

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

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 27 » серпня 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шандруку Юрію Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергоефективна система електропостачання малого фермерського господарства

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 66 » серпня 2021 року № 4/7-693

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Характеристика приміщень фермерського господарства, графіки електричних навантажень, технічна документація на обладнання, дані силової розподільчої мережі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ
2. Розрахунково-дослідницький розділ
3. Проектно-конструкторський розділ
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

- | | |
|--|------------|
| 1. Схема лінії по переробці біомаси | 1л. ф – А1 |
| 2. Однолінійна схема електропостачання | 1л. ф – А1 |
| 3. План силової мережі свинарника | 1л. ф – А1 |
| 4. План освітлювальної мережі свинарника | 1л. ф – А1 |
| 5. Електрична схема силових кіл та кіл керування вентиляційної установки | 1л. ф – А1 |
| 6. Технологічна та принципова електрична схеми видалення гною | 1л. ф – А1 |

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 06 вересня 2021 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	05.09.2020	
2	Аналітичний розділ	01.10.2020	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	01.11.2020	
4	Проектно-конструкторський розділ	01.12.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.12.2020	
6	Висновки	15.12.2020	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2020	
8	Оформлення графічної частини	20.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Шандрук Ю. С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бабюк С. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Шандрук Ю.С. Енергоефективна система електропостачання малого фермерського господарства. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Стор.– 81; рис. 11; табл. - 6; креслень - 6; джерел - 20; додатків - .

В даній роботі здійснено розробку енергоефективної системи електропостачання малого фермерського господарства.

Здійснено аналіз та впровадження біогазових установок для електропостачання фермерського господарства.

Розраховано силове навантаження свиноферми та здійснено вибір трансформаторної підстанції і силової мережі 0,4 кВ. Виконано світлотехнічний та електротехнічний розрахунок приміщень свиноферми, замінено електричне обладнання та спроектовано світлову мережу на люмінесцентних лампах.

Також розглянуто питання автоматизації технологічних процесів у свинарнику, зокрема: прибирання гною і регулювання мікроклімату.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, БІОГАЗОВА УСТАНОВКА, ОСВІТЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЙНА УСТАНОВКА, , РОЗПОДІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, ПІДСТАНЦЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Основні форми раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів в АПК	9
1.2 Аналіз незалежних резервних джерел живлення	11
1.3 Аналіз та вибір біогазової установки	13
1.4 Коротка характеристика господарства і об'єкту проектування	16
1.5 Висновки до розділу 1	18
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Розрахунок електричних навантажень споживачів ферми і вибір потужності силового трансформатора	19
2.2 Розрахунок внутрішньофермерської ПЛ-0,4 кВ	22
2.3 Висновки до розділу 2	24
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	25
3.1 Розрахунок електричного освітлення	25
3.1.1 Світлотехнічний розрахунок	25
3.1.2 Електротехнічний розрахунок	35
3.2 Розрахунок і вибір електроприводів	40
3.2.1 Розрахунок і вибір електродвигуна горизонтального транспортера	40
3.2.2 Розрахунок і вибір електродвигуна похилого транспортера	45
3.3 Розрахунок і вибір обладнання для створення мікроклімату	48
3.3.1 Розрахунок і вибір опалювального обладнання і вентиляції	48
3.3.2 Розрахунок повітрообміну	49
3.3.3 Розрахунок природного витягу	51
3.3.4 Розрахунок системи опалення	52
3.3.5 Вибір калорифера	56

	5
3.3.6 Вибір вентилятора	58
3.4 Розрахунок силової мережі і вибір пускозахисного обладнання	60
3.5 Розрахунок заземлюючого пристрою	66
3.6 Перевірка ефективності занулення	69
3.7 Висновки до розділу 2	71
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	72
4.1 Надання першої допомоги потерпілому при ураженні електричним струмом	72
4.2 Аналіз стійкості роботи сільськогосподарських підприємств в надзвичайних ситуаціях	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	80

ВСТУП

На сьогодні основний з пріоритетних завдань економіки України є енергоресурсозбереження, тобто раціональне використання енергетичних ресурсів. У зв'язку з тим, що економічні ресурси є обмеженими, найбільш високі результати виробничої діяльності будь-якого підприємства залежать від ефективного їх використання.

Основним законом України в області енергоефективності і ресурсозбереження є: розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р) Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” [1].

Актуальність проблеми.

Актуальність вибраної теми полягає в тому, що підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів має велике значення як для підприємства, так і для держави в цілому. Енергоємність ВВП України більше ніж в 2 рази перевищує середньосвітовий показник [2]. Світова практика показала, що збільшення приросту сільгосппродукції на 1% тягне збільшення витрат енергетичних ресурсів на 2-3% [2], що на сьогодні є однією з ключових проблем вітчизняної економіки – без ефективного виробництва єдиним конкурентоздатним російським продуктом на міжнародному ринку залишається сировина. Саме з цієї причини, щоб підвищити конкурентоспроможність вітчизняної продукції, в Енергетичній стратегії України [1] передбачені заходи для зменшення енергоємності її виробництва. В ході інноваційного розвитку перетворення структури національного господарства і освоєння ресурсозберігаючих технологій дозволить знизити енергоємність ВВП і підвищити енергоефективність виробничо-господарських комплексів.

Оскільки агропромисловий комплекс об'єднує усі галузі господарства, що беруть участь у виробництві сільськогосподарської продукції, а також, в її переробці і доведенні до споживачів, тому виробництво такої продукції має

стратегічну значущість в забезпеченні продовольчої безпеки країни і повинне функціонувати відповідно до світових економічних тенденцій.

Зниження енергоємності агропромислової продукції сприяє росту енергоефективності. Слід зазначити, що йдеться про пошук оптимальних економічних, технологічних і організаційних рішень по раціональному використанню енергоресурсів, а не про фізичне обмеження використання ПЕР. Необхідність проведення політики енергозбереження зумовлює розробку заходів і обґрунтування техніко-економічних рішень по ефективному використанню палива і електроенергії.

Витрати на електричну і теплову енергію - вагома частка як в собівартості продукції промислових підприємств, так і у бюджеті побутового споживача. Сучасна тарифна політика постачальників все більше змушує шукати альтернативу центральному енергопостачанню. З іншого боку, постійне технічне вдосконалення автономних джерел енергії призводить до підвищення економічної ефективності їх використання, поступово руйнуючи тезу про те, що вироблювана централізована енергія - дешевше. Завдяки цьому проекти по використанню автономних джерел енергії стають все популярніше.

Установка власної міні-електростанції нерідко виявляється вигіднішою навіть за наявності доступу до централізованого енергопостачання. З урахуванням вартості природного газу, найприйнятнішим є варіант використання газопоршневої установки.

Мета і завдання дослідження.

Основною метою роботи є проведення аналізу і оцінка чинників виробництва і ресурсозбереження. Вибір та розробка методів енергозбереження.

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

- аналіз шляхів підвищення шляхів енергоресурсозбереження на підприємствах АПК;
- аналіз та впровадження альтернативних джерел енергії;

- аналіз та характеристика обладнання, для розробки енергоефективної системи електропостачання;
- розрахунок силового навантаження, та розрахунок освітлювального навантаження господарства;
- впровадження автоматизації технологічних процесів на фермерського господарстві.

Об'єкт дослідження –електрична мережа малого фермерського господарства.

Предмет дослідження – заходи підвищення енергоефективності роботи системи електроспоживання фермерського господарства.

Наукова новизна отриманих результатів.

– Дістало подальший розвиток аналіз, розробка, а також впровадження заходів для підвищення енергоефективності системи електроспоживання фермерського господарства.

Практичне значення отриманих результатів.

Впровадження запропонованих заходів підвищення енергоефективності за допомогою альтернативних джерел енергії дозволить підвищити стійкість та надійність електропостачання без додаткового навантаження на електричні мережі.

Апробація. Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на IV студентській науково-технічній конференції "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ" 28-29 квітня 2021 р., на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (20 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 81 сторінкf.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Основні форми раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів в АПК

Під раціональним використанням і економією паливно-енергетичних ресурсів в агропромисловому секторі розуміється зниження витрат на виробництво продукції, що доводиться до кінцевого споживача, оптимальне енергоспоживання в усіх галузях АПК без зменшення об'ємів і якості виробництва сільськогосподарської продукції. Міра наукових і практичних розробок конкретних енергозберігаючих заходів дуже різна.

Ефект від впровадження заходів по раціональному використанню ПЕР є зниженням питомих витрат енергії на випуск одиниці продукції.

Виділяють чотири основні напрями реалізації енергетичного потенціалу на підприємствах АПК[4].

Перший напрям реалізації енергетичного потенціалу в АПК - це організаційно-економічне. Формами економії і раціонального використання ПЕР в цьому напрямі слід розуміти оптимізацію структур господарюючих суб'єктів, враховуючи потенційні можливості кліматичних зон їх розміщення, нормування витрати палив, облік електричної і теплової енергії, стимулювання економії ПЕР, організацію раціональної експлуатації енергетичного устаткування, а також, проведення енергообстежень сільськогосподарських підприємств.

Не менш значимий напрям по економії ПЕР в агропромисловому секторі цей технологічний, яке передбачає зміну або впровадження нових менш енергомарнотратних технологій, як в тваринництві, так і в рослинництві. Сюди можна віднести такі заходи як: використання відходів сільськогосподарського сектора для опалювання; використання природного холоду; застосування ВЭР для обігріву парників, сушки зерна і кормів; максимальне використання місцевих видів палива або заміна дорогих палив на дешевші.

Третій напрям раціонального використання і економії ПЕР в АПК - технічний напрям. Є автоматизацією технологічного процесу у кожній галузі агропромислового сектора.

У рамках цього напрямку зниження питомих витрат електричної і теплової енергії ґрунтується на впровадженні нового енергоефективного устаткування, причому і не виключається експлуатація знову модернізованих машин і механізмів. За рахунок таких заходів намагаються добитися підвищення надійності і терміну служби устаткування, а також досягти більш високих показників коефіцієнта корисної дії.

У сучасних умовах важливу роль відводять і автоматизації регулювання використання енергоресурсів в оптимальному режимі, що припускає широке впровадження автоматизованих систем контролю і обліку споживаних підприємством енергоресурсів.

У рамках четвертого напрямку, який носить назву структурно-енергетичний, припускають заміщення традиційних джерел енергії, на поновлювані енергоресурси постійно існуючих природних процесів, таких як енергія сонячного випромінювання, енергія вітру і потоків води, а також енергія, поміщена у біомасу.

Перспективним способом заміщення непоновлюваних джерел енергії в аграрному секторі також можна рахувати розширення газифікації і заходу по заміні дизельного палива і бензину.

Газифікація аграрного сектора припускає заміщення рідкого і твердих палив для підтримки мікроклімату, первинної переробки продукції. Технологія газифікації біомаси отримала велике поширення вже під час світової війни. Електростанції з установками газифікації біомаси характеризуються більш високим енергетичним ККД. Ще одним важливим чинником використання такої технології є і те, що біопаливо не приводить до зростання в атмосфері вуглекислого і сірчистого газів, а також, збільшенню парникового ефекту.

1.2 Аналіз незалежних резервних джерел живлення

Нині широке поширення в якості основного і резервного джерела електроенергії отримали дизельні енергоустановки (ДЕУ). Це обумовлено наступними перевагами: низькі капітальні витрати на енергоустановку; мала питома витрата води або повітря на охолодження двигунів; компактність, простота технологічного процесу; швидкість монтажу устаткування і будівництва будівель станції. Проте є істотні недоліки: висока вартість дизельного палива (30 грн./л); висока доля паливної складової у вартості електроенергії (80–85%), що виробляється; низькі екологічні показники (шум, викиди забруднюючих речовин в довкілля) [5]. ДЕУ в нашій країні знайшли широке застосування в зонах централізованого електропостачання в якості резервного джерела. Проте високі експлуатаційні витрати і погіршення екологічної обстановки знижують рентабельність виробництв, рівень життя і здоров'я людей.

Останніми роками найбільша увага серед енергоустановок на вуглеводневому паливі притягають газопоршневі установки (ГПУ). Це обумовлено наступними достоїнствами (порівняно з ДЕУ) : відносно низькі експлуатаційні витрати; поліпшені екологічні показники. Проте ГПУ доцільно застосовувати тільки в зонах централізованого газопостачання, що є істотним недоліком і великим обмеженням в застосуванні.

Застосування традиційних енергоустановок на вуглеводневому паливі в сільському господарстві нині ще більше загострює їх недоліки.

