукових праць Національного аграрного університету, Том III, Київ, 1997. – 120 с.
5. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навчальний посібник для студентів вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації зі спеціальності "Механізація сільського господарства". І.І.Ревенко. В.Д.Роговий. В.І.Кравчук та ін.; За ред. І.І.Ревенка К.: Урожай, 1999. – 192 с.
6. Ліщинський С.П. Обґрунтування параметрів роботи доїльного апарата: Канд. дис. К.: 1982. – 184 с.
7. Машинне використання у тваринництві. Ревенко І.І., Заболотько О.О., Хмельовський В.С. За ред. І.І. Ревенка. - Ніжин.. ІПЧ Лисинько, 2015. - 238 с.
8. Монтаж і пусканалагодження фермської техніки / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.Д. Роговий та ін.; За ред. І.І. Ревенка.-К.: Кондор, 2004. - 400 с.
9. Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці у тваринництві / Навчальний підручник. - К.: Видавничий центр НУБІП України, 2015. – 503 С.
10. Брагінець Н.В., Палишкін Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства.-М.: Агропромиздат, 1991. - 191 с.
11. Гречкоєй В.Д. Довідник сільського інженера. – К.: Урожай, 1988. - 137 с.
12. Онищенко О.М., Юрчишин В.В. Сільське господарство, село і селянство України у дзеркалі пострадянської аграрної політики. Економіка України. 2006. № 1. С. 4—14.

13. Palei T. Assessing the Impact of Infrastructure on Economic Growth and Global Competitiveness. In: *Procedia Economics and Finance*, 2015. 23. P. 168–175.

14. Степанюк О. Тваринництво в Україні – відродження чи занепад? *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 11. С. 40–43.

15. Сільське господарство України 2018: статистичний збірник. К.: Державна служба статистики України, 2019. 235 с.

16. Ясинецький В.А., Єрмоленко В.О., Гарькавий А.Д. Зниження енергоспоживання у тваринництві. – К.: Урожай, 1989.- 136 с.

17. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І., Манько В.М., Чос М.М., Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. К.: Урожай, 1999. - 200 с.

18. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І., Машинновикористання у тваринництві. - К.: Урожай, 1999. - 208 с.

19. Ревенко І.І., Мозоленко Є.М., Чос М.М., Посібник майстра-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплексів. – К.: Урожай, 1992. - 264 с.

20. Загхей Б.І., Довідник слюсаря-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплектів. – Львів: Каменяр, 1984. - 160 с.

21. Тваринництво України 2019: статистичний збірник. К.: Державна служба статистики України, 2020. 157 с.

22. Tilman D, Fargione J, et al. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292: 281–284.

23. Тульчинська С.О., Кириченко С.О. Дослідження методичних підходів оцінки розвитку соціальної інфраструктури в регіонах. *Економічний вісник НТУУ "КПІ"*. Вип. 14. К.: Видавництво "Політехніка", 2017. С. 67–74.

24. Гнучкі гвинтові конвеєри: проектування, технологія виготовлення, експериментальні дослідження / Гевко І. Б., Лещук Р. Я., Гудь В. З., Дмитрів О. Р., Дубиняк Т. С., Навроцька Т. Д., Круглик О. А. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. – 208 с.

25. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябців В.І., Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.: Урожай, 1993. - 270 с.

26. Ясинецький В. Агро- 2009. Пропозиція №6 2009. – с. 32-37.

27. Лехман С.Д., Охорона праці і пожежна безпека. К.: Вища школа, 1983. – 168 с.

28. www.minagro.kiev.ua.

29. Йосипів П.А., Конрад В.О. Якість води в тваринницькому підприємстві. Пропозиція №7/2009. – с. 25-27.

30. Погорілець О.М., Волянський М.С., Войтюк В.Д. Гідропривід сільськогосподарської техніки. – К.: Вища освіта, 2004. - 368 с.

31. Машина та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. - 730 с.

32. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва. І.І.Ревенко, В.М.Манько, С.С.Зарайська та ін.; За ред. І.І.Ревенка - К.: Урожай, 1994. – 288 с.

33. Войналович О.В. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І., Кофто Д.Г. / - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 418.

34. Войналович О.В. Охорона праці у сільському господарстві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І. / - К.: Видавництво «Основа», 2014. - 176 с.

35. Машина та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. - 730 с.

36. Vasyl Khmelovskiy, Svitlana Rogach, Oksana Tonkha, Yuriy Rosamaha QUALITY EVALUATION OF MIXING FODDER BY MOBILE COMBINED UNITS. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering 18th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, Volume 18 May 22-24, 2019 Jelgava 2019. .P. 299 –305.

37. Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці у тваринництві / Навчальний підручник. - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 503 с.

38. Погорілець О.М., Волянський М.С., Войтюк В.Д. Гідропривід сільськогосподарської техніки. – К.: Вища освіта, 2004, - 368 с.

39. Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько та ін.; За ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1994. - 264 с.

40. Яснєцький В.А., Єрмоленко В.О., Гарькавий А.Д. Зниження енергозатрат у тваринництві. – К.: Урожай, 1989. - 136с.

41. Звіт виробничо-економічної діяльності господарства. - 2021. – 21 с.

42. Яснецкий В.А., Єрмоленко В.О., Гарькавий А.Д. Зниження енергозатрат у тваринництві. - К.: Урожай, 1989. - 136 с.

43. Славов В. П., Карасик Ю.М. Науково-технічний прогрес у молочному скотарстві. - К.: Урожай, 1992. - 200 с.

44. Амін Е. І., Воложар В. А. Підручник оператора машинного доїння корів. - К.: Вища школа, 1983 - 232 с.

45. Фененко А. І., Москаленко С. П. Механізація доїння корів і первинної обробки молока на комплексах. - К.: Урожай, 1981 - 136с.

46. Зубенко М. В., Ейснер Ф. Ф. Молочне скотарство. - К.: Урожай, 1988 – 240 с.

47. Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім.

Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с.

48. Ревенко І. І. та ін. Машиновикористання у тваринництві. - К.: Урожай, 1999 - 208 с.

49. Ревенко І. І., Роговий В. Д. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. - К.: Урожай, 1999. – 192 с.

50. Войтюк Д. Г., Дацишин О. В. та ін. Дипломне та курсове проектування. - К.: Урожай, 1996. – 192 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України
ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Планування експерименту та обробка результатів

Відомі кілька планів другого порядку з різними властивостями. Найбільш досконалими серед них є D-оптимальні плани (моделі), вони базуються на теорії спільних ефективних оцінок. Головна перевага D-оптимальних планів в тому, що вони передбачають варіювання досліджуваних факторів, зводячи узагальнену дисперсію до мінімуму.

Для проведення експерименту ми взяли матрицю практично D-оптимального плану з чотирьох факторів, яка дозволяє визначити коефіцієнти при квадратичних членах. Матриця плану експерименту, приведена в таблиці – це трирівневий план Бокса, порівняно з ортогональними і рототабельними планами, при тих же властивостях є більш економічним, щодо кількості дослідів. В зв'язку з цим, спрощується розроблення і виготовлення експериментальної установки, а також скорочується час проведення дослідів.

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{1x_2^2} + b_{2x_2^2} + b_{3x_3^2} + b_{4x_4^2}. \quad (4.1)$$

Кожній складовій рівняння відповідає свій стовпчик в повному плані ПФЕ.

