

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення системи водопостачання тваринницької ферми з розробкою механізмів насосної станції

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Богой Т. В.</u> (підпис)	<u>Богой Т. В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Довбуш Т. А.</u> (підпис)	<u>Довбуш Т. А.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Сташків М. Я.</u> (підпис)	<u>Сташків М. Я.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Бабій А. В.</u> (підпис)	<u>Бабій А. В.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Гевко І. Б.</u> (підпис)	<u>Гевко І. Б.</u> (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Богою Тарасу Вячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення системи водопостачання тваринницької ферми з розробкою механізмів насосної станції

Керівник роботи Довбуш Тарас Анатолійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Розрахунок водопостачання ферми на 2000 голів свиней з вдосконаленням системи водопостачання.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз відомих технологій водопостачання.

2. Технологічні розрахунки, визначення об'єму води для постачання свиноферми.

3. Проектна частина.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1,2. Генеральний план свиноферми на 2000 свиней; 3. Початкова версія вертикального

гвинтового насосу; 4. Схематизація основних конструктивних параметрів модернізованого

шнекового насосу; 5. Епюра вала шнека, який працює на кручення; 6. Розрахунок вала шнека

на жорсткість.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф. МТ		

7. Дата видач завдання

24 січня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Аналіз відомих технологій водопостачання	до 20.02.2024	
2	Технологічні розрахунки, визначення об'єму води для постачання свиноферми	до 30.03.2024	
3	Проектна частина	до 30.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	до 12.05.2024	
5	Вступ, Загальні висновки	до 30.05.2024	
6	Ілюстративна частина	до 10.06.2024	

Студент

_____ (підпис)

Богой Т. В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Довбуш Т. А.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Богой Тарас Вячеславович

Тема роботи – «Вдосконалення системи водопостачання тваринницької ферми з розробкою механізмів насосної станції. Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Довбуш Тарас Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Мета роботи – удосконалення системи водопостачання тваринницької ферми з розробкою механізмів насосної станції з метою підвищення ефективності.

Завдання

Дати характеристика водопостачання, водопроводів, насосів та поїлок для свиней.

Розрахувати об'єм води, який необхідний для свиноферми на 2000 свиней та підібрані резервуари для чистої та технічної води.

Дати рекомендації для підбору насосів, щоб покращити ефективність роботи ферми.

Провести технічні, конструктивні та енергетичні розрахунки насосів.

Визначити кінематичні, технічні та енергетичні параметри спроектованого насоса.

Об'єктом дослідження – системи водопостачання тваринницьких ферм.

Предметом дослідження – методи та засоби модернізації та оптимізації систем водопостачання, включаючи розробку інноваційних механізмів насосної станції.

Практичне завдання – розробка шнека для подачі води.

Структура роботи. Робота складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань 21, додатки на 2 сторінках. Загальний обсяг текстової частини – 47 сторінок, на яких є 14 рисунків та 2 таблиці.

Ключові слова: Водопостачання, удосконалення водопостачання, насос.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Аналіз відомих технологій водопостачання.....	11
1.1. Якість води.....	6
1.2. Джерела води та пристрої для її подачі.....	7
1.3. Водопроводи.....	9
1.4. Насоси для постачання води.....	13
1.5. Напувалки для свиней.....	15
1.6. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра	17
2. Технологічні розрахунки, визначення об'єму води для постачання свиноферми.....	18
2.1. Розрахунок добової норми води на свинофермі.....	18
3. Проектна частина.....	22
3.1. Технологічний та енергетичний розрахунок типового вертикального шнекового насосу.....	22
3.2. Обґрунтування параметрів модернізованого вертикального гвинтового насосу.....	28
3.3. Розрахунок вала шнека.....	33
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	37
4.1. Організація робіт по техніці безпеки та охороні праці.....	37
4.2. Санітарно-гігієнічні вимоги до догляду за тваринами	39
Загальні висновки.....	44
Перелік використаних джерел.....	45
Додатки.....	48

ВСТУП

Вода, будучи основним джерелом життя, відіграє важливу роль в сільському господарстві, зокрема, в тваринництві. Потреби худоби у воді в десятки разів перевищують потреби населення.

Механізація водопостачання знижує трудовитрати, сприяє підвищенню продуктивності і створенню необхідних санітарно-гігієнічних умов в тваринницьких приміщеннях і дотриманню правил пожежної безпеки.

Забезпечення безперебійного та ефективного водопостачання є критично важливим фактором для успішного функціонування сучасних тваринницьких ферм. Якість та доступність води безпосередньо впливають на здоров'я, продуктивність та добробут тварин, а отже, визначають економічну ефективність підприємства в цілому.

Дослідження зумовлена зростаючими вимогами до продуктивності та якості продукції тваринництва, що в свою чергу, ставить високі стандарти до технологій та інфраструктури ферм. Недостатня ефективність або ненадійність систем водопостачання може призвести до значних економічних втрат, спричинених зниженням продуктивності тварин, збільшенням витрат на лікування та ветеринарний супровід, а також ризиками виникнення епідеміологічних ситуацій.

1.АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПОСТАЧАННЯ

1.1. Якість води

Вода на тваринницьких фермах використовується для напою тварин, приготування кормів, обробки молока, миття посуду, тому вона повинна бути вільна від шкідливих речовин і бактерій [7-13].

Вода, що використовується для напою тварин та інших технологічних процесів на фермах, повинна бути чистою, прозорою, без кольору і запаху, та не містити шкідливих речовин або бактерій. Якість води регулюється стандартами, які визначають допустимі значення її фізичних, хімічних і бактеріологічних властивостей.

Для перевірки якості води проводять аналізи. Під час фізичного аналізу води визначають температуру, мутність, колір, смак та запах

За допомогою хімічного аналізу визначають вміст у воді різних хімічних елементів (кальцію, магнію, заліза, марганцю та ін.).

Необхідний аналіз на вміст певного типу бактерій.

Аналізи проводять у лабораторіях. Висновок про придатність води для господарсько-питних потреб дають органи санітарної інспекції. Якщо вміст шкідливих домішок і бактерій перевищує допустимі норми, воду піддають спеціальній обробці. Наведені вимоги до якості води у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вимоги до якості води

Показник	Інтервал	Норма
Запах і присмак за температури 20 °С, бал	0 – 5	2
Кольоровість, град	0 – 100	< 20
Загальна кількість бактерій в 1 мл нерозбавленої води	10 – 1500	100
Середня кількість кишкової палички в 1 л води	0 – 10	3

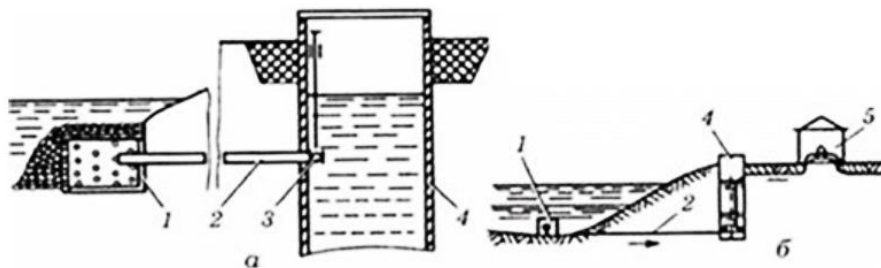
1.2. Джерела води та пристрої для її подачі

Для водопостачання тваринницьких ферм можуть використовуватися відкриті (поверхневі) джерела, такі як річки, озера, водосховища та канали, а також безнапірні і знаходяться під тиском стічні води (рис. 1.1).

Підземні води, в свою чергу, поділяються на підземні і міжпластові. ґрунтові води розташовані вище 1-го гідроізоляційного шару і характеризуються недостатнім тиском, постійними коливаннями рівня і ризиком забруднення різними речовинами. Вода між пластами знаходиться між 2-ма гідроізоляційними шарами (напірним і ґрунтовим).

Забір води з поверхневих джерел здійснюється спеціальними береговими або водозабірними спорудами водних шляхів. Вони розташовуються нижче за течією річки, обов'язково над населеними пунктами і виробничими об'єктами.

Шахтні або трубчасті колодязі (свердловини) використовуються для забору води з підземних джерел.

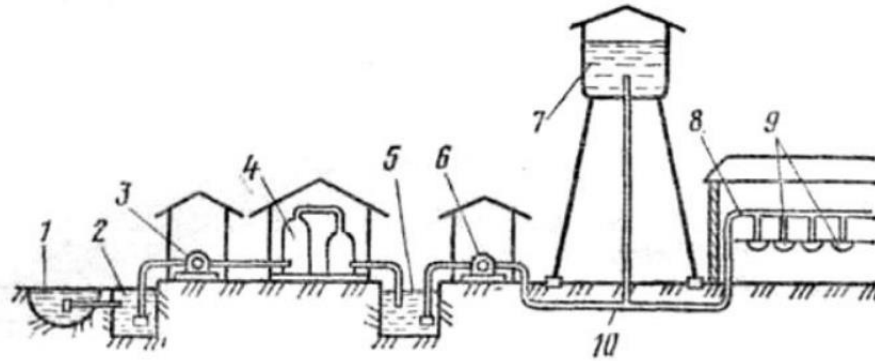


1-водозабір; 2-самопливний трубопровід; 3-засувка; 4-берегова свердловина;
5-насосна станція.

Рисунок 1.1 - Схема забору води берегового типу (а) і каналного типу (б) з поверхневих джерел

Загальна схема механізованого водопостачання складається з джерела, водозабірної споруди, насосної станції, напірно-регулюючого пристрою, зовнішнього і внутрішнього водопроводів. Наведений типовий приклад схеми автоматизованого водопостачання (рис. 1.2). У деяких випадках механізована

схема водопостачання доповнюється фільтрами або спорудами для очищення води, пристроями для її хлорування і пом'якшення, ємністю для води. Вода подається тваринам з відкритих і закритих джерел по водопроводах.



1 - джерело води; 2 - водозабірна структура; 3 - насосна станція першого підйому води; 4 - очисна споруда; 5 - резервуар для чистої води; 6 - насосна станція другого підйому; 7 - водонапірна споруда; 8 - внутрішній водопровід; 9 - наповнювач; 10 - зовнішній водопровід.