По-перше, практично не співпадають регіональні точки розвитку сільського господарства і нафтогазовидобувної промисловості. Велика частина сільськогосподарських регіонів країни енергодефіцитні. Застосування ДЕУ і ГПУ веде до підвищення енергетичної залежності, зниження енергобезпеки, а значить до зниження продовольчої безпеки регіонів. Перебої з постачаннями енергоносіїв можуть принести значний економічний збиток.

По-друге, застосування ДЕУ і ГПУ для вироблення електроенергії в економічній ситуації, що склалася, часто недоцільно в сільській місцевості. Електрогенератори на дизельному паливі мають високі експлуатаційні витрати, пов'язані з високими цінами на паливо і транспортними витратами, обумовленими необхідністю періодичного його завезення. Для застосування ГПУ потрібний розвиток на селі газотранспортних систем. Проте із-за низької щільності навантажень газотранспортні компанії не отримують необхідної "віддачі" при високих капітальних витратах і проекти по розвитку газифікації села для них не рентабельні.

По-третє, традиційні установки на вуглеводневому паливі, що завозиться, є джерелами забруднення довкілля, що призводить до почастищення природних катаклізмів. Проведені дослідження [6] показали, що при експлуатації традиційних МІНІ-ТЕЦ відбувається забруднення атмосферного повітря продуктами згорання палива, теплове і акустичне забруднення довкілля. Негативний вплив в забрудненні атмосфери виражається в погіршенні здоров'я людей і тварин, зниженні врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності тварин.

Загострення проблем між можливістю використання енергоустановок на вуглеводневому паливі і розвитком сільського господарства робить актуальним рішення задачі підвищення ефективності електропостачання з використанням поновлюваних джерел енергії. Вже сьогодні близько 2 млн. сільських жителів є потенційними споживачами поновлюваних джерел енергії в зонах централізованого електропостачання [7]. Використання енергоустановок на поновлюваних джерелах енергії в сільському господарстві здатне сприяти рішенням не лише енергетичних, а так само екологічних і соціально-економічних проблем.

При використанні поновлюваних джерел енергії ефективність електропостачання сільськогосподарських споживачів підвищується за рахунок зниження залежності споживачів від централізованої електричної мережі; зниження витрат на підключення до централізованої електричної мережі;

зниження втрат в централізованій електричній мережі; зниження об'ємів відновлення зношених електромереж; зниження споживання вуглеводневих енергоресурсів; підвищення надійності і якості електропостачання споживачів.

Розміщення генеруючих потужностей на основі поновлюваних джерел енергії найпривабливіший на кінці тупикових ліній електропередачі. В цьому випадку забезпечується підвищення надійності енергопостачання тупикових споживачів, значною мірою покращується якість електроенергії (стабільність напруги і частоти), що поставляється.

Підвищення екологічної ефективності при використанні поновлюваних джерел енергії обумовлюється зниженням забруднення довкілля за рахунок скорочення викидів від енергоустановок на вуглеводневому паливі; за рахунок переробки відходів виробництва тваринницьких комплексів і птахофабрик. Слід зазначити, що емісія парникових газів, що утворюються при спалюванні біогазу на МІНІ-ТЕЦ до 10 разів нижче, ніж при звичайній системі зберігання і поводження з відходами тваринництва [8].

Підвищення соціально-економічної ефективності при використанні поновлюваних джерел енергії досягається за рахунок скорочення витрат на закупівлю вуглеводневих джерел енергії і електроенергії з централізованої електромережі; скорочення збитку від втрат сільськогосподарської продукції; розвитку видалених сільських населених пунктів; підвищення рівня життя і здоров'я сільського населення.

1.3 Аналіз та вибір біогазової установки

Необхідно виявити найбільш прийнятний тип БГУ: газопоршнева установка або газотурбінна установка.

Дуже важливими є питання витрати палива і експлуатаційних витрат, які безпосередньо пов'язані з вигодами і з терміном окупності устаткування станції.

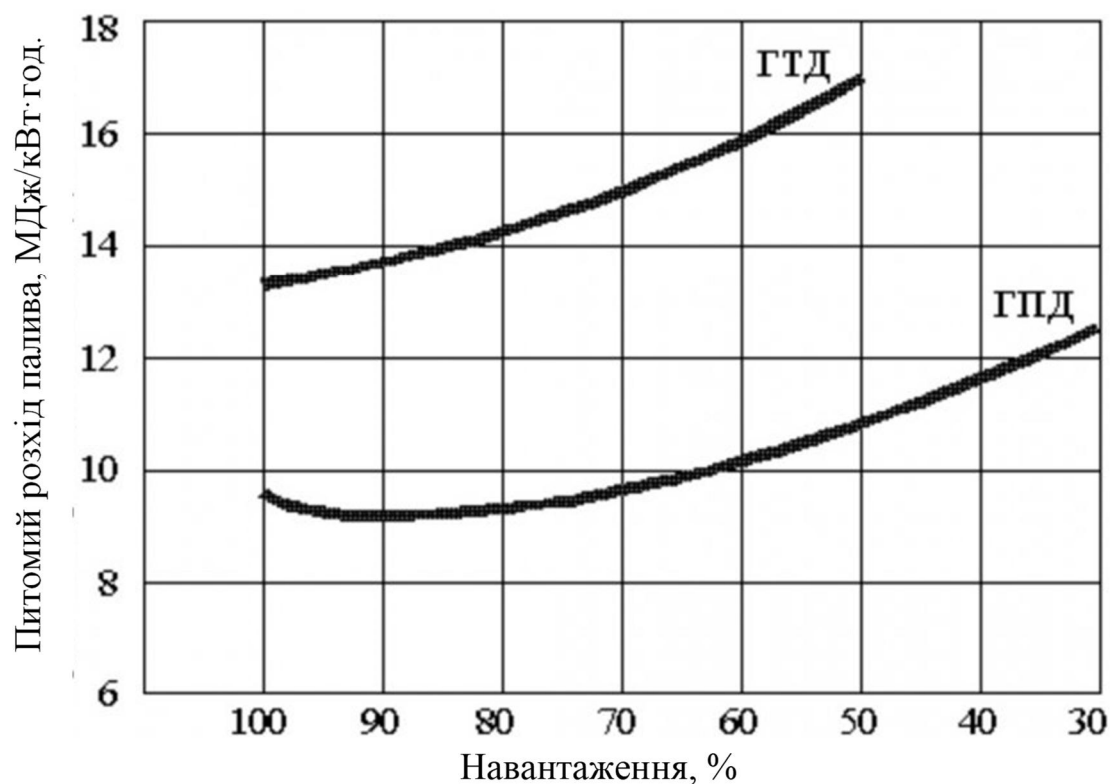


Рисунок 1.1 – Питома витрата палива поршневою і турбінною установками

Питома витрата палива на вироблений кВт·год. менше у газопоршневої установки, причому при будь-якому режимі навантаження. Це пояснюється тим, що ККД поршневих машин складає 36...45%, а газових турбін - 25...34% [9].

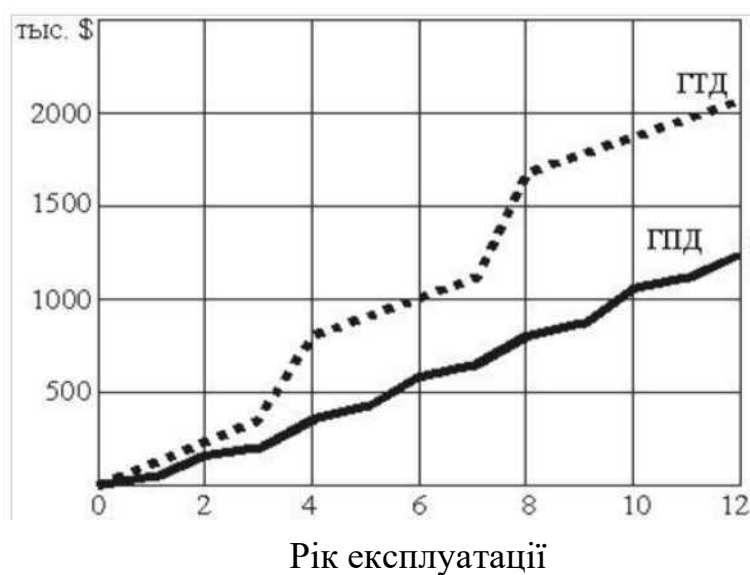


Рисунок 1.2 – Експлуатаційні витрати на електростанцію потужністю 5 МВт

Експлуатаційні витрати на електростанцію з поршневыми машинами нижчі, ніж на електростанцію з газовими турбінами. Різкі скачки на графіці ГТД - капітальні ремонти двигуна. У експлуатаційних витрат ГПД таких стрибків немає, капітальний ремонт вимагає значно менше фінансових і людських ресурсів [9].

Порівняння газопоршневих і газотурбінних двигунів з інших важливих питань установки і експлуатації наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння показників ГПД и ГТП

Показник	Газопоршневий привід	Газотурбінний привід
Довговічність	без обмеження при дотриманні правил експлуатації і обслуговування	
Ремонтопридатність	ремонт робиться на місці ремонт вимагає менше часу	ремонт робиться на спеціальних заводах
Збережувальність	не втрачає властивостей при правильному зберіганні, може перевозитися будь-яким видом транспорту	не втрачає властивостей при правильному зберіганні, ЖД транспортування не бажане
Економічність	ККД мало міняється при навантаженні від 100% до 50% потужності	ККД різко знижується на часткових навантаженнях
Питомий розхід палива при 100% и 50% навантаженні	9,3 - 11,6 МДж/ кВт·год. 0,264 - 0,329 м ³ / кВт·год.	13,2 - 17,7 МДж/ кВт·год. 0,375 - 0,503 м ³ / кВт·год.
Падіння напруги і час відновлення після 50% навантаження	22% 8 с	40% 38 с
Розміщення в приміщенні	при потужності електростанції 5 МВт вираш від меншого розміру приміщення не значний	

Порівняння турбінних і поршневих двигунів показує, що установка газових турбін найбільш вигідна.

Розглянемо для вибору оптимального варіанту біогазопоршневої установки з 5 альтернатив по сукупності 6 параметрів. Початкові дані представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Параметри біогазопоршневих установок різних виробників.

Параметр	Модель				
	TEDOM Quanto	ETW EG MWM	Karla Energize MWMNG	MWM TCG	АГП
Електрический ККД, %	36,4	35,4	28,8	38,2	36
Загальний ККД, %	85,6	93	89,5	88,3	80
Коефіцієнт потужності, в.о.	1	0,8	1	1	1
Ртеп/Рел, в.о.	1,35	1,4	1,5	1,31	0,8
Ресурс до капремонта, тис.годин	55	40	60	60	15
Емісія парникових газів СО ₂ екв, т/год	7720	4850	9180	7170	5660

1.4 Коротка характеристика господарства і об'єкту проектування

Фермерське господарство призначене для вирощування і відгодівлі свиней з метою виходу на ринок і забезпечення населення м'ясом свинини.

Господарство складається зі свинарника-відгодівника на 300 голів, кормоприготувально цеху, сховища кормів, котельної, складу і критого майданчика для автотранспорту з пунктом технічного обслуговування і ремонту.

Ділянка, що займає свинофермою довжиною – 120 м і шириною – 70 м. В'їзд машин і прохід людей – через санпропускник.

Водопостачання для виробничих і побутових потреб будівель ферми здійснюється від водонапірної вежі.

Гній зі свинарників і вигульних майданчиків за допомогою трактора з причепом збирають в гноєзбірник, а потім вивозять на поля.

Для електропостачання на території ферми є трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ закритого типу, від якої живляться усі електроприймачі ферми, у тому числі світильники вуличного освітлення, розташовані на опорах повітряної лінії електропередач 0,38 кВ і які освітлюють територію господарського двору.

Зараз основне приміщення ферми, тобто свинарник, працює не в повній відповідності з технологією виробництва, є присутнім не усе обладнання, що

передбачене розробниками свинарника, приміщення електрифіковане тільки на 60%, освітлення виконано лампами розжарювання, деякі роботи, такі як прибирання гною, ведуться вручну.

Свинарник призначений для утримання свиноматок, проведення опоросів, утримання підсисних маток з поросятами і поросят після відбирання від маток. До досягнення 120 денного віку і з середньою живою вагою однієї голови приблизно до 35 кг поросята переводяться в секцію відгодівлі. Молодняк, що поступив, відгодовується в групових верстатах впродовж 170 днів.