Для використання рівняння у вигляді розрахункових формул, необхідно провести їх розкодування. Воно полягає в тому, що в рівняння замість x_i підставляють праву частину рівняння. Проте аналогічні перетворення можна виконати за формулами при перетворенні лінійних членів рівняння

$$b_{ixi} = \frac{b_i}{\varepsilon_i} X_i - \frac{b_i}{\varepsilon_i} X_{oi} \quad (4.2)$$

при перетворенні членів рівняння, в яких містяться взаємодії

$$b_{ijxixj} = \frac{b_{ij}}{\varepsilon_i \varepsilon_j} (X_i X_j - X_i X_{oj} - X_j X_{oi} - X_{oi} X_{oj}), \quad (4.3)$$

при перетворенні квадратних членів рівняння

$$b_{ijxi2} = \frac{b_{ii}}{\varepsilon_i^2} (X_i^2 - 2X_i X_{oi} + X_{oi}^2). \quad (4.4)$$

Результати експериментальних досліджень обробляли за методами математичної статистики та теорії ймовірності, з використанням програми EXCEL та Matchad. Вказані програми дозволяли за вихідними та одержаними експериментальними даними визначати середнє значення, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнти асиметрії та ексцесу, коефіцієнти кореляції між змінними параметрами, а також коефіцієнти регресії.

Загальну кількість дослідів повнофакторного експеримент підраховували за формулою:

$$N = 2^n, \quad (4.5)$$

де N – кількість дослідів;

n – кількість змінних факторів;

2 – кількість рівнів, змінних досліджуваних факторів.

Розрахунок коефіцієнтів регресії проводили за виразами

$$b_i = \frac{\sum x_{iu} y_u}{N}, \quad (4.6)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum x_{iu} x_{iu} y_u}{N} \quad (4.7)$$

де x_{iu} – значення змінної u відповідному стовпці плану експерименту ($x_{iu} = \pm 1$);

y_u – результат u – го дослідів;

N – кількість дослідів;

u – номер варіанту дослідів

i – номер фактора;

j – номер фактора, що відрізняється від i ;

Результати експерименту для кожної лінійки дослідів записували до таблиці.

Для кожного дослідів визначали:

середнє значення досліджуваного параметру

$$y = \frac{1}{M} \sum_{e=1}^m y_{ie} \quad (4.8)$$

де M – число повторювань дослідів;

y_{ie} – значення змінної отримане експериментально.

Перевірку гіпотези нормальності розподілення здійснювали, відносно характеристик асиметрії і ексцесу: при нормальному розподіленні вони повинні бути як найменшими. Про їх величину можна говорити при порівнянні з середньоквадратичними похибками, відповідно рівними для асиметрії S_a –

$$S_a = \sqrt{\frac{\sigma(N-1)}{(N+1) \cdot (N+3)}} \quad (4.9)$$

для ексцесу S_e –

$$S_e = \sqrt{\frac{24N(N-2) \cdot (N-3)}{(N-1)^2 - (N+3) \cdot (N+5)}} \quad (4.10)$$

де N – загальна кількість точок в плані матриці,

σ – середнє квадратичне відхилення.

Якщо одна із вказаних характеристик за абсолютною величиною в 2-3 рази перевищує свою середню квадратичну похибку, то нормальність закону розподілення перевіряють більш точно, наприклад, за критерієм “хі-квадрат”

Щоб оцінити відхилення отриманих значень критерію оптимізації від середнього значення, визначали дисперсію відтворення, за даними паралельних дослідів матриці плану в кожній точці, за формулою:

$$S_i^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{e=1}^m (y_{ie} - y_i)^2 \quad (4.11)$$

де m – число повторностей дослідів;

S – дисперсія;

i – порядковий номер дослідів;

y – середнє арифметичне значення коефіцієнту регресії.

До основних вимог регресивного аналізу відноситься однорідність дисперсії.

Оцінку однорідності дисперсії при однаковому числі паралельних дослідів

проводили за допомогою критерію Кохрена, котрий базується на законі розподілення відношень максимальної дисперсії $S_{i \max}^2$ до суми всіх дисперсій:

$$G_{\max} = \frac{S_{i \max}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2}, \quad (4.12)$$

Якщо значення G_{\max} буде меншим за табличне, то гіпотеза про однорідність дисперсій підтверджується.

Перевірку адекватності отриманої моделі проводили за допомогою F – критерію Фішера, який дорівнює відношенню \max дисперсії до \min дисперсії. Фактичне значення критерію не повинно перевищувати табличне