Рисунок 1.2 – Схема автоматизованого водопостачання

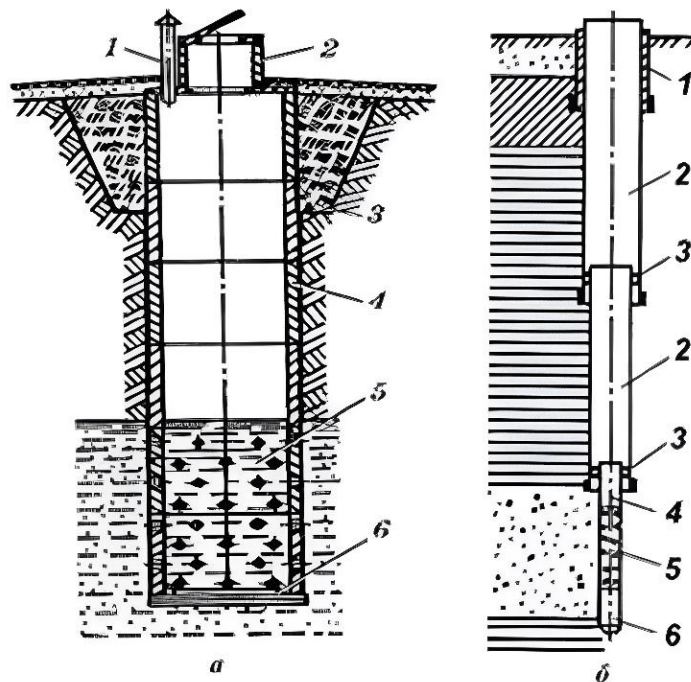
Шахтні колодязі влаштовуються для водозабору підземних вод глибиною 30-40м, що складаються з водозабірної секції з фільтром з гравію, стовбурів і оголовків. Для захисту від забруднення повітря навколо оголовка встановлюють глиняний замок шириною і глибиною не менше 1м. Шахту роблять квадратної або круглої форми. На дно колодязя поміщають фільтр з піску і гравію. Шахти добре працюють таким чином. Якщо зі свердловини не відбирати воду, то її рівень знаходиться на рівні ґрунтових вод, що називається статичним.

При відкачуванні води її рівень в свердловині знижується, і в залежності від витрати і припливу прісної води встановлюється рівень, званий динамічним. Кількість води, що надходить в свердловину за одиницю часу, називається дебітом джерела.

Свердловина являє собою круглу шахту, закріплену сталевим обсадною трубою. У нижній її частині встановлений фільтр, через який вода надходить в

свердловину. Фільтр запобігає обваленню гірських порід або потраплянню піску в свердловину.

По конструкції робочої частини фільтр ділиться на сітчастий, дротяний, щілинний і гравійний. Якщо водоносний горизонт складається з твердих порід з тріщинами, то фільтр не встановлюється, а вода надходить безпосередньо зі свердловини.



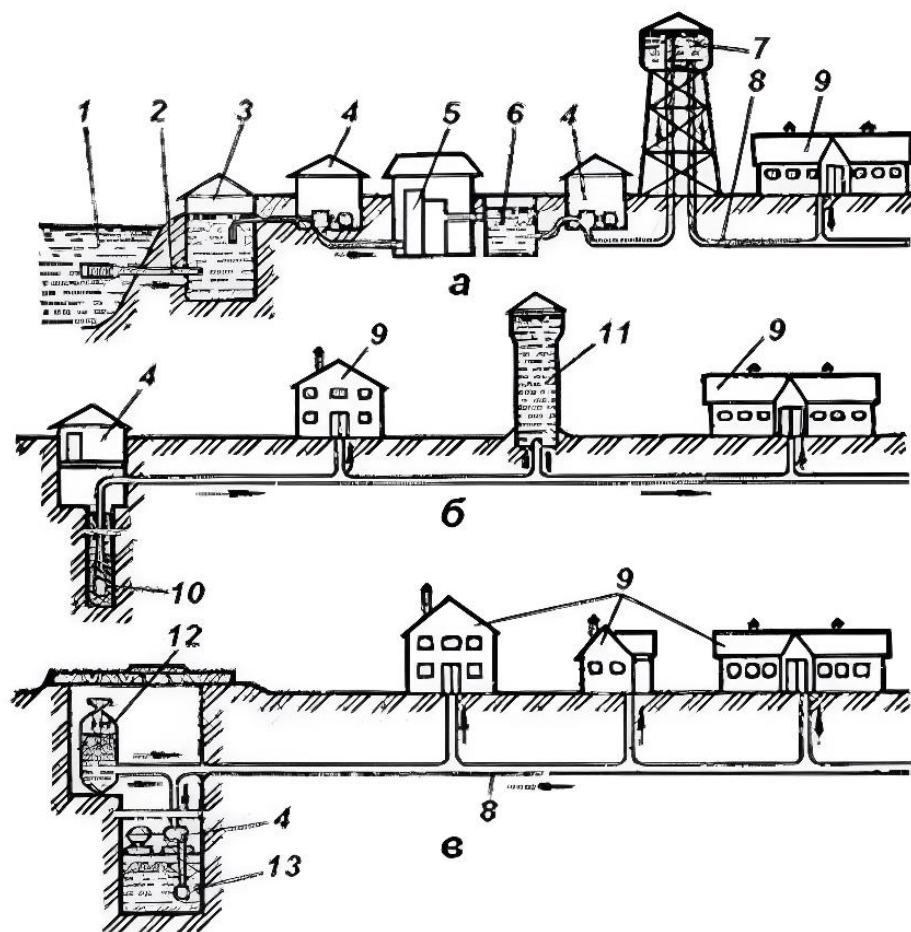
- а) шахтного типу: 1-вентиляційна труба; 2-оголовок; 3-глиняний затвор; 4-Шахта; 5-водоприймальні елементи; 6-фільтр;
- б) трубчатого типу: 1 направляюча втулка; 2 обсадна труба; 3 ущільнення; 4-трубка суперфільтр; 5-фільтр; 6-піддон.

Рисунок 1.3 - Структурна схема свердловини.

1.3. Водопроводи

Водопроводи поділяються на напірні і самопливні. Водопровід або водопровід - це комплекс інженерних споруд, призначених для прийому води з джерел, її очищення і передачі до місць споживання. Водопровідна система (водопровід) може включати в себе наступні елементи: водозабірну споруду, за

допомогою якої здійснюється забір води з джерела: водопідйомники (насосні станції), що подають воду до місць її очищення і споживання; очисні споруди для поліпшення якості води; водонапірна вежа і резервуари, які грають роль регулюючих і резервних резервуарів; водопровід і водопровідна мережа, які служать для транспортування води до місць споживання і її розподілу; водозабірні пристрої та обладнання для напування тварин.



а) з відкритих водойм; б, в) відповідно з трубчастих і шахтних колодязів;

1-резервуар; 2-водозабірний пристрій; 3-береговий колодязь;

4-Насосна станція; 5-станція водопідготування; 6-резервуар для очищеної

води; 7-резервуар для води;

8-водопровідна мережа; 9-обладнання для водоспоживання; 10-вибурена свердловина; 11-Водонапірна вежа; 12-резервуар для повітряно-водняний;

13-стовбур свердловини.

Рисунок 1.4 – Схема подачі води при водозаборі

Основна схема припливу водопостачання: вода з поверхневого джерела води через водозабір і самопливна труба самопливом надходить в приймальну свердловину, звідки подається насосами насосної станції першого підйому на очисні споруди. Після очищення та дезінфекції вода збирається в резервуар для чистої води. Потім насоси насосної станції другого підйому подають воду по водопроводу до водонапірної вежі. Далі вода надходить у водонапірну мережу, яка розподіляє воду споживачам. Така схема водопостачання є одним з можливих варіантів. Залежно від місцевих природних умов і характеру водоспоживання, рельєфу місцевості та інших умов вона може змінюватися. У тваринництві найбільш поширеними є напірні водопроводи з водонапірною баштою або з безбаштовою водопідйомною установкою.

Руслові водозабори використовуються в тих випадках, коли забір води здійснюється з середньої частини річки, яка має пологі береги і невелику глибину. Прибережні водозабори використовують, коли біля берега річки є достатня глибина і стійкий ґрунт.

Шахтні і трубчасті колодязі використовуються для забору води з підземних джерел.

Шахтні колодязі зазвичай споруджують при виявленні ґрунтових вод на глибині не більше 40 м. Така свердловина являє собою вертикальну виробку, врізану у водоносний шар, і складається з шахти, водозабору і оголовка. Шахта виконана з квадратного перетину зі стороною 1... 3 м або круглі діаметром 1... 3 м. Для кріплення стінок шахти використовують дерево, камінь, бетон, залізобетон, цегла. Для вентиляції колодязя використовується труба. Дебіт шахтних колодязів часто визначається за допомогою насосів.

Трубчасті свердловини використовуються для забору ґрунтових вод на глибині до 150 м, а іноді і глибше. Така свердловина являє собою глибоку пробурену свердловину діаметром до 350 мм. Стінки свердловини закріплюються обсадними трубами, які захищають свердловину від обвалення і перекривають водоносні шари, розташовані над експлуатованим водоносним шаром. Водопідйомне обладнання розміщується всередині трубної колони.

Трубчастий колодязь включає в себе водозабір, шахту і оголовок. Водозабірна частина (фільтр) заглиблена у водоносний шар. Він складається з надфільтруючої труби, фільтруючої частини і відстійника. Патрубок з'єднує фільтр з нижнім кожухом. Місце з'єднання герметизується сальником.

Трубчасті колодязі оснащуються щільними, сітчастими, гравійними або блоковими фільтрами. Тип фільтра вибирають в залежності від гранулометричного складу водоносних порід. У стійких породах з тріщинами влаштовують безфільтруючі трубчасті колодязі, в яких вода з водоносного шару стікає безпосередньо в нижню частину колодязної шахти.

Насосні станції призначені для підйому води з водозабірної споруди, передачі її напірним апаратам і через них споживачам. Насосні станції поділяються на станції першого і другого підйому. Станції першого підйому використовуються в тих випадках, коли вода джерела потребує очищення.

Основними робочими органами насосних станцій є насоси і водопідйомники.

Насоси - це гідравлічні машини, призначені для підйому, перекачування і переміщення рідини.

За принципом роботи насоси поділяються на такі основні групи:

лопаті (відцентрова, діагональна і осьова), в якій рідина переміщається під дією обертової крильчатки, оснащеної лопатями;

об'ємні насоси (об'ємні насоси), до яких відносяться поршневі і роторні насоси (гвинтові, шестеренчасті, шибєрні насоси і т.д.);

струменеві (ежектори), в яких енергія іншого потоку рідини використовується для подачі рідини.