Будівля свинарника завдовжки 78 м, шириною 12 м і висотою стін 3м побудовано з фібролітобетонних панелей, перегородки – зі збірних залізобетонних панелей, перекриття – залізобетонні плити, покрівля – хвилясті азбоцементні листи, підлога – бетонна, цементна і з лінолеуму, вікна і двері – дерев'яні, забарвлені масляною фарбою.

Свинарник-відгодівник містить наступні приміщення, які представлені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. – Характеристика приміщень свинарника-відгодівника

№ з/п	Найменування	Площа, м ²	Умови навколишнього середовища
1	Секція відтворення	161	Д
	Секція опоросів і вирощування	307	Д
2	Секція відгодівлі	312	Д
3	Приміщення для приводу транспортера	40	Д
4	Приміщення для обслуговуючого персоналу	19	-
5	Приміщення для інвентаря	8	Д
6	Санвузол	3,5	-
7	Венткамера	22	-
8	Коридори	40	-
9	Електрощитова	10	Д
10	Забійна	15	Д
11	Холодильник	13	Д
12	Гардероб і душова	10	-
13	Кормоприготування	60	В
14	Навіс для відвантаження гною	32	-

1.5 Висновки до розділу 1

1. Проведена класифікація сільськогосподарських підприємств. Проведений аналіз систем електропостачання сільськогосподарських підприємств.

2. Встановлено, що рівень електроспоживання вітчизняних сільськогосподарських підприємств досить високий.

3. Встановлено, що схема електропостачання більшості сільськогосподарських підприємств має одне джерело живлення. Фізичне зношення і недостатня пропускна спроможність сільських розподільних електричних мереж викликає аварійні відключення і зрив технологічних процесів сільськогосподарських виробництв (в середньому 100 год/рік), що призводить до економічного збитку підприємства.

4. Доведено, що підвищення енергоефективності при використанні поновлюваних джерел енергії досягається за рахунок скорочення витрат на закупівлю вуглеводневих джерел енергії і електроенергії з централізованої електромережі; скорочення збитку від втрат сільськогосподарської продукції; розвитку видалених сільських населених пунктів; підвищення рівня життя і здоров'я сільського населення.

5. Порівняння турбінних і поршневих двигунів показує, що установка газових турбін найбільш вигідна.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок електричних навантажень споживачів ферми і вибір потужності силового трансформатора

Розрахунок проведемо за допомогою коефіцієнтів одночасності. Початковими даними при цьому служать значення розрахункових навантажень на вводах споживачів і коефіцієнтів одночасності, що приймаються по спеціальних таблицях залежно від числа електроприймачів. Коефіцієнтом одночасності називають відношення розрахункового навантаження групи електроприймачів до суми їх максимальних навантажень. Навантаження, як правило, визначають окремо для режимів денного і вечірнього максимумів. Якщо від мережі живляться тільки виробничі споживачі, то розрахунок можна виконати лише по денному максимуму [10].

Розрахункові навантаження на вводах об'єктів ферми визначимо по [11]. Складемо табл. 2.1. з вказівкою шифрів об'єктів і розрахунковими активними і реактивними навантаженнями тільки денного максимуму, оскільки основні споживачі електроенергії працюють переважно в денний час.

Таблиця 2.1 – Навантаження денного максимуму

№ з/п	Найменування об'єкту	Шифр	Денний максимум	
			P_g , кВт	Q_g , кВАр
1	Свинарник	139	36,5	12
2	Кормосклад	138	6	5
3	Котельна	383	5	4
4	Кормоцех	146	26	23
5	Пункт тех. обслуговування	197	6	5
6	Склад	372	3	2
7	Санпропускник	198	1	-

Виробничі споживачі приєднані до трансформаторної підстанції 10/0,4кВ однією відходящою лінією за наступною схемою, рис. 2.1.

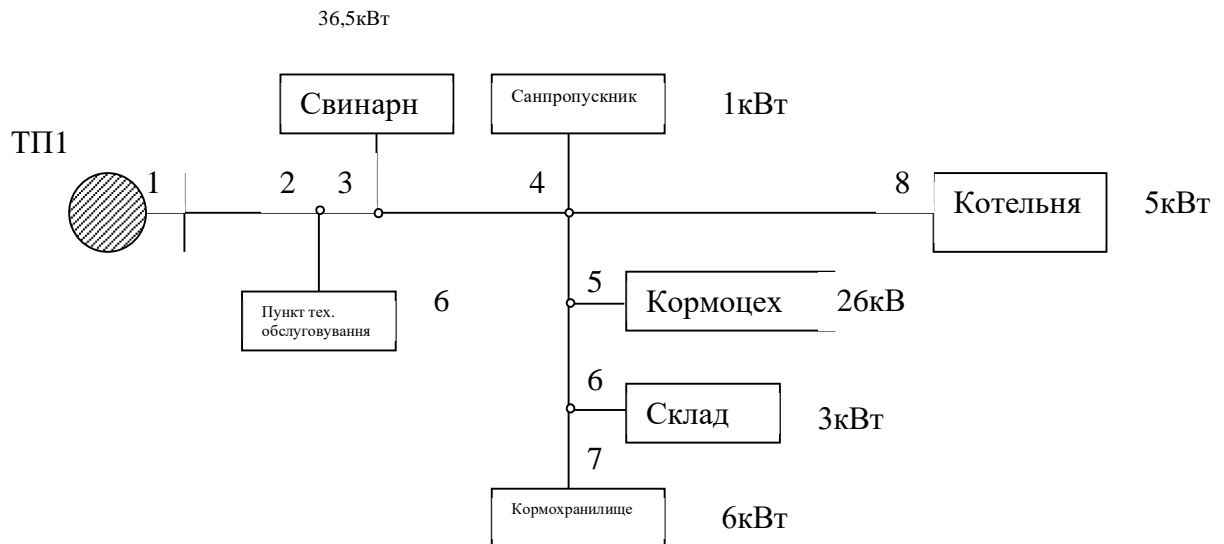


Рисунок 2.1 – Схема приєднання електроспоживачів до ТП

Розрахункові навантаження споживачів підсумовуємо з коефіцієнтами одночасності, приведеними в табл. 4.1 [11].

Якщо навантаження споживачів відрізняються за величиною більш ніж в 4 рази, підсумовування їх робимо по табл. 4.7 [11].

Робимо підсумовування навантажень по ділянках згідно рис. 2.1.

Ділянка 4-8:

$$P_{4-8} = 5 \text{ кВт.}$$

Ділянка 5-6 (з коефіцієнтом одночасності):

$$P_{5-6} = K_0 \cdot \Sigma P_i ;$$

$$P_{5-6} = 0,85 \cdot (6 + 3) = 7,65 \text{ кВт.}$$

Ділянка 4-5 (з коефіцієнтом одночасності):

$$P_{4-5} = 0,85 \cdot (26 + 7,65) = 28,6 \text{ кВт.}$$

Ділянка 3-4:

$$P_{3-4} = 28,6 + 0,6 + 3,1 = 32,3 \text{ кВт.}$$

Ділянка 2-3 (з коефіцієнтом одночасності):

$$P_{2-3} = 0,85 \cdot (32,3 + 36,5) = 58,48 \text{ кВт.}$$

Ділянка 1-2:

$$P_{1-2} = 51,25 + 3,7 = 62,18 \text{ кВт.}$$

Сумарне активне денне навантаження споживачів на ТП складає
 $P_{mn\delta} = 62,2 \text{ кВт}$.

Повна розрахункова потужність ТП по денному навантаженню рівна:

$$S_{pg} = \frac{P_{gmn}}{\cos \varphi};$$

$$S_{pg} = \frac{62,2}{0,75} = 83,4 \text{ кВт}.$$

Знайдемо сумарне вечірнє навантаження споживачів з урахуванням зовнішнього освітлення:

$$P_e = P_\delta \cdot K_e + P_{зовн.};$$

де $K_e = 0,6$ – коефіцієнт вечірнього максимуму для виробничих споживачів;
 $P_{зовн.}$ – навантаження зовнішнього освітлення території господарського двору, кВт;

$P_{зовн.}$ приймається з розрахунку 250 Вт на одну будівлю і 3 Вт на погонний метр довжини периметра господарського двору:

$$P_{нар} = 7 \cdot 0,25 + 0,003 \cdot 640 = 1,75 + 1,92 = 3,67 \text{ кВт}.$$

Тоді:

$$P_e = 88,8 \cdot 0,6 + 3,67 = 56,95 \text{ кВт}.$$

Повна розрахункова потужність ТП по вечірньому максимуму навантаження буде рівна:

$$S_{pe} = \frac{P_e}{\cos \gamma};$$

$$S_{pe} = \frac{56,95}{0,75} = 75,9 \text{ кВА}.$$

Вибираємо трансформатор по більшому денному максимуму по таблиці інтервалів навантажень з урахуванням економічних інтервалів і допустимих систематичних перевантажень [10].

Вибираємо трансформатор типу ТМ-63/10-65У1 з номінальною потужністю $S = 63 \text{ кВА}$; $U_{кз} = 4,5\%$; $I_{хх} = 2,8\%$.

І вибираємо до встановлення комплектну трансформаторну підстанцію зовнішнього встановлення типу КТП63-10/0, 4У1.

Оскільки споживачі свиноферми по мірі надійності електропостачання відносяться до III категорії, встановлюємо 1 трансформатор зі складським резервом.

2.2 Розрахунок внутрішньофермерської ПЛ-0,4 кВ

Складаємо розрахункову схему мережі ПЛ-0,38 відповідно до генплану. Усі енергоспоживачі ферми живляться від трансформаторної підстанції однією відходящою лінією.

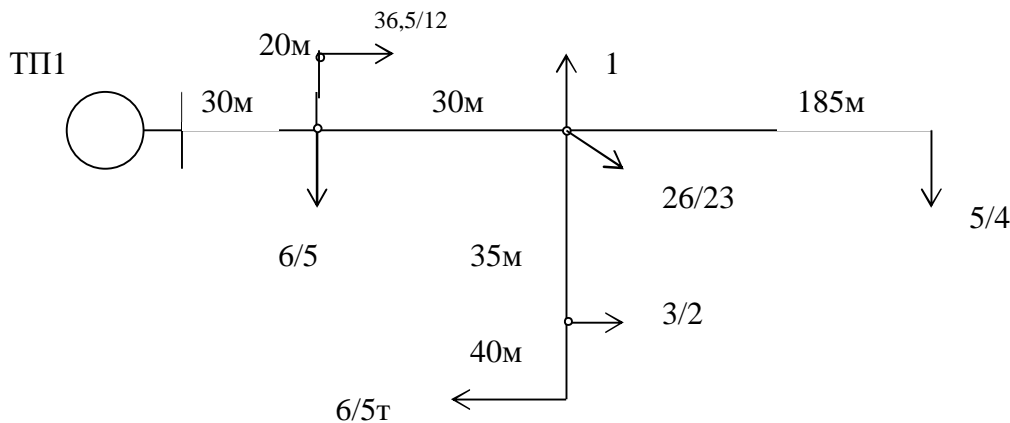


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема мережі 0,38 кВ

На схемі в чисельнику вказані активні навантаження денного максимуму, в знаменнику – реактивні навантаження денного максимуму споживачів. Довжини розрахункових ділянок лінії також вказані на схемі.

Розрахунок мереж 0,38 кВ виконаємо виходячи з постійності площі перерізу лінії по усій довжині при заданих допустимих втратах напруги $\Delta U_{\text{дон}} = 5\%$.

Розрахункова формула для визначення площі перерізу проводів:

$$F = \frac{\Sigma P_a \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U_a \cdot U_n}, \quad (2.1)$$

де F – переріз проводу, мм²;

P_a – активна потужність, Вт;

l – довжина лінії, м;

γ – питома провідність проводу, $\gamma = 32$ м/Ом·мм²;

ΔU_a – втрата напруги в активному опорі, В;

U_n – номінальна напруга мережі, В.

Втрата напруги в активному опорі визначається за виразом:

$$\Delta U_a = \Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_p, \quad (2.2)$$

де $\Delta U_{\text{дон}}$ – допустима втрата напруги, В;

ΔU_p – втрати напруги в реактивному опорі лінії.

Допустима втрата напруги $\Delta U_{\text{дон}}$ буде рівна:

$$\Delta U_{\text{дон}} = \frac{\Delta U_{\text{дон}}\% \cdot U_n}{100\%};$$

$$\Delta U_{\text{дон}} = \frac{380 \cdot 5}{100} = 19 \text{ В.}$$

Втрати напруги в реактивному опорі знайдемо по формулі:

$$\Delta U_p = x_0 \left(\sum \frac{Q \cdot l}{U_n} \right), \quad (2.3)$$

де $x_0 = 0,35$ Ом/км – індуктивний опір лінії;

Q – реактивні розрахункові навантаження споживачів, кВАр;

l – довжина ділянки лінії, км.

$$\Delta U_p = 0,35 \cdot \left(\frac{5 \cdot 0,03 + 12 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,135 + 2 \cdot 0,095 + 23 \cdot 0,06 + 4 \cdot 0,245}{0,38} \right) =$$

$$= 0,35 \cdot \left(\frac{0,15 + 0,6 + 0,375 + 0,19 + 1,38 + 0,98}{0,38} \right) = 3,66 \text{ В.}$$

Визначимо втрату напруги в активному опорі за виразом (2.2):

$$\Delta U_a = \Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_p;$$

$$\Delta U_a = 19 - 3,66 = 15,34 \text{ В}$$

Тоді площа перерізу проводу лінії по формулі (2.1) буде рівна:

$$F = \frac{5 \cdot 245 + 6 \cdot 135 + 3 \cdot 95 + 26 \cdot 60 + 1 \cdot 60 + 28 \cdot 50 + 6 \cdot 30}{32 \cdot 15,34 \cdot 0,38} =$$

$$= \frac{1225 + 810 + 285 + 1560 + 60 + 1400 + 180}{186,534} = 29,6 \text{ мм}^2.$$

Вибираємо алюмінієвий провід найближчого стандартного перерізу А-35, перерізом 35мм².

Таким чином, внутрішньофермерська ПЛ-0,38 виконується алюмінієвим проводом 3А35+1А25.

2.3 Висновки до розділу 2

В даному розділі здійснено розрахунок силового навантаження використовуючи коефіцієнт одночасності. Початковими даними при цьому слугували значення розрахункових навантажень на вводах споживачів і коефіцієнтів одночасності, що приймаються по спеціальних таблицях залежно від числа електроприймачів. Так, як від мережі живляться тільки виробничі споживачі, то розрахунок здійснено по денному максимуму.

Складено розрахункову схему мережі ПЛ-0,38 відповідно до генплану. Усі енергоспоживачі ферми живляться від трансформаторної підстанції однією відходящою лінією.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок електричного освітлення

3.1.1 Світлотехнічний розрахунок

У світлотехнічному розрахунку проводиться розрахунок число світильників в кожному приміщенні, робиться їх розставлення і обчислюється необхідна потужність ламп для створення нормованої освітленості в кожному приміщенні.

По-перше, визначимо нормовану освітленість в усіх приміщеннях. Основним нормативним документом при виборі освітленості є ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» норми освітленості» [12], згідно з якими в основних виробничих приміщеннях для утримання тварин треба застосовувати світильники з люмінесцентними лампами, а в приміщеннях підсобного призначення з низькими нормами освітлення – світильники з лампами розжарювання.

- Приміщення для утримання тварин, секції відтворення, опоросів і вирощування – $E_n = 75$ лк;
- Приміщення для утримання тварин, секція відгодівлі – $E_n = 50$ лк;
- Приміщення для приводу транспортера – $E_n = 30$ лк;
- Приміщення для обслуговуючого персоналу – $E_n = 150$ лк;
- Приміщення для інвентаря – $E_n = 10$ лк;
- Санвузол – $E_n = 30$ лк;
- Венткамера – $E_n = 30$ лк;
- Коридор – $E_n = 10$ лк;
- Щитова – $E_n = 150$ лк;
- Забійна – $E_n = 75$ лк;
- Остивочн – $E_n = 20$ лк;
- Гардероб і душова – $E_n = 50$ лк;
- Кормоприготування – $E_n = 150$ лк.

В усіх приміщеннях проектуємо загальне рівномірне освітлення, вид освітлення – робоче.

У основних виробничих приміщеннях для утримання тварин і коридорі окрім робочого проектуємо ще і чергове освітлення для контролю стану тварин в нічний час, який згідно з Галузевими стандартами повинен складати приблизно 10% від загальної освітленості приміщень.

Розрахунок освітлювальних установок в приміщенні для відтворення, опоросів і вирощування.

Початкові дані:

Нормована освітленість – $E_n = 75$ лк;

Площа – $S = 468$ м²;

Довжина – $a = 39$ м;

Ширина – $b = 12$ м;

Висота – $H = 3$ м;

Вибираємо тип світильника – ПВЛМ - 2 × 40 - 02 - У4, КСС - Д - 1

Знаходимо коефіцієнти відображення стін, стелі, робочої поверхні:

$$\rho_n = 50\%;$$

$$\rho_{cm} = 30\%;$$

$$\rho_{p.n.} = 10\%.$$

Розміщуємо світильники на плані приміщення.

Визначаємо розрахункову висоту встановлення світильників:

$$h_p = H_n - h_{зв} - h_{p.n.}, \quad (3.1)$$

де H_n – висота приміщення, м;

$h_{зв}$ – висота звісу світильників, м;

$h_{p.n.}$ – висота робочої поверхні над підлогою, м,

$$h_{p.n.} = 0.$$

Світильники підвішуємо до стелі на розрахунковій висоті:

$$h_p = 3 - 0,3 = 2,7 \text{ м.}$$

Обчислюємо орієнтовну відстань між світильниками:

$$L = \lambda \cdot h_p, \quad (3.2)$$

де L – відстань між світильниками, м;

h_p – розрахункова висота, м;

λ – відносна найбільш вигідна відстань між світильниками, $\lambda = 1,4$ [7].

$$L = 1,4 \cdot 2,7 = 3,78 \text{ м.}$$

Приймаємо $L = L_a = 3,78 \text{ м.}$

Знаходимо число світильників в приміщенні по стороні «а»:

$$N_a = \frac{a}{L_a}; \quad (3.3)$$

$$N_a = \frac{39}{3,78} = 10 \text{ шт.}$$

Виходячи з технології розміщення тварин в приміщенні, приймаємо число рядів світильників по стороні «b» $N_b = 2$ ряди.

Визначаємо загальне число світильників в приміщенні:

$$N = N_a \cdot N_b; \quad (3.4)$$

$$N = 10 \cdot 2 = 20 \text{ шт.}$$

Уточнюємо відстань між світильниками:

$$L_a = \frac{a}{N_a} \quad (3.5)$$

$$L_a = \frac{39}{10} = 3,9 \text{ м;}$$

$$L_b = \frac{b}{N_b};$$

$$L_b = \frac{12}{2} = 6 \text{ м.}$$

Для визначення потужності ламп скористаємося методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Визначуваний коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп $Z = 1,1$ і коефіцієнт запасу $k_3 = 1,8$ [12].

Індекс приміщення i знаходимо по формулі:

$$i = \frac{S}{h_p(a+b)}; \quad (3.6)$$

$$i = \frac{468}{2,7 \cdot (39 + 12)} = 3,39$$

Коефіцієнт використання світлового потоку I визначаємо по таблиці [12] $I = 0,64$.

Визначаємо світловий потік однієї лампи по формулі:

$$F_l = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{2 \cdot N \cdot I}; \quad (3.7)$$

$$F_l = \frac{75 \cdot 468 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{2 \cdot 20 \cdot 0,64} = 2714 \text{ лм.}$$

По отриманому значенню F_l з додатка [12] вибираємо джерело світла стандартної потужності з найближчим світловим потоком.

$F_{l \text{ табл.}} = 3000$ лм, лампа ЛБ-40.

Різниця між $F_{l \text{ табл.}}$ і F_l (розрахованим) значенням повинна знаходитися в межах $+20 \text{ } -10\%$, тобто:

$$-10\% \leq \frac{F_{l \text{ табл.}} - F_l}{F_l} \cdot 100\% \leq +20\%; \quad (3.8)$$

$$\frac{3000 - 2714}{2714} \cdot 100\% = +9,5\%, \text{ що допустимо.}$$

Остаточню підраховуємо сумарну потужність освітлювальних установок приміщення:

$$P_{oy} = 2 \cdot P_l \cdot N; \quad (3.9)$$

$$P_{oy} = 2 \cdot 40 \cdot 20 = 1600 \text{ Вт} = 1,6 \text{ кВт}$$

Робимо перевірку розрахунку цього приміщення точковим методом.

На плані приміщення, на якому вказано розміщення світильників, намічаємо контрольну точку A , освітленість в якій може виявитися найменшою.

Визначаємо відстань від світильників до цієї точки:

$$d_1 = \frac{1}{2} \sqrt{L_a^2 + L_b^2};$$

$$d_1 = \frac{1}{2} \sqrt{3,9^2 + 6^2} = 3,5 \text{ м};$$

$$d_2 = \sqrt{\left(L_a + \frac{L_a}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_b}{2}\right)^2};$$

$$d_2 = \sqrt{\left(3,9 + \frac{3,9}{2}\right)^2 + \left(\frac{6}{2}\right)^2} = 6,4 \text{ м};$$

$$d_3 = \sqrt{d_1^2 + d_2^2};$$

$$d_3 = \sqrt{3^2 + 9,5^2} = 10 \text{ м}.$$

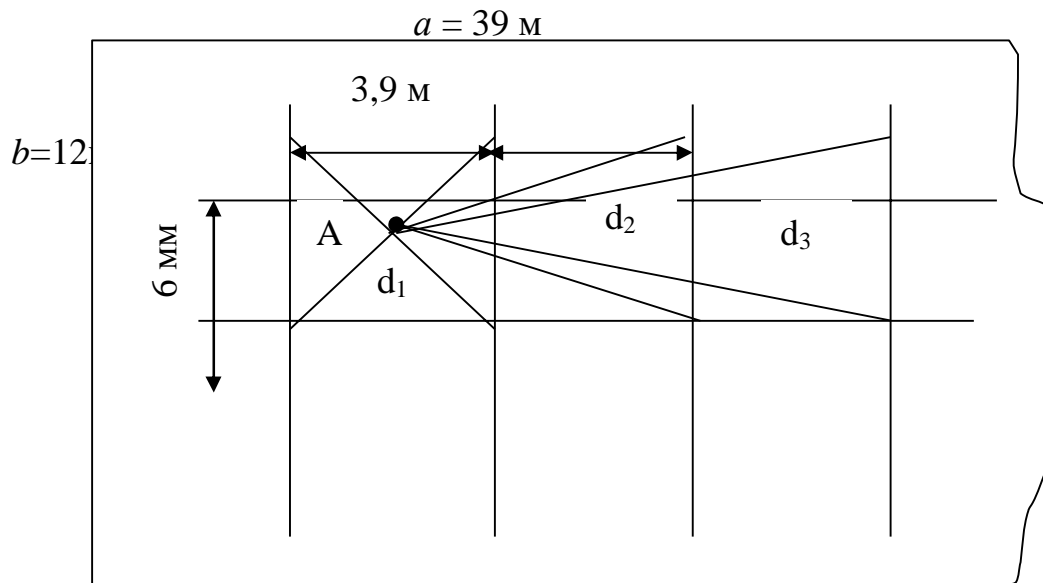


Рисунок 3.1 – Розміщення світильників на плані приміщення

Визначаємо:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{d_1}{h_p} = \frac{3,5}{2,7} = 1,3 \quad \alpha_1 = 52^\circ \quad \cos^3 \alpha_1 = 0,238$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{d_2}{h_p} = \frac{6,4}{2,7} = 2,3 \quad \alpha_2 = 67^\circ \quad \cos^3 \alpha_2 = 0,059$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{d_3}{h_p} = \frac{10}{2,7} = 3,7 \quad \alpha_3 = 74^\circ \quad \cos^3 \alpha_3 = 0,021$$

По таблиці [21] визначаємо силу світла світильника у напрямі точки освітлення.

$$I_{a1} = 145 \text{ кд (значення подовжньої кривої сили світла)}.$$

$$I_{a2} = 60 \text{ кд (значення подовжньої кривої сили світла)}.$$

$I_{a3} = 30$ кд (значення поперечної кривої сили світла світильника).