Гідропідйомники використовуються наступних видів:

повітряні (ерліфти і пневматичні змінні насоси), в яких для підйому води використовується стиснене повітря;

гідравлічні тарани (гідротарани), в яких вода перекачується тиском, що виникає при гідрударі;

стрічка і шнур, засновані на змочуванні безперервно рухомої стрічки (шнура) водою.

1.4. Насоси для постачання води

Відцентрові насоси (рис. 1.5) широко використовуються в сільськогосподарському водопостачанні. Вони прості за конструкцією, надійні і зручні в експлуатації. Відцентрові насоси використовуються для подачі води з відкритих джерел, шахтних і трубчастих колодязів. При обертанні крильчатки вода, що захоплюється лопатями, починає обертатися разом з колесом і під дією відцентрової сили викидається з центру колеса на периферію і далі по напірному трубопроводу в водопровід.

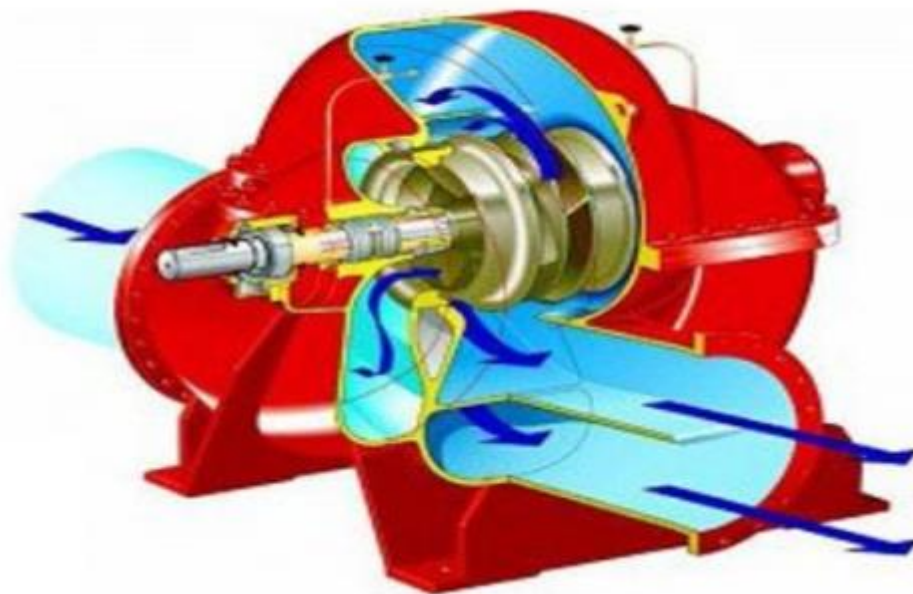


Рисунок 1.5 – Схема роботи відцентрового насосу

Комбіновані відцентрово-вихрові насоси є більш досконалішими. Вони складаються з двох робочих коліс, одна з яких така ж, як і відцентровий насос, інша - вихрова. Колеса з'єднані послідовно в одному корпусі. Відцентрово-

вихрові насоси є самовсмоктувальними, їх ККД вище, ніж у вихрових насосів. Вони широко використовуються в автоматизованих насосних станціях для підйому води з відкритих джерел і шахтних колодязів.



Рисунок 1.6 – Схема відцентрово-вихрового насосу

Осьові (пропелерні) насоси призначені для подачі великих дебітів при відносно низьких напорах. Крильчатка має 2-3 лопаті (частіше 4 лопаті). Рідина в насосі рухається в осьовому напрямку і набуває обертальний рух, коли відривається від лопатей. Вирівнювання потоку рідини забезпечується направляючою лопаткою. Лопаті можуть обертатися щодо осі, що змінює кут атаки.

Об'ємні насоси перетворюють енергію двигуна в енергію води, що переміщується за допомогою витіснювального пристрою - поршня, плунжера, гвинта, повітря, зуби шестерні і так далі, тобто принцип їх роботи заснований на періодичній зміні обсягу робочої камери. Залежно від типу основного робочого органу об'ємні насоси називають поршневими, плунжерними, гвинтовими, мембранними, шестеренчастими насосами і так далі. Їх основне призначення - подача води з шахтних колодязів і свердловин.

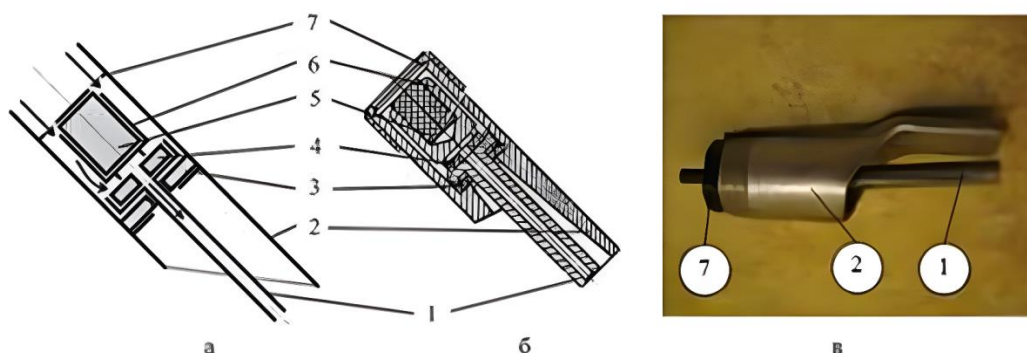
Водоструминні установки використовуються для забору води з трубчастих і шахтних колодязів. Принцип роботи гідроабразивної установки: відцентровий насос подає частину води (робочої води) через напірний патрубок

до патрубку гідро абразивного насоса. Звідти він з великою швидкістю надходить в камеру змішування, в якій створюється розрідження і вода з джерела всмоктується і змішується з робочою водою. Потім змішаний потік проходить через дифузор, де тиск збільшується (за рахунок зменшення швидкості потоку) до кількості, необхідної для підйому води по трубі до рівня, від якого може працювати відцентровий насос.

1.5. Напувалки для свиней

Для напування свиней використовуються автоматичні насоси чашкового і не чашкового типу(соски-ніпелі).

Без камерна ніпельна поїлка PBS-1а встановлюється в свинарниках для групового або індивідуального утримання тварин на вигул і за допомогою машин. одна поїлка розрахована на 25-30 голів свиней. Поїлка складається (рис.1. 7) з корпусу 2, ніпеля1, ущільнювальної прокладки 3 і 4 і клапана 6. Вона повинна бути встановлена з нахилом (45 градусів) так, щоб носик корпусу знаходився над соскою.

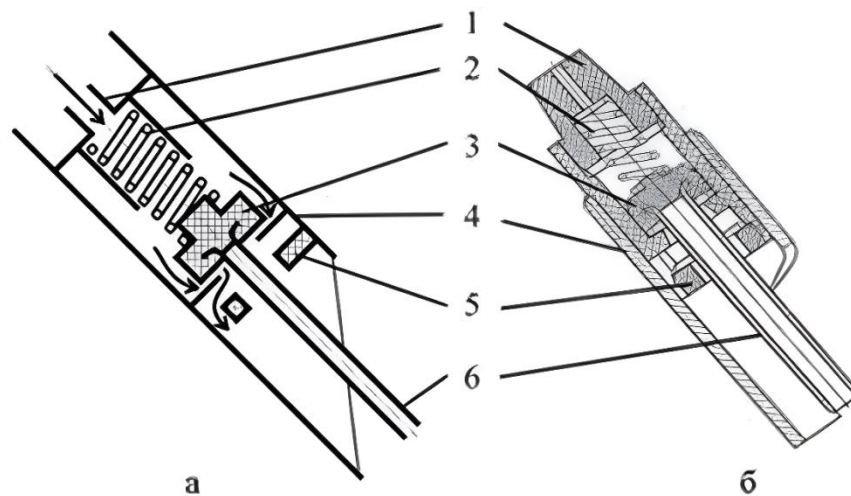


1-ніпель; 2-корпус; 3, 4-ущільнювальна прокладка; 5-амортизатор;
6-клапан; 7-обмежувач.

Рисунок 1.7 – Конструктивна і функціональна схема чаші для напоювання свиней PBS – 1а(а), конструкція(б) і загальний вигляд (в)

Поїлка влаштована так, що тварина захоплює ротом сосок 2 разом з корпусом поїлки 1 і стискає їх. Ніпель 1 перекошений до корпусу 2 і клапана 6. В цьому випадку між клапаном 6 і прокладкою 4 утворюється зазор, через який вода під тиском надходить в ротову порожнину тварини в осьовий канал подачі ніпеля. Коли тварина відпускає соску під дією амортизатора, клапан повертається у вихідне положення і перекриває відтік води.

Соскова напувалка для молодняку типу АС-Ф-25 наведена на рисунку 1.8



1 – пробка; 2 – пружина; 3 – сидло соски; 4 – корпус; 5 – диск; 6 – трубка соски.

Рисунок 1.8 - Схема напувалки АС-Ф-25 (а) та її будова (б)

Напувалки чашкового типу моделі МР 8, МР 10, 92R (рис. 1.9)



Рисунок 1.9 – напувалка МР 8

1.6. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра

Метою виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення водопостачання тваринницької ферми з удосконаленням шнекового насосного механізму.

На свинофермах постачання води є однією із важливих питань, оскільки вода необхідна не тільки для потреб худоби, але й для технічних потреб. Тому зменшення собівартості викачування води і поділу її на питну, яка знаходиться у шарах землі на глибині 50-300м, та технічну воду, яку можна брати з водойм, ставків і поверхневі води.

Саме для технічної води запропонована економічна конструкція шнекового насоса.

Запропонована конструкція модернізованого шнекового насоса показана на рисунку 1.10

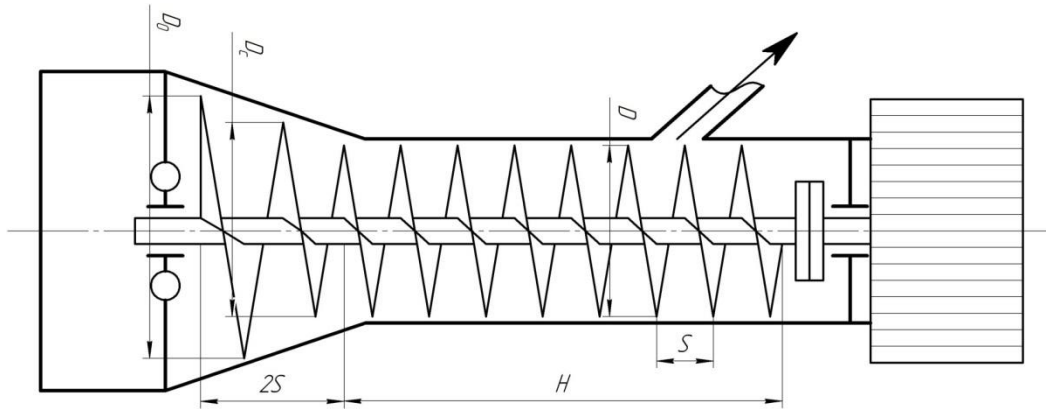


Рисунок 1.10. Схематизація основних конструктивних параметрів модернізованого шнекового насоса.

D – діаметр початкової спіралі; D_c – середній діаметр модернізованої спіралі; D_0 – початковий (найбільший) діаметр модернізованої спіралі.

Тому тема кваліфікаційної роботи має назву «Вдосконалення системи водопостачання тваринницької ферми з розробкою механізмів насосної станції».

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ ВОДИ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ СВИНОФЕРМИ

2.1. Розрахунок добової норми води на свинофермі

У господарстві утримуються різні групи свиней: свиноматки, молоді свині, свині. Всього на фермі утримується 2000 голів свиней. Господарство має наступну структуру:

Таблиця 2.1 - Структура поголів'я свиней на фермі

Групи тварин	Голів на стадо	% стада
Свині, всього голів:	2000	100
Включаючи:		
свиноматки	100	5
молоді свині	900	45
свині	1000	50

Розрахунок води для напування тварин, технологічні схеми, протипожежний резерв.

Потреба в напуванні тварин

$$Q_{\text{ср.доб.}} = (m_1 q_1) + (m_2 q_2) + (m_3 q_3) \quad (2.1)$$

де m_1 – кількість свиноматок (15л);

m_2 – кількість молодих свиней (8л);

m_3 – кількість свиней(12л);

q_1 – середнє добове споживання води свиноматок;

q_2 – середнє добове споживання молодих свиней;

q_3 – середнє добове споживання свиней самців;

$$Q_{ср.доб.} = (100 * 15) + (900 * 8) + (1000 * 12) = 242000 \text{ л/доб.}, \text{ або} \\ 242 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

У зв'язку з нерівномірним споживанням води тваринами, ми визначаємо максимальне добове, годинне та вторинне споживання.

$$Q_{ч.мах.доб.} = Q_{ср.доб.} \cdot a_1; \quad (2.2)$$

де a_1 – коефіцієнт втрати води, $a_1=1,3$,

$$Q_{ч.доб.} = 242 \cdot 1,3 = 315,9 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

Витрата води за годину

$$Q_{ч.мах.год} = \frac{Q_{ч.мах.доб.} \cdot a_2}{24 \text{ год}}; \quad (2.3)$$

де a_2 – коефіцієнт нерівномірності використання води $a_2=2,5$,

$$Q_{ч.мах.год.} = \frac{315,9 \cdot 2,5}{24} = 32,906 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата чистої води за секунду

$$Q_{ч.мах.сек} = \frac{Q_{ч.мах.год}}{3600 \text{ с}}; \quad (2.4)$$

$$Q_{ч.мах.сек.} = \frac{32,906}{3600} = 0,00914 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Кількість води санітарно-гігієнічних цілей.

$$Q_{техн.} = (m_1 c_1) + (m_2 c_2) + (m_3 c_3) \quad (2.5)$$

де q_1 – середньодобова кількість води для прибирання, гноєвідведення приміщення свинарника для свиноматок;

q_2 – середньодобова кількість води для прибирання, гноєвідведення приміщення свинарника для свиней;

q_3 – середньодобова кількість води для прибирання приміщення свинарника для самців;

$$Q_{техн.доб} = (100 * 10) + (900 * 5) + (1000 * 8) = 446000 \text{ або } 446 \text{ м}^3$$

Аварійний запас пожежогасіння ($Q_{П.З.}$) визначається виходячи з тривалості гасіння пожежі протягом 20 хвилин від пожежних гідрантів інтенсивністю 10 л/с, $Q_{П.З.}=12 \text{ м}^3$.

Загальний добовий запас технічної води розраховується за формулою:

$$Q_{доб.} = Q_{техн.} + Q_{П.З.} \quad (2.6)$$

$$Q_{доб.} = 446 + 12 = 458 \text{ м}^3$$

Визначення обсягу резервуара для технічної і чистої води.

$$V_{техн.бака} = 0,2(Q_{техн.}) + Q_{П.З.} + \frac{2(Q_{техн.})}{24}, \quad (2.7)$$

$$V_{техн.бака} = 0,2(446) + 12 + \frac{2(458)}{24} = 140 \text{ м}^3$$

$$V_{чист.бака} = 0,2(Q_{ч.доб.}) + \frac{2(Q_{ч.доб.})}{24}, \quad (2.8)$$

$$V_{чист.бака} = 0,2(315,9) + \frac{2(315,9)}{24} = 89,5 \text{ м}^3$$

Витрата технічної води за годину

$$Q_{\text{техн.мах. год}} = \frac{Q_{\text{техн.мах.доб}} \cdot a_2}{24 \text{ год}} \quad (2.3)$$

де a_2 – коефіцієнт нерівномірності використання води $a_2=2,5$,

$$Q_{\text{техн.мах. год}} = \frac{458 \cdot 2,5}{24} = 47,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата чистої води за секунду

$$Q_{\text{техн.мах. сек}} = \frac{Q_{\text{техн.мах. год}}}{3600 \text{ с}} \quad ; \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{техн.мах. сек}} = \frac{47,7}{3600} = 0,01325 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Отже для чистої води приймаємо Насос відцентровий ВР-4 1,1 кВт SAER (32,0 м³/год) трифазний.

А для технічної води будемо використовувати промислових вертикальний гвинтовий насос НЖН із подальшою його модернізацією.

Розроблений генеральний план ферми на відгодівлю 2000 свиней (додаток А).

3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічний та енергетичний розрахунок типового вертикального шнекового насосу

Гвинтові насоси виконують більшу частину відповідальної роботи з перекачування технічної води. Ми аналізуємо роботу серії промислових вертикальних гвинтових насосів НЖН (рис.3.1).

Вертикальний шнековий насос – це високошвидкісний механізм. Рух води в основному відбувається за рахунок відцентрової сили, яка штовхає стінки корпусу і переміщається вгору. Робота вертикального шнекового насоса можлива, принаймні, при постійній швидкості обертання шнека. 2,8 м/с [3-5]. Рекомендована швидкість від 2,8-6 м/с.

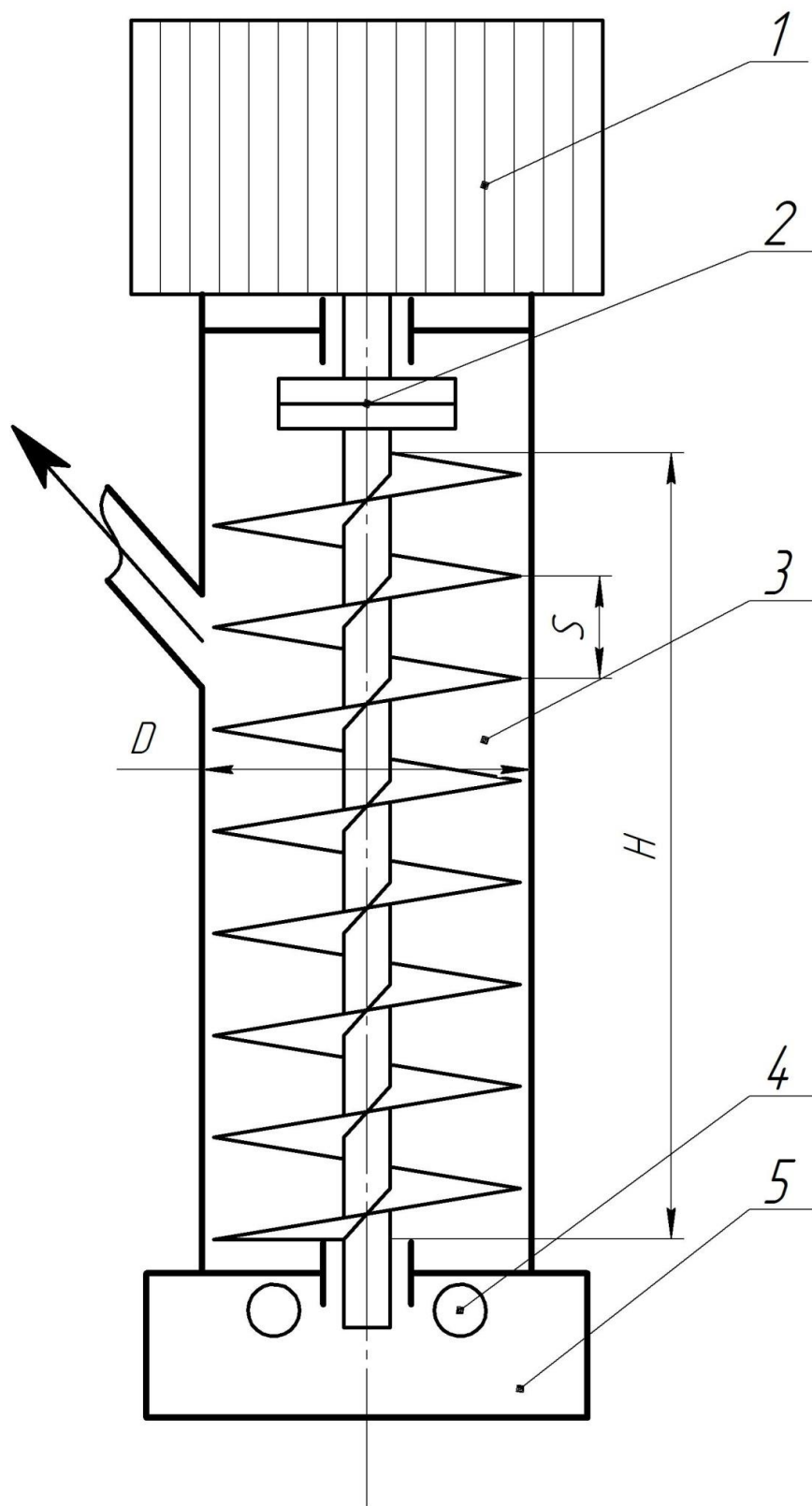


Рисунок 3.1. Принципова схема вертикального гвинтового насоса

1-електродвигун; 2-муфта; 3-гвинт; 4-отвір для подачі води;

5-Опора; 6-патрубок для відводу води.