Обчислюємо умовну освітленість в контрольній точці, що створюється кожним найближчим світильником по формулі:

$$e_i = \frac{I_a \cdot \cos^3 \alpha}{h_p^2}, \quad (3.10)$$

де h_p – розрахункова висота встановлення світильників, м.

$$e_1 = \frac{145 \cdot 0,238}{27^2} = 4,7 \text{ лк};$$

$$e_2 = \frac{60 \cdot 0,059}{27^2} = 0,48 \text{ лк};$$

$$e_3 = \frac{30 \cdot 0,021}{27^2} = 0,086 \text{ лк}.$$

Визначаємо сумарну умовну освітленість в точці А від найближчих світильників:

$$\sum e = 4 \cdot e_1 + 2 \cdot e_2 + 2 \cdot e_3; \quad (3.11)$$

$$\sum e = 4 \cdot 4,7 + 2 \cdot 0,48 + 2 \cdot 0,086 = 19,9 \text{ лк}.$$

Визначаємо дійсну освітленість в точці А по формулі:

$$E_A = \frac{F_n \cdot \mu \cdot \sum e}{1000 \cdot K_3}, \quad (3.12)$$

де F_n – світловий потік лампи, лм;

μ – коефіцієнт додаткової освітленості, що враховує дію віддалених світильників, ($\mu = 1,05 \dots 1,2$);

$\sum e$ – сумарна умовна освітленість, лк;

K_3 – коефіцієнт запасу.

$$E_a = \frac{2 \cdot 3000 \cdot 19,9 \cdot 1,2}{1000 \cdot 1,8} = 79,6 \text{ лк};$$

$$\Delta E = \frac{E_a - E_n}{E_n} \cdot 100\%;$$

$$\Delta E = \frac{79,6 - 75}{75} \cdot 100\% = +6\%.$$

Вважається допустимим, якщо нормована освітленість відрізняється від розрахункової не більше, ніж на - 10% або +20%.

Таким чином, остаточно встановлюємо в приміщенні 20 штук 2-х лампових світильників типу ПВЛМ 2-2x40-0,2-У4 з лампами ЛБ-40.

Розрахунок освітлювальних установок в приміщенні для відгодівлі свиней.

Початкові дані:

Нормована освітленість $E_n = 50$ лк

Площа – $S = 312$ м²;

Довжина – $a = 26$ м;

Ширина – $b = 12$ м;

Висота – $H = 3$ м.

Вибираємо тип світильника – ПВЛМ 2 × 40 з КСС (Д-1).

Знаходимо коефіцієнти відображення стін, стелі, робочої поверхні :

$$\rho_n = 50\%;$$

$$\rho_{ст} = 30\%;$$

$$\rho_{р.п.} = 10\%.$$

Розміщуємо світильники на плані приміщення.

Визначаємо висоту встановлення світильників:

$$h_p = H_n \cdot h_{зв} \cdot h_{р.п.},$$

де H_n – висота приміщення, м;

$h_{зв}$ – висота звісу світильників, м

$h_{р.п.}$ – висота робочої поверхні над підлогою, м, $h_{р.п.} = 0$.

Світильники підвішуємо до стелі на висоті:

$$h_p = 3 - 0,3 = 2,7 \text{ м.}$$

Обчислюємо орієнтовну відстань між світильниками:

$$L = \lambda \cdot h_p,$$

де L – відстань між світильниками, м;

h_p – розрахункова висота, м;

λ – відносна найбільш вигідна відстань між світильниками, $\lambda = 1,4$ (табл.

$$L = 1,4 \cdot 2,7 = 3,78 \text{ м}$$

Приймаємо $L = L_a = 3,78 \text{ м}$.

Знаходимо число світильників в приміщенні по стороні «а».

$$N_a = \frac{a}{L_a};$$

$$N_a = \frac{26}{3,78} = 6,9 \approx 7 \text{ шт.}$$

Виходячи з технології розміщення тварин в приміщенні, приймаємо число рядів світильників по стороні «b» $N_b = 2$ ряди.

Визначаємо загальне число світильників в приміщенні

$$N = N_a \cdot N_b;$$

$$N = 7 \cdot 2 = 14 \text{ шт.}$$

Уточнюємо відстань між світильниками:

$$L_a = \frac{26}{7} = 3,7 \text{ м};$$

$$L_b = \frac{12}{2} = 6 \text{ м.}$$

Для визначення потужності ламп скористаємося методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп $Z = 1,1$.

Індекс приміщення i знаходимо по (3.6):

$$i = \frac{312}{2,7 \cdot (26 + 12)} = 3.$$

Коефіцієнт використання світлової стелі I визначаємо по таблиці [12]

$$I = 0,6$$

Визначаєм світловий потік однієї лампи по (3.7)

$$F_l = \frac{50 \cdot 312 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{2 \cdot 14 \cdot 0,6} = 1838 \text{ лм.}$$

По отриманому значенню F_l з каталогу [12] вибираємо джерело світла стандартної потужності з найближчим світловим потоком.

$$F_{l \text{ табл.}} = 2100 \text{ лм, лампа ЛД-40.}$$

Різниця між $F_{л табл.}$ і $F_{л}$ (розраховане) значенням повинна знаходитися в межах $+20$.-10%, тобто:

$$-10\% \leq \frac{F_{л табл.} - F_{л}}{F_{л}} \cdot 100\% \leq +20\% ;$$

$$\frac{2100 - 1838}{2100} \cdot 100\% = +12,5\% , \text{ що допустимо.}$$

Остаточню підраховуємо сумарну потужність освітлювальних установок приміщення :

$$P_{oy} = 2 \cdot P_{л} \cdot N;$$

$$P_{oy} = 2 \cdot 40 \cdot 14 = 1120 \text{ Вт} = 1,12 \text{ кВт.}$$

Розрахунок освітлювальних установок методом питомої потужності відділення кормоприготування.

Початкові дані:

Нормована освітленість – $E_n = 150$ лк;

Площа – $S = a \times b = 12 \times 5 = 60 \text{ м}^2$;

$\rho_{ст} = 0,3$;

$\rho_n = 0,5$;

$\rho_{р.п.} = 0,1$.

На розрахунковій висоті $h_p = 2,7$ м передбачається встановити світильники типу ПВЛМ 2×40 П(Д-1)

Вимагається визначити необхідне число світильників для створення освітленості $E_n = 150$ лк при $K_z = 1,8$ і $Z = 1,15$.

По табл. [2] знаходимо $P_{нум} = 3,5 \text{ Вт/м}^2$, при $K_z = 1,3$; $Z = 1,15$ і $E_n = 100$ лк.

Робимо пропорційний розрахунок:

$$P_{нум.} = \frac{P_{нум.табл.} \cdot K_z \cdot E_n}{K_{з табл.} \cdot E_{табл.}} ; \quad (3.13)$$

$$P_{нум.} = \frac{3,5 \cdot 1,8 \cdot 150}{1,5 \cdot 100} = 6,3 \text{ Вт/м}^2;$$

$$N = \frac{P_{нум.} \cdot S}{P_{л}} ;$$

$$N = \frac{6,3 \cdot 60}{80} = 4,7.$$

Встановлюємо 5 світильників типу ПВЛМ 2×40 П(Д-1) з лампами ЛБ по 40 Вт кожна.

Розрахунок освітлювальних установок приміщення приводу транспортера методом питомої потужності.

Початкові дані:

Нормована освітленість – $E_n = 30$ лк;

Площа – $S = 40\text{м}^2$;

$\rho_{ст} = 0,3$;

$\rho_n = 0,5$;

$\rho_{р.н.} = 0,1$.

На розрахунковій висоті $h_p = 2,7$ м передбачається встановити світильники типу ПСХ-60М Н(Д-1).

Вимагається визначити необхідне число світильників для створення освітленості $E = 30$ лк при $K_z = 1,4$ і $Z = 1,15$.

По табл. 1.11 знаходимо $P_{num.} = 24,4$ Вт/м², при $K_z = 1,3$, $Z = 1,15$ і $E_n = 100$ лк.

Робимо пропорційний розрахунок:

$$P_{num.} = \frac{P_{num.табл.} \cdot K_z \cdot E_n}{K_{зтабл.} \cdot E_{табл.}};$$

$$P_{num.} = \frac{24,4 \cdot 1,4 \cdot 30}{1,3 \cdot 100} = 7,8 \text{ Вт/м}^2;$$

$$N = \frac{P_{num.} \cdot S}{P_l};$$

$$N = \frac{7,8 \cdot 40}{60} = 4,2.$$

Встановлюємо 4 світильники типу ПСХ-60М Н(Д-1) з лампами по 60 Вт.

Інші приміщення розраховані аналогічно і результати розрахунків зведені у світлотехнічну відомість.

3.1.2 Електротехнічний розрахунок

По мірі надійності електропостачання електроприймачі будівлі, відповідно до ПУЕ, відносять до споживачів II категорії.

Електропостачання будівлі передбачається від щита 380/220В трансформаторної підстанції ферми.

Оскільки довжина основного виробничого приміщення близько 80 м, то світильники підключаємо до 1 щитка, встановленому в електрощитовій.

Живлення освітлювальних щитів робиться від загального з силовим навантаженням введення кабелем АБВГ.

Мережа електроосвітлення виконується кабелем марки АБВГ на скобах в усіх приміщеннях.

Робимо компонування освітлювальної мережі. Усі світильники свинарника об'єднуємо в 4 групи.

1 гр. – секції відтворення, опоросів і вирощування;

2 гр. – секція для відгодівлі;

3 гр. – підсобні приміщення;

4 гр. – чергове освітлення;

Розрахунок перерізу проводів.

Розрахунок перерізу проводів 1 групи:

Перша група складається з 20 світильників з люмінесцентними лампами.

Складаємо розрахункову схему групи 1 (рис.3.2)

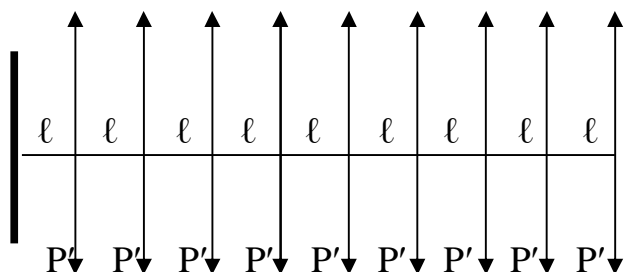


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема групи 1

Встановлена потужність 1 групи $P_p = 1,6$ кВт.

Якщо навантаження розподілене рівномірно, тобто в групі усі світильники однакові і розташовані на однаковій відстані один від одного, то сумарний момент можна визначити по приведеній довжині до центру навантажень по формулі:

$$\sum M = n \cdot P' \cdot \left[l_0 + \frac{l \cdot (n-1)}{2} \right], \quad (3.14)$$

де l_0 – відстань від центру до першого світильника групи, м;

n – число світильників однакової потужності;

l – відстань між світильниками, м;

P' – навантаження, кВт.

$$\sum M = 20 \cdot 0,08 \cdot \left[7 + \frac{3,9 \cdot (20-1)}{2} \right] = 70 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо переріз проводу для цієї групи:

$$S = \frac{\sum M}{c \cdot \Delta U}, \quad (3.15)$$

де $\sum M$ – сумарний момент, кВт · м;

$c = 7,4$ – коефіцієнт, що залежить від системи напруги (1-х фазна) і матеріалу проводу (алюміній);

$\Delta U = 2,3\%$ – допустима втрата напруги в групі.

$$S = \frac{70}{7,4 \cdot 2,3} = 3,7 \text{ мм}^2.$$

По механічній міцності вибираємо переріз проводу $S = 4 \text{ мм}^2$. Вибираємо кабель АВВГ 2×4

Робимо перерахунок втрати напруги:

$$\Delta U_0 = \frac{\sum M}{c \cdot S};$$

$$\Delta U_0 = \frac{70}{7,4 \cdot 4} = 2,3\%.$$

Робимо перевірку проводу по допустимому нагріву по умові:

$$I_p < I_{\text{дон}};$$

$$I_{\text{дон}} = 32 \text{ А};$$

$$I_{p.зр.1} = \frac{P_{p.зр.}}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi}; \quad (3.16)$$

$$I_{p.зр.1} \frac{1,92}{0,22 \cdot 0,9} = 9,7 \text{ А},$$

де $P_{p.зр} = P_{уст} \cdot 1,2$,

$$P_{p.зр} = 1,6 \cdot 1,2 = 1,92 \text{ кВт}$$

Вибираємо кабель марки АВВГ (2×4).

Розрахунок перерізу проводів 2 групи.

Друга група складається з 14 світильників з люмінесцентними лампами.

Складаємо розрахункову схему групи 2 (рис. 3.3).

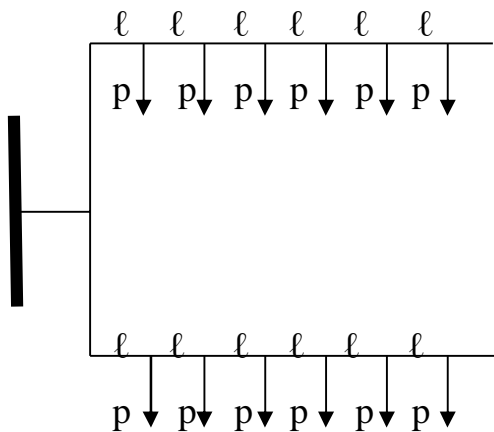


Рисунок 3.3 Розрахункова схема групи 2

Встановлена потужність 2 групи $P_p = 1,12 \text{ кВт}$.