Використовуємо наступну формулу для визначення продуктивності вертикального гвинтового насоса:

$$Q = \frac{3600 \cdot \pi (D^2 - d^2) \cdot V_n \cdot \psi \cdot \gamma}{4} \text{ т/год,} \quad (3.1)$$

де D – зовнішній діаметр шнека, $D=0,2$ м;

d – діаметр вала шнека, $d=0,06$ м;

V_n – швидкість вертикального переміщення води;

ψ – коефіцієнт заповнення шнекового кожуха для вертикального шнека, ми приймаємо $\psi=0,8$;

γ – об'ємна вага вантажу $\gamma=1,00$ т/м³ [1,5].

Крок шнека визначається за формулою:

$$S = (0,75 \div 1,25)D = (0,75 \div 1,25) \cdot 0,2 = 0,15 \div 0,25 \text{ м,} \quad (3.2)$$

$S=0,15$ м.

Кут підйому спіралі по з діаметру D шнека

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi D} = \frac{0,15}{\pi \cdot 0,2} = 0,239, \quad (3.3)$$

Підставимо і знайдемо кут

$$\alpha = \operatorname{arctg}(0,239) = 13,4^\circ.$$

Мінімальна швидкість обертання приводного валу вертикального гвинтового насоса [6]:

$$n_{\min} = 13,5 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi_2)}{d \cdot \sin \varphi_2}}, \text{ об/хв.,} \quad (3.4)$$

де φ_2 – кут тертя води об поверхню матеріалу обертального шнека;

α_0 – кут підйому спіралі по діаметру d шнека.

Коефіцієнт тертя води до 97 % приймаємо $f_2=0,4$, тоді $\varphi_2 = \arctg(0,4) = 21,8\%$;

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi d} = \frac{0,15}{\pi \cdot 0,06} = 0,796,$$

$$\alpha_0 = \arctg(0,796) = 38,5^\circ.$$

$$n_{\min} = 13,5 \cdot \sqrt{\frac{9,81 \cdot \sin(38,5^\circ - 21,8^\circ)}{0,06 \cdot \sin 21,8^\circ}} = 158 \text{ об/хв.}$$

Відповідно до рекомендацій [5], результуюча мінімальна частота обертання повинна бути збільшена, ми приймаємо $n_{\min.np} = 300$ об/хв., отримаємо

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\min.np}}{30} = \frac{\pi \cdot 300}{30} = 31,4 \text{ с}^{-1}. \quad (3.5)$$

Вертикальна швидкість води

$$V_n = n_{\min.np} \cdot S = 300 \cdot 0,15 = 45 \text{ м/хв} = 0,75 \text{ м/с}. \quad (3.6)$$

Підставляючи ці характеристики в рівняння (3.1), визначається продуктивність насоса.

$$Q = \frac{3600 \cdot \pi (0,2^2 - 0,06^2) \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{4} = 62,342 \text{ т/год.}$$

Потужність високошвидкісного гвинтового насоса, яка витрачається на транспортування води, визначається за такою формулою [5]:

$$N = N_1 + N_2, \quad (3.7)$$

де N_1 – це потужність використовується для подолання тертя води, що виникає між гвинтом і поверхнею корпусу;

N_2 – потужність, що використовується для підйому і тертя води, що виникає на поверхні шнека.

$$N_1 = \frac{F_g \cdot f_2 \cdot V_a}{102}, \text{кВт} \quad (3.8)$$

де F_g – сила відцентрова,

$$F_g = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot H \cdot \omega_g^2 \cdot (D^3 - d^3) \cdot \psi}{12 \cdot g}, \text{кг} \quad (3.9)$$

де γ – питома вага води, 1000 кг/м³;

H – висота підймання води, $H=10$ м.

ω_g – кутова швидкість обертального руху води.

$$\omega_g = 2 \cdot V_n \frac{\text{tg} \varepsilon}{D}; \quad (3.10)$$

$$\text{tg} \varepsilon = \left(\frac{\text{tg}(\alpha + \varphi_2)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{\text{tg}(\alpha + \varphi_2)}{2} \right)^2 + \frac{g \cdot D \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_2)}{2 \cdot f_2 \cdot V_n^2}}. \quad (3.11)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \left(\frac{\operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{\operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right)^2 + \frac{9,81 \cdot 0,2 \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2 \cdot 0,4_2 \cdot 0,75_n^2}} = 2,544,$$

$$\varepsilon = \operatorname{arctg}(2,544^\circ) = 68,5^\circ.$$

V_a – абсолютна швидкість води

$$V_a = \frac{V_n}{\cos \varepsilon} = \frac{0,75}{\cos 68,5^\circ} = 2,05 \text{ м/с.}$$

$$\omega_\varepsilon = 2 \cdot 0,75 \cdot \frac{2,544}{0,2} = 19,08 \text{ с}^{-1};$$

$$F_\varepsilon = \frac{\pi \cdot 1010 \cdot 1 \cdot 19,08^2 \cdot (0,2^3 - 0,06^3) \cdot 0,8}{12 \cdot 9,81} = 28,0 \text{ кг};$$

$$N_1 = \frac{28,0 \cdot 0,4 \cdot 2,05}{102} = 0,225 \text{ кВт.}$$

$$N_2 = \frac{F'_0 \cdot R_{\text{cep}} \cdot (\omega - \omega_\varepsilon) + F''_0 \cdot R \cdot (\omega - \omega_\varepsilon)}{102}, \quad (3.12)$$

$$F'_0 = \frac{Q \cdot H \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{3,6 \cdot V_n} = \frac{62300 \cdot 10 \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{3,6 \cdot 0,75} = 40380 \text{ кг.} \quad (3.13)$$

$$F''_0 = F_\varepsilon \cdot f_2 \cdot \cos \varepsilon \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) = 28 \cdot 0,4 \cdot \cos 68,5^\circ \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ) = 7,20 \text{ кг} \quad (3.14)$$

Знайдемо

$$N_2 = \frac{403,8 \cdot 0,07 \cdot (31,4 - 19,08) + 72 \cdot 10^{-3} \cdot 0,14 \cdot (31,4 - 19,08)}{102} = 3,71 \text{ кВт.}$$

Потужність на валу вертикального насоса

$$N_0 = \frac{(N_1 + N_2) \cdot K_0}{\eta}, \quad (3.15)$$

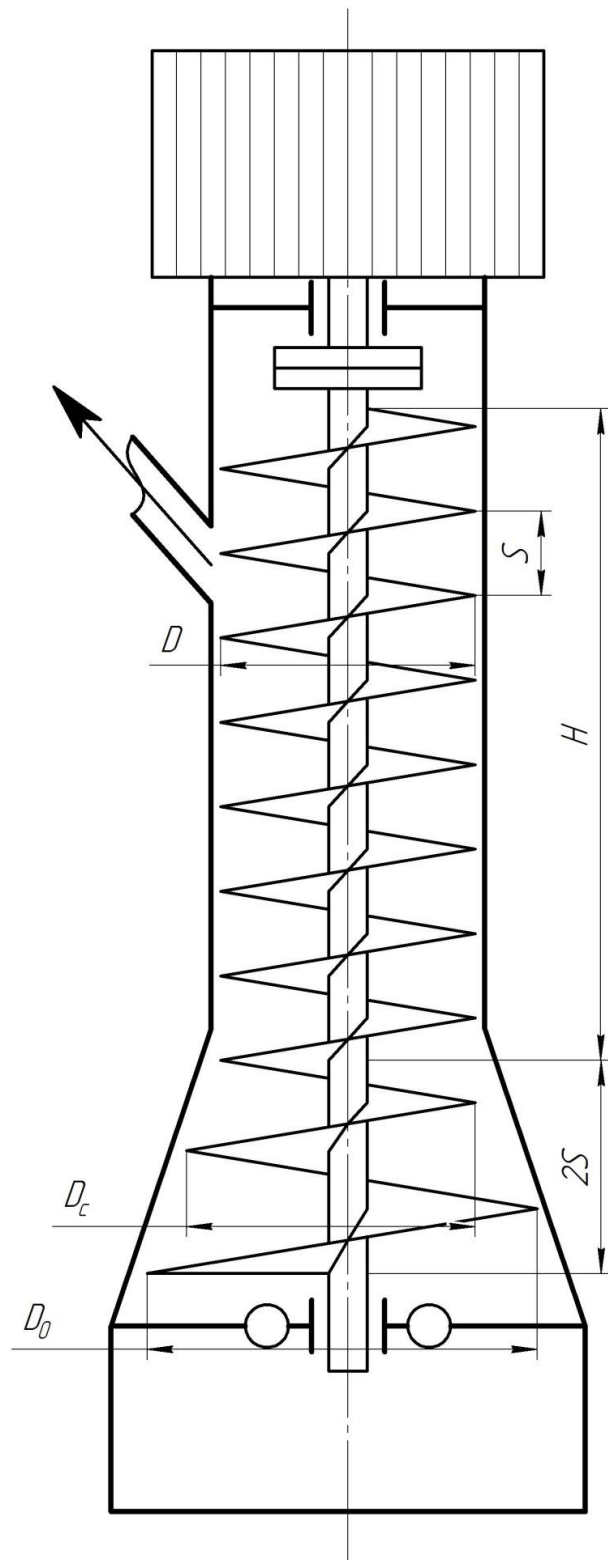
де K_0 – коефіцієнт що враховує розхлюпування води $K_0 = 1,15$;

η – ККД підшипників кочення $\eta = 0,99$ [5]

$$N_0 = \frac{(0,225 + 3,71) \cdot 1,15}{0,99} = 4,32 \text{ кВт.}$$

3.2. Обґрунтування параметрів модернізованого вертикального гвинтового насосу

Після аналізу технічних і енергетичних показників типового гвинтового насоса для перекачування гною на свинофермі було поставлено завдання збільшити його продуктивність до 100 тонн за годину за рахунок зміни конструкції шнека (див. рис.3.1.) [5]



D – діаметр початкової спіралі; D_c – середній діаметр модернізованої спіралі; D_0 – початковий (найбільший) діаметр модернізованої спіралі.

Рисунок 3.2 - Схематизація основних конструктивних параметрів модернізованого шнека насосу.

D – діаметр базового шнека; D_c – середній діаметр вдосконаленого шнека; D_0 – початковий (максимальний) діаметр вдосконаленого шнека.

Модернізація базується на тому, що до початкової конструкції циліндричної спіралі з діаметром D встановлюють конічну спіраль, що складається з 2-х ступенів шнека середнього діаметру D_c . В результаті такого рішення проблем підвищується продуктивність насоса, а також збільшується тиск води на вихід із сопла насоса. Не змінюючи інші конструктивні і кінематичні параметри вертикального гвинтового насоса, ми визначаємо початковий діаметр шнека і зусилля приводу.

Виходячи з рівняння (3.1), середній діаметр, який необхідний для забезпечення продуктивності насоса $Q_M = 100$ т/год;

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_M}{3600 \cdot \pi \cdot V_n \cdot \psi \cdot \gamma} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3600 \cdot \pi \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1,01} + 0,06^2} = 0,25 \text{ м.}$$

Шуканий діаметр спіралі насоса

$$D_0 = 2 \cdot D_c - D = 2 \cdot 0,25 - 0,2 = 0,3 \text{ м.}$$

Потужність котра використовується для подолання сили тертя води між корпусом насоса і спіраллю (3.8, 3.9)

$$N_{1M} = \frac{F_{e.M} \cdot f_2 \cdot V_a}{102}, \quad (3.16)$$

де $F_{e.M} = F_e + F_{e,d}$

$F_{e.M}$ – відцентрова сила води додаткової спіралі.

За рівнянням (3.11) визначаємо

$$tg\varepsilon_M = \left(\frac{tg(\alpha + \varphi_2)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{tg(\alpha + \varphi_2)}{2} \right)^2 + \frac{g \cdot D_c \cdot tg(\alpha + \varphi_2)}{2 \cdot f_2 \cdot V_n^2}}.$$

$$tg\varepsilon_M = \left(\frac{tg(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{tg(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right)^2 + \frac{9,81 \cdot 0,25 \cdot tg(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2 \cdot 0,4_2 \cdot 0,75_n^2}} = 2,82,$$

$$\varepsilon_M = arctg(2,82^\circ) = 70,5^\circ.$$

За рівнянням (3.10) знайдемо

$$\omega_{e.M} = 2 \cdot V_n \frac{tg\varepsilon_M}{D_c};$$

$$\omega_{e.M} = 2 \cdot 0,75 \cdot \frac{2,82}{0,25} = 16,92 \text{ с}^{-1};$$

$$V_{a.M} = \frac{V_n}{\cos\varepsilon_M} = \frac{0,75}{\cos 70,5^\circ} = 2,25 \text{ м/с.}$$

$$F_{e,d} = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot 2S \cdot \omega_{e.M}^2 \cdot (D_c^3 - d^3) \cdot \psi}{12 \cdot g} =$$

$$= \frac{\pi \cdot 1010 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 16,92^2 \cdot (0,25^3 - 0,06^3) \cdot 0,8}{12 \cdot 9,81} = 1,68 \text{ кг.}$$

Отже

$$F_{e.M} = 28,0 + 1,68 = 29,7 \text{ кг};$$

$$N_{1.M} = \frac{29,7 \cdot 0,4 \cdot 2,05}{102} = 0,24 \text{ кВт.}$$

Потужність використовується для підйому води і тертя між водою і поверхнею спіралі (3.12-3.14)

$$N_{2.M} = \frac{F'_{0.M} \cdot R_{cep} \cdot (\omega - \omega_{\delta.M}) + F''_{0.M} \cdot R \cdot (\omega - \omega_{\delta.M})}{102}, \quad (3.17)$$

$$F'_{0.M} = \frac{Q_M \cdot (H + 2S) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{3,6 \cdot V_n} =$$

$$\frac{100000 \cdot (1 + 0,15 \cdot 2) \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{3,6 \cdot 0,75} = 84510 \text{ кг}. \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned} F''_{0.M} &= F_{\delta.M} \cdot f_2 \cdot \cos \varepsilon_M \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) = \\ &= 29,7 \cdot 0,4 \cdot \cos 70,5^\circ \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ) = 6,95 \text{ кг} \end{aligned} \quad (3.19)$$

Знайдемо

$$N_{2.M} = \frac{845 \cdot 0,07 \cdot (31,4 - 16,92) + 69,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,14 \cdot (31,4 - 16,92)}{102} = 8,51 \text{ кВт}.$$

Потужність на приводі валу спіралі вертикальної

$$N_{0.M} = \frac{(N_{1.M} + N_{2.M}) \cdot K_0}{\eta}, \quad (3.20)$$

$$N_{0.M} = \frac{(0,24 + 8,51) \cdot 1,15}{0,99} = 10,2 \text{ кВт}.$$

3.4. Розрахунок вала шнека

Максимальний момент кручення, що є на валу спіралі

$$M_{0.\max} = \frac{N_{0.M}}{\omega} = \frac{10,2 \cdot 10^3}{31,4} = 350 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.21)$$

Цей момент рівномірно розподіється по довжині гвинта за рахунок сили

$$m = \frac{M_{0.\max}}{H + 2S} = \frac{350}{1 + 0,3} = 260 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}}. \quad (3.22)$$

На рис.3.3 а показана схема розрахунковки гвинтового вала на рис. 3.3 б епюра моментів кручення [15-20].

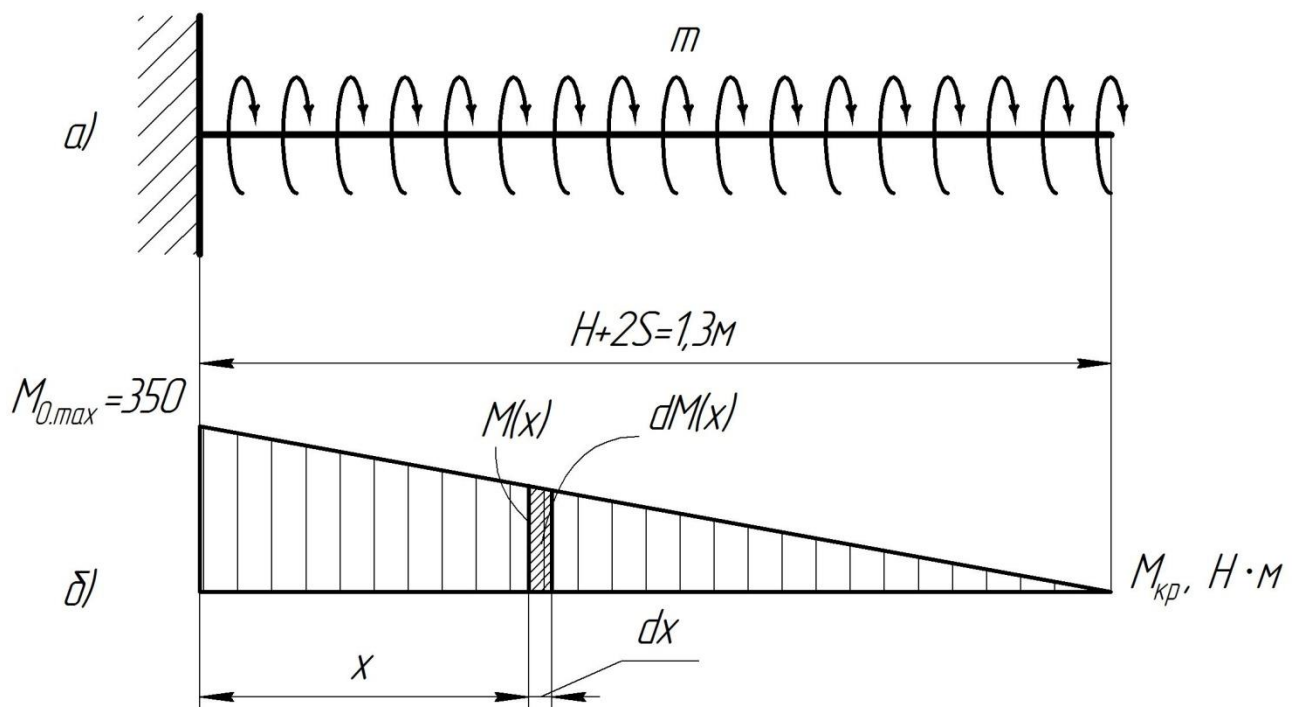


Рисунок 3.3. Епюра вала спіралі, котра працює на кручення

Шнековий вал конструктивно виконаний порожнистим, з зовнішнім діаметром $d = 60$ мм (рис. 3.4)

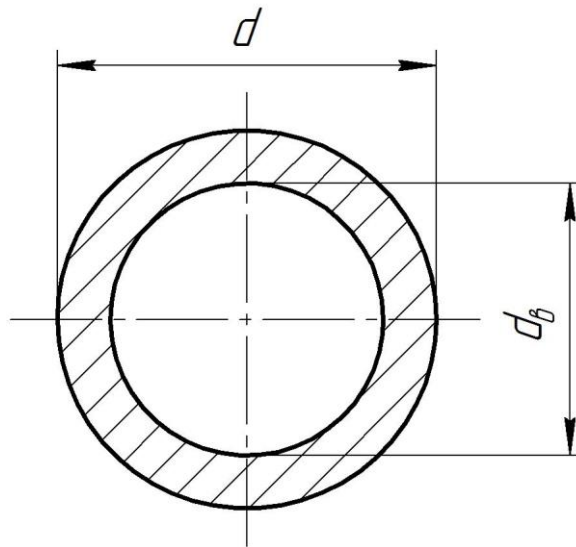


Рисунок 3.4. Перетин вала спіралі

d – зовнішній діаметр вала спіралі; d_g – внутрішній діаметр вала спіралі

З умови міцності за допустимими дотичними напруженнями [14-16]

$$\tau_{\max} = \frac{M_{0.\max}}{W_p} \leq [\tau], \quad (3.23)$$

де W_p – полярний момент опору перетину вала з отвором,

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} (1 - \alpha^4);$$

α – коефіцієнт, $\alpha = \frac{d_g}{d}$;

$[\tau]$ – дотичні напруження, які є допустимими для матеріалу вала,

$[\tau] = 80$ МПа.