Оскільки, навантаження розподілене рівномірно, тобто в групі усі світильники однакові і розташовані на однаковій відстані один від одного, то сумарний момент можна визначити по приведеній довжині до центру навантажень по (3.14).

$$\sum M_{зр.2} = 14 \cdot 0,08 \cdot \frac{3,7 \cdot (14-1)}{2} = 38 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо переріз проводу для цієї групи:

$$S = \frac{\sum M}{c \cdot \Delta U};$$

$$S = \frac{38}{7,4 \cdot 2,3} = 2,2 \text{ мм}^2,$$

де $\sum M$ – сумарний момент, кВт · м;

$c = 7,4$ – коефіцієнт, що залежить від системи напруги (1-х фазна) і матеріалу проводу.

$\Delta U = 2,3\%$ – допустима втрата напруги в групі.

По механічній міцності вибираємо переріз проводу $S=2,5\text{мм}^2$. Вибираємо кабель марки АВВГ $2 \times 2,5$.

Робимо перерахунок втрати напруги

$$\Delta U_0 = \frac{\sum M}{c \cdot S};$$

$$\Delta U_0 = \frac{38}{7,4 \cdot 2,5} = 2.$$

Робимо перевірку проводу по допустимому нагріву:

$$I_{дон} = 24\text{А};$$

$$I_{p.p.2} = \frac{P_{роз}}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi};$$

$$I_{p.p.2} = \frac{1,34}{0,22 \cdot 0,9} = 6,7 \text{ А};$$

$$I_p < I_{дон}.$$

Приймаємо кабель марки АВВГ ($2 \times 2, 5$).

Розрахунок інших груп аналогічний.

Вибір типу щита, апаратів керування і захисту мереж від коротких замикань і перевантажень.

Визначаємо сумарну потужність освітлювальних електроприймачів будівлі.

$$\text{ЩО-1} \quad P_{yсм1} = 1,92 \text{ кВт};$$

$$P_{yсм2} = 1,34 \text{ кВт};$$

$$P_{ycm3} = 3,38 \text{ кВт};$$

$$P_{ycm4} = 0,4 \text{ кВт}.$$

$$\Sigma P_{ycm} = P_{ycm1} + P_{ycm2} + P_{ycm3} + P_{ycm4}; \quad (3.17)$$

$$\Sigma P_{ycm} = 1,92 + 1,34 + 3,38 + 0,4 = 7,04 \text{ кВт}.$$

Визначаємо розрахункову потужність освітлювальних електроприймачів будівлі:

$$\Sigma P_p = \Sigma P_{ycm} \cdot K_n, \quad (3.18)$$

де $K_n = 0,85$ – коефіцієнт попиту.

$$\Sigma P_p = 7,04 \cdot 0,85 = 5,9 \text{ кВт}.$$

Визначаємо розрахункові струми на введенні:

$$I_{p1} = \frac{P_{p1} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}; \quad (3.19)$$

$$I_{p1} = \frac{5,9 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 9,9.$$

Визначаємо номінальні струми апаратів захисту на введенні і в групах по умові:

$$I_\delta \geq 1,4 I_p; \quad (3.20)$$

$$I_\delta = 1,4 \cdot 9,9 = 13,8 \text{ А};$$

$$I_{\delta p.1} = 1,4 \cdot 9,7 = 13,5 \text{ А};$$

$$I_{\delta p.2} = 1,4 \cdot 6,7 = 9,3 \text{ А};$$

$$I_{\delta p.3} = 1,4 \cdot 8,89 = 12,4 \text{ А};$$

$$I_{\delta p.4} = 1,4 \cdot 1,05 = 1,47 \text{ А}.$$

Встановлюємо ЩО серії ЯРН 8501-3801 з 6 груповими виводами, з автоматичними вимикачами ВА 51-31 на введенні і ВА 14-26 на групових відведеннях.

Виставляємо уставки вимикачів :

- для гр.1 – 16 А;
- для гр.2 – 10 А;
- для гр.3 – 16 А;
- для гр.4 – 6 А;

- для введення – 16 А.

Заходи по захисту обслуговуючого персоналу.

Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом усі металеві неструмоведучі частини електроустановок (корпуси щитків, пускового обладнання, світильників і тому подібне), які можуть виявитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, мають бути заземлені приєднанням до нульового проводу електромережі.

3.2 Розрахунок і вибір електроприводів

3.2.1 Розрахунок і вибір електродвигуна горизонтального транспортера

Початкові дані:

$$N_{ж.св} = 300 \text{ гол.}$$

$L_2 = 170 \text{ м}$ – довжина ланцюга горизонтального транспортера;

$L_n = 17 \text{ м}$ – довжина ланцюга похилого транспортера;

$\alpha = 30^\circ$ – кут встановлення похилого транспортера;

$Z = 4$ – кількість прибирань в добу;

$v_2 = 0,19 \text{ м/с}$ – швидкість руху транспортерного ланцюга горизонтального транспортера;

$V_n = 0,72 \text{ м/с}$ – те ж для похилого транспортера;

$m_l = 6 \text{ кг}$ – маса скребкового ланцюга довжиною в один погонний метр;

$t_l = 0,46 \text{ м}$ – крок скребків;

$f_{л.к.} = 0,5$ – коефіцієнт тертя транспортерного ланцюга об дно гнойового каналу;

$f_{л.ж.} = 0,3$ – те ж об дно жолоба;

$f_{г.к.} = 0,96$ – коефіцієнт тертя гною об дно і стінки гнойового каналу;

$f_{г.ж.} = 0,99$ – те ж об дно і стінки жолоба;

$P_{зак} = 15 \text{ Н}$ – опір руху гною, пов'язаний із заклинюванням його між скребками і стінками каналу або жолоба, що приходить на один скребок.

Приймаємо, що тиск гною на бічні стінки каналу або жолоба дорівнює половині його ваги. За одне прибирання ланцюг горизонтального транспортера повинен зробити 1,05 повного оберту.

В процесі прибирання гною навантаження на приводному валу горизонтального транспортера не залишається постійним. На початку прибирання момент опору максимальний, у міру руху транспортерного ланцюга кількість переміщуваного гною зменшується і у кінці періоду прибирання значення навантаження визначається моментом опору холостого ходу.

Зусилля в транспортерному ланцюзі при роботі на холостому ходу:

$$F_x = 9,81 \cdot m_l \cdot L_z \cdot f_{l.k.}; \quad (3.21)$$

$$F_x = 9,81 \cdot 6 \cdot 700 \cdot 0,5 = 5003 \text{ Н.}$$

При роботі транспортера під навантаженням виникають додаткові зусилля, пов'язані з переміщенням гною по каналу.

$$F_{l_2} = 9,81 \cdot m_{z.z.} \cdot f_{z.k.},$$

де

$$m_{z.z.} = \frac{N_{жс} \cdot q_z}{Z}; \quad (3.22)$$

$$m_{z.z.} = \frac{2000 + 400}{4} = 400,$$

$N_{жс}$ – кількість голів свиней, що доводиться на один транспортер;

q_z – маса добового виходу гною від однієї свині, кг;

$$N_{жс} \cdot q_z = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ кг для поросят};$$

$$N_{жс} \cdot q_z = 100 \cdot 40 = 400 \text{ кг для свиней.}$$

$$F_{l_2} = 9,81 \cdot 400 \cdot 0,96 = 3767 \text{ Н.}$$

Сила тертя гною об бічні стінки каналу :

$$F_{2z} = P_{бок} \cdot f_{z.k.}, \quad (3.23)$$

где $P_{бок} = 0,5 \cdot 9,81$

$m_{z.z.} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 400 = 1962 \text{ Н}$ – тиск гною на бічні стінки каналу.

$$F_{2z} = 1962 \cdot 0,96 = 1883 \text{ Н.}$$

Зусилля опору ланцюга при заклинюванні гною між скребками і стінками каналу :

$$F_{3z} = \frac{L_3}{t_l} \cdot P_{зак}; \quad (3.24)$$

$$F_{3z} = \frac{170}{0,46} \cdot 15 = 5543 \text{ Н.}$$

Сумарне максимальне зусилля при роботі транспортера під навантаженням:

$$F_{max n} = F_{xz} + F_{1z} + F_{2z} + F_{3z}; \quad (3.25)$$

$$F_{max n} = 5003 + 3767 + 1883 + 5543 = 16196 \text{ Н/}$$

Момент опору на валу двигуна на холостому ходу:

$$M_{xz} = \frac{F_{xz} \cdot V}{\omega_{дв} \cdot \eta_n}, \quad (3.26)$$

де $\omega_{дв} = \frac{\pi_z \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3,14 \cdot 1420}{30} = 148,6 \text{ рад/с}$ – кутова швидкість валу двигуна

при передбачуваній частоті обертання :

$$n_{дв} = 1420 \text{ об/хв.};$$

$$\eta_p \cdot \eta_{pn} = 0,93 \cdot 0,97 = 0,9 \text{ – ККД передачі};$$

$$\eta_p = 0,93 \text{ – ККД редуктора};$$

$$\eta_{pn} = 0,97 \text{ – ККД ремінної передачі.}$$

$$M_{x.z.} = \frac{5003 \cdot 0,19}{148,6 \cdot 0,9} = 7,1 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Момент опору при роботі транспортера з максимальним навантаженням:

$$M_{мак.з.} = M_{мак.з} = \frac{F_{мак.з} \cdot V}{\omega_{дв.} \cdot \eta_n};$$

$$M_{мак.з} = \frac{16196 \cdot 0,19}{148,6 \cdot 0,9} = 47 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Тривалість роботи транспортера визначаємо за швидкістю руху ланцюга за умови 1,05 повного його оберту за період одного прибирання :

$$t_{pn} = t_{pn} = \frac{1,05 \cdot L_2}{V_2}; \quad (3.27)$$

$$t_{pn} = \frac{1,05 \cdot 170}{0,19} = 939 \text{ с} = 15,6 \text{ хв.}$$

Діаграма навантаження двигуна транспортера за період одного прибирання приведена на рис. 3.4.

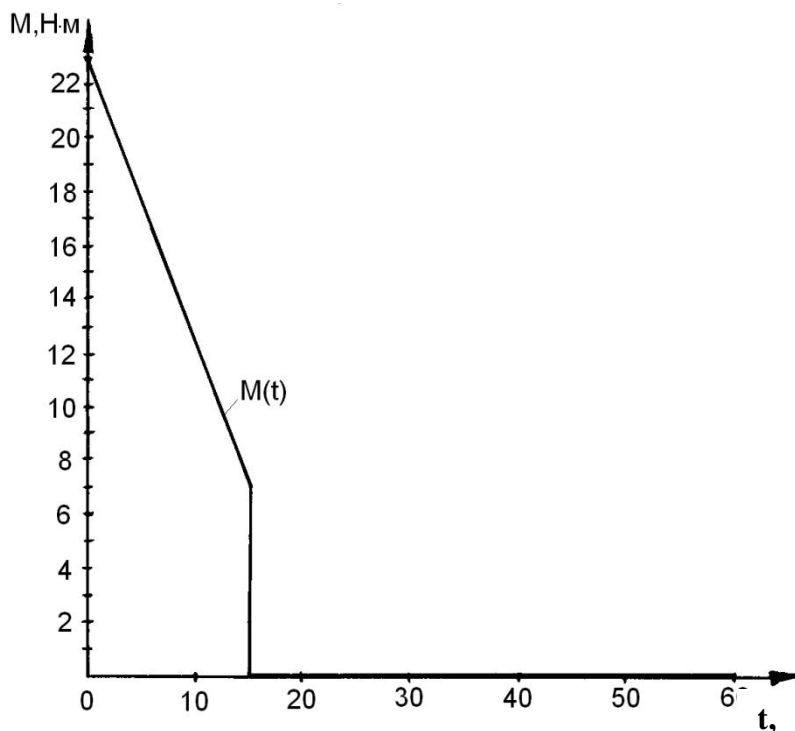


Рисунок 3.4 – Діаграма навантаження двигуна горизонтального транспортера

Відповідно до технології транспортер включають 4 рази в добу з тривалістю роботи $t_{pn} = 15,6$ хв і зупинки:

$$t_{з.з.} = \frac{1440}{Z} - t_{pz} = \frac{1440}{4} - 15,6 = 352 \text{ хв. или } 5 \text{ год } 52 \text{ хв.}$$

Отже, режим роботи двигуна короткочасний зі змінним навантаженням.