З рівняння (3.23)

$$\alpha^4 \leq 1 - \frac{16 \cdot M_{0.\max}}{\pi \cdot d^3 \cdot [\tau]} = 1 - \frac{16 \cdot 350 \cdot 10^3}{\pi \cdot 60^3 \cdot 80} = 0,897,$$

$$\alpha \leq \sqrt[4]{0,897} = 0,97.$$

Отже

$$d_e = 0,97 \cdot 60 = 58 \text{ мм, прийmemo } d_e = 50 \text{ мм.}$$

Максимальний кут повороту вільного кінця спіралі, щоб перевірити жорсткість (рис. 3.3 б).

$$d(\Delta\varphi) = \frac{dM(x)dx}{GI_p}, \quad (3.24)$$

де $dM(x)$ – елементарний моменту від відстані x від опори,

$$dM(x) = M_{0.\max} - \frac{M_{0.\max}}{H + 2 \cdot S} \cdot x,$$

$$d(\Delta\varphi) = \frac{\left(M_{0.\max} - \frac{M_{0.\max}}{H + 2 \cdot S} \cdot x \right) \cdot dx}{GI_p},$$

$$\Delta\varphi = \int_0^{H+2S} \frac{\left(M_{0.\max} - \frac{M_{0.\max}}{H + 2 \cdot S} \cdot x \right) \cdot dx}{GI_p} = \frac{M_{0.\max} \cdot (H + 2 \cdot S)}{2GI_p},$$

де I_p – полярний момент інерції поперечного перерізу,

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} (1 - \alpha^4) = \frac{\pi \cdot 60^4}{32} \left(1 - \left(\frac{60}{50} \right)^4 \right) = 65,84 \cdot 10^4 \text{ мм}^4.$$

$$\Delta\varphi = \frac{350 \cdot 10^3 \cdot 1300}{2 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 65,84 \cdot 10^4} \cdot \frac{180}{\pi} = 0,25 \text{ град.}$$

Кут закручування відносний

$$\theta = \frac{\Delta\varphi}{H + 2 \cdot S} = \frac{0,25}{1 + 2 \cdot 0,15} = 0,19 \text{ град/м} \leq [\theta] = 2 \text{ град/м.}$$

де $[\theta]$ – Допустимий відносний кут скручування для загального машинобудування $[\theta] = 2$ град/м.

Умова жорсткості забезпечена.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Організація робіт по техніці безпеки та охороні праці

Одним з найважливіших питань в організації роботи з охорони праці є своєчасне проведення інструктажу та навчання робітників вимогам безпеки праці. При цьому слід зазначити, що в господарстві своєчасно проводяться всі види інструктажу – вступний, на робочому місці і повторний (періодичний). Про проведення інструктажу робиться відповідний запис у журналі реєстрації (особистій картці інструктажу) з підписом осіб, які проходили інструктаж, і тих, що його проводили [2,6].

Заходи, що залежать безпосередньо від керівника підприємства та головного спеціаліста з охорони праці:

- своєчасно проводити вступні та позапланові інструктажі з охорони праці;
- на належному рівні знаходити забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- регулярно проводити навчання з охорони праці та приймати відповідні іспити;
- на задовільному рівні знаходити забезпечення всіх виробничих процесів приладдям та засобами, що забезпечують належні умови праці;
- деяке обладнання для забезпечення належного мікроклімату у виробничих приміщеннях потребує модернізації чи заміни.

Заходи, що залежать від керівників виробничих підрозділів:

- своєчасно проводити первинні та інструктажі на робочому місці;

- регулярно здійснювати ознайомлення робітників зі змінами в законодавстві з питань охорони праці;
- доводити інформацію про нещасні випадки у сусідніх підрозділах та причини їх виникнення;
- всі робочі місця забезпечувати інструкціями з охорони праці;
- в кожному виробничому та побутовому пожежонебезпечному приміщенні наявність відповідних засобів пожежогасіння;
- керівники підрозділів слідкують за тим, щоб працівники мали відповідний спецодяг, користувалися засобами індивідуального захисту;
- вчасно надавати інформацію про вихід з ладу того чи іншого обладнання;
- всі необхідні небезпечні елементи обладнання мають мати огороження, відповідні маркування чи колір фарбування;
- здійснювати постійний контроль за станом поверхонь будівельних конструкцій виробничих приміщень.

Вихідну сировину слід завантажувати в приймальні бункери до рівня, що не перевищує встановлений, а в робочу камеру на переробку подавати рівномірно, відповідно до продуктивності машини або за показами контрольних приладів. Неприпустиме проштовхування матеріалу руками до робочої камери. У разі завалу потрібно увімкнути зворотній хід того чи іншого механізму або зупинити машину, вимкнути рубильник і лише після цього очистити робочі органи чи камеру. Заборонено стояти у зоні розвантаження продукту. Зупиняти машину можна тільки після повного видалення продуктів обробки, завантажених у робочу камеру. На робочих місцях з машинами для подрібнення сухих кормів неприпустиме нагромадження пилу, оскільки це створює вибухонебезпечну ситуацію.

Кормоприготувальні машини в цеху потрібно встановлювати так, щоб технологічні проходи відповідали нормам.

У кормоцехах, де розташовані коренебульбомийки, мийки-подрібнювачі, влаштовувати загальну і місцеву каналізацію; бетонують підлоги з нахилом до відстійників; біля машин розміщують гумові килими або дерев'яні настили.

При обслуговуванні кормозапарників необхідно дотримуватися таких вимог: чани щільно закривати накривками; обладнувати пристроєм для легкого їх відкривання; знімати кришку з чана наповненого готовим продуктом, можна після того, як буде закритий паровий кран чана; перед навантаженням запареного продукту конденсат з чана слід зливати через стічний отвір.

4. 2. Санітарно-гігієнічні вимоги по догляду за тваринами

До роботи по обслуговуванню тварин допускаються працівники старші за 16-ти років і тільки з дозволу медичної комісії. При інструктажі працівників необхідно, передусім, розказати про звички тварин, показати, де розміщуються неспокійні тварини, вивішувати написи з попередженням про обережність при обслуговуванні цих тварин. До обслуговування хворих тварин допускаються спеціально навчені працівники старші 17-ти років, які періодично (раз в квартал) проходять медичний огляд. Вхід в ізолятор стороннім особам заборонений. Обслуговуючому персоналу, які доглядають хворих тварини, крім спецодягу і взуття видається санітарний одяг та взуття, який щодня дезінфікується.

У побутовому приміщенні передбачена духова. Також в свинарнику є службові приміщення і споруди. У приміщенні кормоцеху є вентиляторна, амбулаторія і свої побутові приміщення. Для працівників ферми в блоці службових приміщень запроектована кімната для їди і відпочинку.

У приміщенні контори обладнана кімната для першої медичної допомоги. У кімнаті знаходиться аптечка і обладнання для першої медичної допомоги.

З огляду на впровадження нового цеху з виробництва концентрованих кормів робимо проектний розрахунок однієї з найважливіших систем забезпечення нормованого мікроклімату у виробничих приміщеннях – вентиляції.

Вентиляція служить для покращення санітарно - гігієнічного стану повітряного середовища виробничих приміщень і має значний вплив на загальний стан і самопочуття робітників.

Оснащення кормоцеху великою кількістю тепловиділяючих машин і апаратів призводить до збільшення температури та відносної вологості повітря у цеху. Крім того, люди, що працюють в цих приміщеннях виділяють вуглекислий газ та тепло. Все це призводить до погіршення самопочуття робітників і, як наслідок, до зниження продуктивності праці. Для забезпечення нормальних умов праці необхідно постійно видаляти з приміщення забруднене повітря і замінити його свіжим, а в зимовий період, повітрям, підігрітим в калориферах.

В цехах підготовки кормів проектують механічну припливно - витяжну вентиляцію, де нагнітання та видалення повітря здійснюється за допомогою вентиляторів. Також можна застосовувати комбіновану систему вентиляції, коли свіже повітря нагнітається за допомогою вентиляторів, а видаляється з приміщення за допомогою дефлекторів, використовуючи природні збудники руху повітря – вітер та перепад температур.

В нашому випадку приймаємо комбіновану систему вентиляції, що дозволить знизити витрати енергії та зменшити швидкість повітря в середині приміщень.

Розрахунок вентиляції зводиться до визначення необхідного повітрообміну, підбору вентиляторів та калориферів. Необхідний повітрообмін визначаємо за формулою

$$z = i \cdot V, \quad (4.1)$$

де i – кратність повітрообміну, обмінів/год;

V – об'єм приміщення, $V = 18 \cdot 12 \cdot 3 = 648 \text{ м}^3$.

Кратність повітрообміну i для виробничих приміщень не повинна перевищувати 3...4 обміни/год, що забезпечує видалення забрудненого повітря та нормативну швидкість руху повітря в приміщенні, яка для робіт II категорії

становить 0,2 м/сек [2].

Тоді необхідний повітрообмін для приймального відділення становитиме:

$$z_{np} = 3,5 \cdot 648 = 2268 \text{ м}^3/\text{ГОД.}$$

Вибираємо вентилятори для забезпечення розрахункового повітрообміну. При цьому необхідно мати на увазі, що повний тиск вентилятора не повинен бути меншим ніж 600 Па – тиск необхідний для подолання опору фільтрів та калориферів.

Виходячи з компоновання виробничого приміщення в будівлі, доцільно змонтувати один припливний вентиляційний повітропровід та один вентилятор, продуктивність якого дорівнювала б повітрообміну приміщення.

В нашому випадку для нагнітання свіжого повітря у виробничі приміщення використовуємо відцентровий вентилятор серії В.Ц5 (рис. 4.1, 4.2).

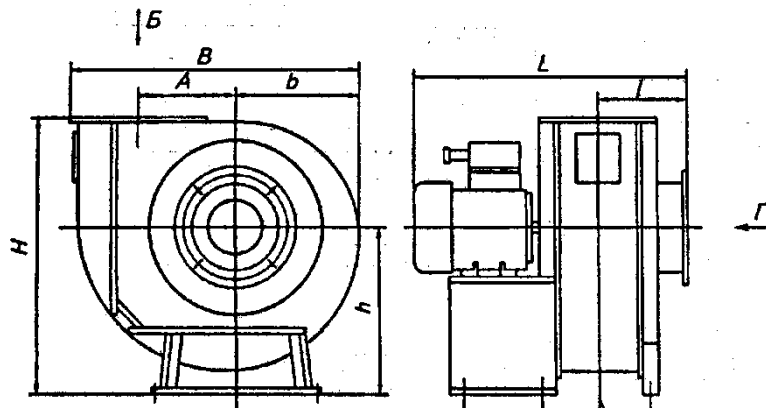


Рисунок 4.1 – Відцентровий вентилятор серії В.Ц5

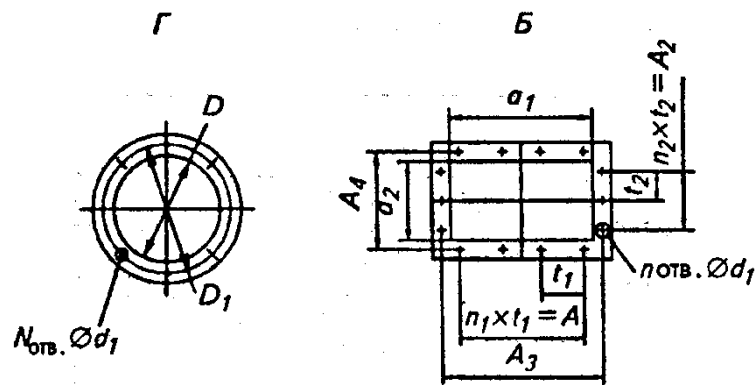


Рисунок 4.2 – Конфігурація патрубків вентиляторів серії В.Ц5

Тоді для повітрообміну в приймальному та апаратному відділеннях приймаємо вентилятор типу В.Ц5-45-4,25В1-01, який забезпечує продуктивність 1,7...4,5 тис. м³/год.

Кількість дефлекторів, що служать для відсмоктування повітря з приміщень (рис. 4.3) визначаємо з їх продуктивності

$$z_{\text{диф}} = 3600 \cdot S \cdot 0,5v, \quad (4.2)$$

де S – площа перерізу повітропроводу, до якого приєднується дефлектор, м²;

v – швидкість вітру, м/с.

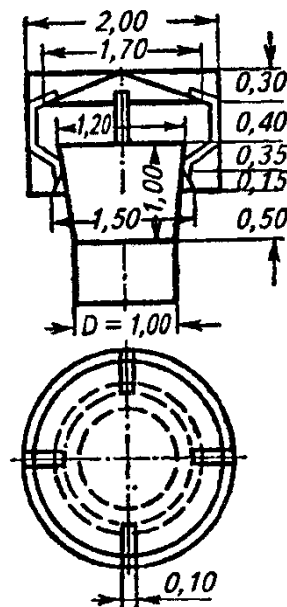


Рисунок 4.3 – Дефлектор для відсмоктування повітря з приміщення

Прийнявши діаметр витяжного повітропроводу 0,4 м та швидкість вітру 5 м/с отримаємо продуктивність дефлектора

$$z_{\text{диф}} = 3600 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} \cdot 0,5 \cdot 5 = 1170 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість дефлекторів кормоцеху визначаємо за формулою

$$n_{def} = \frac{z_{np}}{z_{def}}; \quad (4.3)$$

$$n_{def} = \frac{2268}{1170} = 1,94;$$

приймаємо 2 дефлектори.

Відповідно для апаратного і фасувального відділень кількість дефлекторів визначаємо за формулами:

$$n_{def} = \frac{z_{an}}{z_{def}}; \quad (4.4)$$

$$n_{def} = \frac{z_{фас}}{z_{def}}. \quad (4.5)$$

Підставивши дані, одержимо:

$$n_{def} = \frac{1134}{1170} = 0,97; \quad (4.4)$$

$$n_{def} = \frac{1134}{1170} = 0,97. \quad (4.5)$$

Приймаємо по одному дефлектору для кожного приміщення.

Таким чином для видалення повітря з виробничих приміщень із розрахованим повітрообміном застосовуємо чотири дефлектори типу ЦАГИ круглий.

В роботі запропоновано лише частину заходів, направлених на поліпшення умов праці, але ця частина є досить важливою для збереження здоров'я працівників. Особливо слід відмітити, що обладнання запропонованої системи вентиляції підібране таким чином, щоб зменшити монтажні та експлуатаційні витрати без зміни загальної продуктивності системи та якості виконання своїх функцій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення водопостачання тваринницької ферми з удосконаленням шнекового насосного механізму.

У першому розділі дано коротка характеристика водопостачання, водопроводів, насосів та поїлок для тварин.

У другому розділі розрахований об'єм води, який необхідний для свиноферми на 2000 свиней та підібрані резервуари для чистої та технічної води. Дані рекомендації для підбору насосів, щоб покращити ефективність роботи.

Були проведені технічні, конструктивні та енергетичні розрахунки насосів. В результаті аналізу насосу з'явилася можливість замінити звичайний спіральний насос продуктивністю 62,3 т/год на більш продуктивний насос продуктивністю 100 т/ год.

Визначено кінематичні, технічні та енергетичні параметри спроектованого насоса. Проведено розрахунки міцності і жорсткості деталей, що забезпечують транспортування води. Для перевірки аналітичних досліджень використаний пакет прикладних програм, заснований на методі кінцевих елементів Matlab.

Дана кваліфікаційна робота бакалавра була виконана з використанням методичними рекомендаціями [21].

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

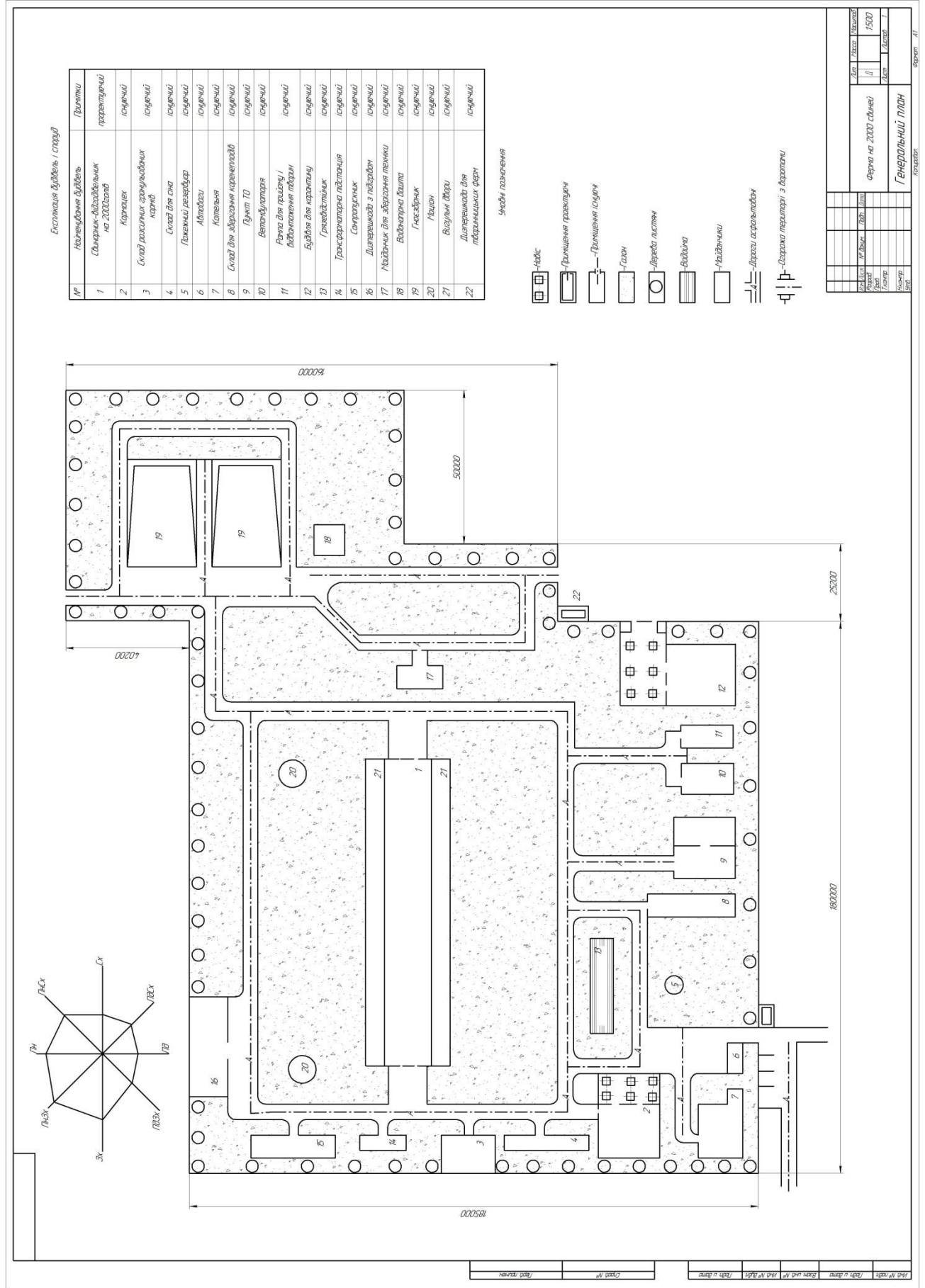
1. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
2. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
3. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
4. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
5. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А.Довбуш, Н.І.Хомик, А.В. Бабій, Г.Б.Цьонь, А.Д.Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с
6. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
7. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
8. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.

9. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
10. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
11. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
12. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
13. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
14. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>
15. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity*, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
16. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69.
17. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Tson Hanna, Dovbush Anatolii, Improvement of prt-9 constructive system on the basis of frame elements strength balance.

- Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2020. Vol. 100. No. 4. P. 40-45.
18. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
 19. Невко R.B., Tkachenko I.G., Khomyk N.I., Gumeniuk Y.P., Flonts I.V., Gumeniuk O.O. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH - Agricultural Engineerin*, 2020. Vol. 61. Is. 2. P. 175-182.
 20. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Технічна механіка: навчально-методичний посібник до курсової роботи для студентів напряму підготовки «Електротехніка та електротехнології» денної та заочної форм навчання Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 192 с.
 21. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 48 с.

Додатки

Додаток А



Продовження додатку А