Попередній вибір потужності двигуна проводимо для короткотривалого режиму навантаження.

Еквівалентні моменти і потужність за період одного прибирання гною визначаємо без врахування умов пуску двигуна:

$$M_{екв.з} = \sqrt{\frac{M_x^2 + M_{x2} \cdot M_{max з} + M_{max з}^2}{3}}; \quad (3.28)$$

$$M_{екв.г} = \sqrt{\frac{7,1^2 + 7,1 \cdot 23 + 23^2}{3}} = 17 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_{екв.г} = M_{екв.г} \cdot \omega_{дв}; \quad (3.29)$$

$$P_{екв.г} = 17 \cdot 148,6 = 5117 \text{ Вт} = 5,1 \text{ кВт.}$$

Визначимо коефіцієнт термічного перевантаження:

$$\sigma_m = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_{pc}}{T_n}}}; \quad (3.30)$$

$$\sigma_m = \frac{1}{1 - e^{-\frac{8}{18}}} = \frac{1}{1 - 0,64} = 2,8.$$

Обчислюємо коефіцієнт механічного перевантаження

$$\sigma_m = \sqrt{(\alpha + 1)\sigma_m - \alpha}; \quad (3.31)$$

$$\sigma_m = \sqrt{(0,5 + 1) \cdot 2,8 - 0,5} = 1,3.$$

де $\alpha = 0,5$ – коефіцієнт втрат.

Потужність двигуна:

$$P_{дв} = \frac{P_{екв.г}}{\sigma_m}; \quad (3.32)$$

$$P_{дв} = \frac{5,1}{1,3} = 3,9 \text{ кВт.}$$

По $P_{дв} = 3,9$ кВт і $\omega_{дв} = 148,6$ рад/с вибираємо двигун 4A112MB6CY1 с/г виконання з $P_n = 4,0$ кВт, $n_n = 1400$ об/хв. і $\lambda = 2,2$.

Перевіряємо вибраний двигун на перевантажувальну здатність по умові:

$$M_{max} \geq M_{max.г}.$$

Максимальний момент двигуна:

$$M_{max} = M_n \cdot \lambda_m,$$

$$\text{де } M_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\omega_n} = \frac{4 \cdot 10^3}{146,5} = 27,3 \text{ Н}\cdot\text{м} \text{ – номінальний момент двигуна;}$$

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_m}{30} = \frac{3,14 \cdot 1400}{30} = 146,5 \text{ рад/с – номінальна швидкість двигуна,}$$

$$M_{max} = 27,3 \cdot 2,2 = 60,2 \text{ Н}\cdot\text{м;}$$

$$M_{max} = 60,2 \geq M_{max.z} = 47 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Асинхронний двигун 4А112МВ6СУ1 задовольняє необхідним умовам роботи горизонтального транспортера.

3.2.2 Розрахунок і вибір електродвигуна похилого транспортера

Похилий транспортер включаються на декілька секунд раніше горизонтального, тому на початку прибирання навантаження транспортера визначається моментом опору холостого ходу. Після пуску горизонтального транспортера починається надходження гною, що призводить до плавного збільшення моменту опору до максимального значення. У кінці прибирання момент опору поступово зменшується до свого значення при холостому ході.

Опір тертя ланцюга транспортера на холостому ході:

$$F_{x2} = 9,81 \cdot m_{л} \cdot L_n \cdot F_{ну} \cdot \cos \alpha ;$$

$$F_{x2} = 9,81 \cdot 6 \cdot 17 \cdot 0,3 \cdot \cos 30^\circ = 260 \text{ Н}.$$

Зусилля, необхідне для переміщення гною по жолобу:

$$F_{1n} = 9,81 \cdot m_{гн} \cdot f_{ну} \cdot \cos \alpha,$$

$$\text{де } m_{гн} = m_{гн} = \frac{m_{г2}}{L_2} \cdot V_2 \cdot t_{гн} = \frac{690}{90} \cdot 0,19 \cdot 11,8 = 17,2 = \frac{690}{90} \cdot 0,19 \cdot 11,8 = 17,2 \text{ кг} - \text{ маса}$$

гною, що знаходиться на похилому транспортері;

$$t_{гн} = \frac{L_n}{2V_n} = \frac{17}{2 \cdot 0,72} = 11,8 \text{ с} - \text{ час пересування скребка від нижньої до}$$

верхньої точки транспортера.

$$F_{1n} = 9,81 \cdot 17,2 \cdot 0,99 \cdot \cos 30^\circ = 144 \text{ Н}.$$

Зусилля тертя гною об бічні стінки жолоба:

$$F_{2n} = P_{бок.n} \cdot f_{нж};$$

де $P_{бок.n} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot m_{гн} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 17,2 = 84 \text{ Н}$ тиск гною на бічні стінки каналу.

Зусилля, необхідне для підйому гною транспортером:

$$F_{3n} = 9,81 \cdot m_{гн} \cdot \sin \alpha ;$$

$$F_{3n} = 9,81 \cdot 17,2 \cdot \sin 30^\circ = 14 \text{ Н};$$

$$F_{2n}=84 \cdot 0,99=83 \text{ Н.}$$

Зусилля від заклинювання гною об дно стінки жолоба:

$$F_{4n} = \frac{L_n}{2t_l} \cdot P_{зак.};$$

$$F_{4n} = \frac{17}{2 \cdot 0,46} \cdot 15 = 277 \text{ Н.}$$

Максимальне зусилля, що виникає при роботі транспортера під навантаженням :

$$F_{max.n.} = F_{x.n.} + F_{1.n.} + F_{2n} + F_{3n} + F_{4n};$$

$$F_{max.n.} = 260 + 144 + 83 + 84 + 277 = 848 \text{ Н.}$$

Момент опору на валу двигуна при холостому ході транспортера:

$$M_{xn} = \frac{F_{xn} \cdot V_n}{\omega_{\partial\partial} \cdot \eta_{pn}};$$

$$M_{xn} = \frac{F_{xn} \cdot V_n}{\omega_{\partial\partial} \cdot \eta_{pn}} = \frac{260 \cdot 0,72}{148,6 \cdot 0,97} = 1,3 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

де $\omega_{\partial\partial} = 148,6$ рад – швидкість двигуна;

$\eta_{pn}=0,97$ – ККД ремінної передачі.

Максимальний момент опору транспортера:

$$M_{max n} = \frac{F_{max n} \cdot V_n}{\omega_{\partial\partial} \cdot \eta_{p.n.}};$$

$$M_{max n} = \frac{F_{max n} \cdot V_n}{\omega_{\partial\partial} \cdot \eta_{p.n.}} = \frac{848 \cdot 0,72}{148,6 \cdot 0,97} = 16 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

На рис. 3.5 показана діаграма навантаження двигуна похилого транспортера за період прибирання.

Похилий транспортер працює на холостому ході до пуску горизонтального транспортера впродовж часу $t_{x1} = 5$ с і після його зупинки впродовж $t_{x2} = 5$ с для повного очищення жолоба. Після включення горизонтального транспортера впродовж часу $t_{n2} = 11,8$ с, відбувається зростання моменту двигуна до максимального значення. Далі за $t_{pn} = t_{pc} - t_{nn} = (8 \cdot 60 - 11,8) = 468,2$ с, тобто до включення горизонтального транспортера

момент двигуна залишається постійним. За $t_{pn} = t_{nn} = 11,8$ с спадає до моменту холостого ходу. Сумарний час роботи похилого транспортера:

$$t_p = t_x + t_{nn} + t_{pn} + t_{розг} + t_{x2};$$

$$t_p = 5 + 11,8 + 939 + 11,8 + 5 = 972 \text{ с.} = 16,2 \text{ хв.}$$

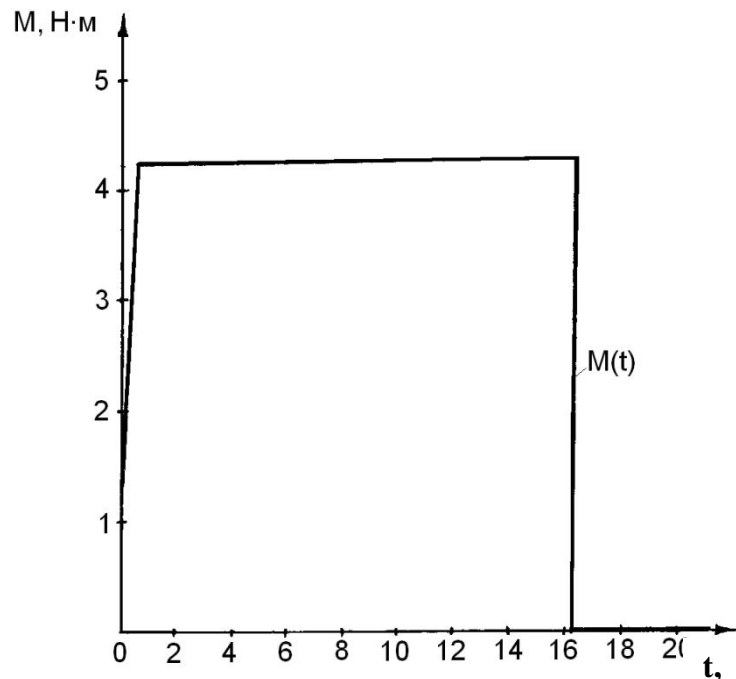


Рисунок 3.5 – Діаграма навантаження двигуна похилого транспортера

Оскільки пуск транспортера відбувається на холостому ходу, потужність заздалегідь вибраного двигуна визначаємо по еквівалентному моменту, знайденому без урахування періоду пуску:

$$M_{екв.n} = \sqrt{\frac{2M_{xn}^2 \cdot t_{x1} + 2(M_{xn}^2 + M_{xn} \cdot M_{maxn} + M_{maxn}^2) \frac{t_{nn}}{3} + M_{maxn}^2 \cdot t_{nn}}{t_{x1} + t_{nn} + t_{розг} + t_{x2}}};$$

$$M_{екв.n} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,3^2 \cdot 5 + 2 \cdot (1,3^2 + 1,3 \cdot 4,2 + 4,2^2) \cdot \frac{468,2}{3} + 4,2^2 \cdot 11,8}{501,8}} = 3,9 \text{ Н·м.}$$

Еквівалентна потужність:

$$P_{екв} = M_{екв} \cdot \omega_{дв} \cdot 10^{-3};$$

$$P_{екв} = 1,9 \text{ кВт};$$

$$\omega_{дв} = 148,6 \text{ рад/с};$$

$$P_{екв} = 3,9 \cdot 148,6 \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ кВт.}$$

Визначуваний коефіцієнт термічного перевантаження :

$$\sigma_m = \sqrt{(\alpha + 1)\sigma_m - \alpha};$$

$$\sigma_m = \sqrt{(0,5 + 1) \cdot 2,32 - 0,5} = 1,34.$$

Потужність двигуна

$$P_{дв.} = \frac{P_{екв.}}{\sigma_m};$$

$$P_{дв.} = \frac{1,9}{1,34} = 1,48.$$

По $P_{дв} = 1,48$ кВт і $\omega_{дв} = 148,6$ рад/с вибираємо двигун типу 4A80B4CY1 сільськогосподарського виконання з $P_n = 1,5$ кВт, $n_n = 1370$ об/хв., $I_n = 3,6$ А, $\lambda_m = 2,2$.

Перевіряємо вибраний двигун на перевантажувальну здатність:

$$M_{max} = M_n \cdot \lambda_m,$$

$$\text{де } M_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\omega_n} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{143,3} = 10,4 \text{ Н.м,}$$

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30};$$

$$\omega_n = \frac{3,14 \cdot 1370}{30} = 143,3 \text{ рад/с.}$$

$$M_{max} = 10,4 \cdot 2,2 = 23 \text{ Н.м.}$$

$M_{max} = 23 > M_{maxn} = 16$ Н.м, отже, двигун типу 4A71A4CY1 з $P_n = 1,5$ кВт, $n_n = 1370$ об/хв. може бути використаний для приводу похилого транспортера.

3.3 Розрахунок і вибір обладнання для створення мікроклімату у свинарнику-відгодівнику

3.3.1 Розрахунок і вибір опалювального обладнання і вентиляції

Розрахунок ведемо для однієї секції відтворення, опоросів і вирощування.

Початкові дані:

$n = 26$ свиней і 120 поросят – число тварин в секції;

$t_3 = -20^\circ\text{C}$ – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря;

$t_6 = +20^\circ\text{C}$ – температура повітря в розрахунковій зоні свинарника;

$\gamma_6 = 40\%$ – відносна вологість повітря всередині свинарника;

$B = 93$ кПа – барометричний тиск;

$V_n = 1231$ м³ – об'єм приміщення.

3.3.2 Розрахунок повітрообміну

Необхідний повітрообмін L в приміщенні визначають по формулі:

- по умові видалення вологовиділень:

$$L_w = \frac{W}{(d_6 - d_3)\rho}, \quad (3.33)$$

де W – вологовиділення в приміщенні, г/год;

d_6, d_n – вміст води у внутрішньому і зовнішньому повітрі, г/кг, $d_6 = 6$,

$d_3 = 0,5$, г/кг [8];

ρ – щільність повітря при $t = t_6$, кг/м³;

$$W = W_m + W_{\text{вип}}, \quad (3.34)$$

де W_m – волога, що виділяється тваринами;

$W_{\text{вип}}$ – волога, що випаровується з напувалок, годівниць, підлоги і інших мокрих поверхонь.

$$W_m = n \cdot \omega_m \cdot K_t, \quad (3.35)$$

де n – число тварин цього виду в приміщенні;

ω_m – виділення води однією твариною цього виду;

$K_t = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує зміну кількості води, що виділяється тваринами залежно від температури повітря в приміщенні.

$W_{m.св.} = 26 \cdot 370 \cdot 1,5 = 11100$ г/год – волога, що виділяється свинями;

$W_{m.п.} = 120 \cdot 60 \cdot 1,5 = 19551$ г/год – волога виділяється поросятами;

$$W_m = W_{m.св.} + W_{m.п.},$$

$$W_m = 11100 + 19551 = 30651 \text{ г/год};$$

$$W_{\text{вип}} = \xi \cdot 0,1 \cdot 30651 = 3065,1 \text{ г/год,}$$

де $\xi = 0,1, 0,3$ – коефіцієнт для свинарників [9].

$$W = 30651 + 3065,1 = 33716 \text{ г/год.}$$

Щільність повітря визначається по формулі:

$$\rho = \frac{346}{273 + t_e} \cdot \frac{B}{101,3}, \quad (3.36)$$

де $B = 93$ – розрахунковий барометричний тиск в цьому районі, кПа;

101,3 – розрахунковий тиск за нормальних фізичних умов, кПа.

$$\rho = \frac{346}{273 + 20} \cdot \frac{93}{101,3} = 1,2.$$

Таким чином, необхідний повітрообмін по вологовидаленню по (3.33):

$$L_w = \frac{33716}{(6 - 0,5)1,2} = 5108 \text{ м}^3/\text{год}$$

По умові видалення вуглекислого газу повітрообмін визначається по формулі:

$$L_{CO_2} = \frac{c \cdot n}{(c_1 - c_2)}, \quad (3.37)$$

де c – кількість CO₂, що виділяється однією твариною л/год;

n – число тварин в приміщенні;

c_1 – гранично допустима концентрація CO₂ в повітрі приміщення, л/м³ (у свинарнику до 2,0 л/м³) [9];

c_2 – концентрація CO₂ в зовнішньому повітрі (0,3 ... 0,4 л/м³) [8].

Для поросят $c = 18$ л/г, $n = 120$ голів.

$$L_{nCO_2} = \frac{18 \cdot 120}{(2,0 - 0,3)} = 2075 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для свиней $c = 115$ л/г, $n = 26$ голів.

$$L_{cCO_2} = \frac{115 \cdot 26}{(2,0 - 0,3)} = 1352 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Сумарний повітрообмін в приміщенні для видалення вуглекислого газу:

$$L_{CO_2} = 2075 + 1352 = 3427 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Необхідний розрахунковий повітрообмін L приймаємо по найбільшій з двох величин L_w і L_{CO_2} , тобто по L_w .

$$L = 5108 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Правильність розрахунку перевіряємо по кратності повітрообміну K , що визначається формулою:

$$K = \frac{L}{V_n}; \quad (3.38)$$

$$K = \frac{5108}{1231} = 4,1,$$

де V_n – внутрішній об'єм приміщення, м^3 ;

У тваринницьких фермах для холодного періоду року $K = 3 \dots 5$.

3.3.3 Розрахунок природного витягу

При природній тязі площу перерізу усіх витяжних шахт визначають по формулі:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot v_{\text{вм}}}, \quad (3.39)$$

де $v_{\text{вм}}$ – швидкість руху повітря у витяжній шахті, м/с .

Швидкість повітря:

$$v_{\text{вм}} = 2,2 \cdot \sqrt{\frac{h \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{зв}})}{273}}; \quad (3.40)$$

$$v_{\text{вм}} = 2,2 \cdot \sqrt{\frac{3(20 - (-10))}{273}} = 1,26$$

де h – висота витяжної шахти, може бути від 2 до 10 м; приймаємо $h = 3\text{м}$;

$t_{\text{вз}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ – розрахункова зимова вентиляційна температура зовнішнього повітря. [9].

$$F = \frac{5108}{3600 \cdot 1,26} = 1,1 \text{ м}^2.$$

Число витяжних шахт :

$$n_{\text{вш}} = \frac{F}{f}; \quad (3.41)$$

$$n_{\text{вш}} = \frac{1,1}{0,25} = 4,4,$$

де f – площа живого перерізу однієї шахти, м² (приймаємо квадратного перерізу 500×500 мм).

Приймаємо 4 шахти з площею перерізу 500×500 мм.

3.3.4 Розрахунок системи опалення

Розрахунок системи опалювання виконують на підставі теплового балансу тваринницького приміщення, що складається для холодного періоду року.

$$\Phi_{\text{оп}} = \Phi_{\text{обг}} + \Phi_{\text{інф}} + \Phi_n + \Phi_{\text{вип}} - \Phi_m, \quad (3.42)$$

де $\Phi_{\text{оп}}$ – теплова потужність системи опалювання приміщень для утримання тварин, Вт;

$\Phi_{\text{обг}}$ – потік теплоти, що втрачається приміщенням через зовнішні обгороджування, Вт;

$\Phi_{\text{інф}}$ – потік теплоти, що втрачається на інфільтрацію (природну вентиляцію приміщення), Вт;

Φ_n – тепловий потік, що витрачається на нагрів припливного повітря, Вт;

$\Phi_{\text{вип}}$ – потік теплоти, що витрачається на випаровування вологи з мокрих поверхонь приміщення, Вт;

Φ_m – потік вільної теплоти, що виділяється тваринами, Вт.

Визначаємо тепловтрати через зовнішні обгороджування і на інфільтрацію приміщення.

При визначенні тепловтрати через зовнішні обгороджування необхідно враховувати основні і додаткові тепловтрати через усі огороджувальні конструкції (стіни, підлога, вікна, двері, ворота) і користуємося формулою [9].

$$\Phi_{\text{обг}} = \kappa F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n (1 + \Sigma \beta_i). \quad (3.43)$$

Основні тепловтрати через окремі обгороджування визначають по формулі:

$$\Phi_{очн} = \kappa F(t_e - t_n) \cdot n = \frac{F}{R_0} (t_e - t_3) \cdot n, \quad (3.44)$$

де F – площа обгороджування, м²;

R_0 – загальний термічний опір теплопередачі обгороджування м²·°C/Вт;

t_e і t_3 – розрахункові температури внутрішнього і зовнішнього повітря, °C;

n – коефіцієнт, що характеризує зменшення розрахункової різниці температур для обгороджувань безпосередньо не дотичних до зовнішнього повітря.

$K = \frac{1}{R_0}$ – коефіцієнт теплопередачі обгороджування м²·°C/Вт;

β – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати понад основні тепловтрати через обгороджування.

Загальний опір теплопередачі огороджувальних конструкцій:

$$R_0 = R_e + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_3, \quad (3.45)$$

де R_e – термічний опір теплосприйняття внутрішній поверхні обгороджування,

$R_e = 0,086$ м²·°C/Вт; (додаток 9. [8])

$\sum_{i=1}^m \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сума термічних опорів теплопровідності окремих шарів м-

слойного обгороджування товщиною δ_i (м), виконаних з матеріалів з теплопровідністю λ_i , Вт/м²·°C (див. додаток 10 [8])

R_3 – термічний опір теплопередачі зовнішньої поверхні обгороджування м²·°C/Вт.

Стіни:

$$R_0 = 0,086 + \frac{0,5}{0,76} + 0,043 = 0,786 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \quad K = 1,27.$$

Вікна:

$$R_0 = 0,086 + \frac{0,2}{0,16} + 0,34 = 1,67 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \quad K = 0,6.$$

Двері:

$$R_0 = 0,086 + \frac{0,2}{0,16} + 0,215 = 1,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; K = 0,6.$$

Ворота:

$$R_0 = 0,086 + \frac{0,2}{0,16} + 0,43 = 1,76 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; K = 0,57.$$

Підлога:

$$\text{I зони } R_0 = 0,086 + \frac{0,2}{0,2} + 2,15 = 2,24 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; K = 0,446;$$

$$\text{II зони } R_0 = 0,086 + \frac{0,2}{0,2} + 4,3 = 4,386 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; K = 0,228;$$

$$\text{III зони } R_0 = 0,086 + \frac{0,2}{0,2} + 8,6 = 8,686 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; K = 0,115;$$

Основні втрати стін :

$$F_{nn} = B \times H = 12 \times 3 = 36 \text{ м}^2 - \text{площа північної стіни};$$

$$F_{cx} = A \times H = 78 \times 3 = 234 \text{ м}^2 - \text{площа східної стіни};$$

$$F_{нд.} = F_{nn}, F_{зх} = F_{cx}.$$

$$\Phi_{осн} = \frac{36}{0,786} \cdot 47 = 2296;$$

$$\Phi_{осн} = \frac{234}{0,786} \cdot 47 = 22770.$$

Основні втрати вікон :

$$F = 1,2 \times 1,8 = 2,16 \text{ м}^2;$$

$$\Phi_{осн} = \frac{2,16}{1,67} \cdot 47 = 67 \text{ Вт}.$$

Основні втрати дверей :

$$F = 2,1 \times 0,9 = 1,89 \text{ м}^2;$$

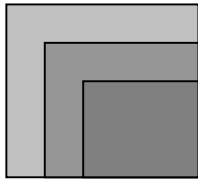
$$\Phi_{осн} = \frac{1,89}{1,55} \cdot 47 = 56 \text{ Вт}.$$

Основні втрати воріт :

$$F = 3 \times 3 = 9 \text{ м}^2;$$

$$\Phi_{осн} = \frac{9}{1,76} \cdot 47 = 24 \text{ Вт.}$$

Основні втрати підлоги : (Рис.3.6.)



$$F_I = (12 \cdot 2) \cdot 2 + (119 \cdot 2) \cdot 2 = 524 \text{ м}^2;$$

$$F_{II} = (8 \cdot 2) \cdot 2 + (115 \cdot 2) \cdot 2 = 492 \text{ м}^2;$$

$$F_{III} = 4 \cdot 111 = 444 \text{ м}^2.$$

Рисунок 3.6 – Основні втрати в підлозі

$$\Phi_{осн.I} = \frac{524}{2,24} \cdot 47 = 10995 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{осн.II} = \frac{492}{4,39} \cdot 47 = 5267 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{осн.III} = \frac{444}{8,69} \cdot 47 = 2401 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{инф} = 0,3 \cdot \Phi_{осн} = 0,3 \cdot 69152 = 20745 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат на нагрів припливного повітря.

Тепловий потік, що витрачається на нагрів припливного повітря, визначається по формулі:

$$\Phi_n = 0,278 L \cdot \rho \cdot C_p (t_6 - t_3), \quad (3.46)$$

де ρ – щільність зовнішнього повітря при t_6 , кг/м³, $\rho = 0,173$ [8].

$$\Phi_n = 0,278 \cdot 5108 \cdot 0,173 \cdot 1 \cdot 47 = 11546 \text{ Вт}$$

Розрахунок тепловтрат на випар вологи:

$$\Phi_{вип} = 0,692 \cdot 3065,1 = 2121 \text{ Вт.}$$

Результати розрахунку тепловтрат через обгороджування зведемо в табл.

3.1 бланку теплових втрат.

Розрахунок теплоти, що виділяється тваринами

$$\Phi_m = n \cdot q \cdot K_t, \quad (3.47)$$

де n – число тварин з однаковим виділенням вільної теплоти;

q – потік вільної теплоти, що виділяється однією твариною, Вт [8];

K_t – коефіцієнт, що враховує зміну теплоти, що виділяється тваринами, залежно від температури t_e [8];

$q = 646$ Вт – для свиней;

$q = 102$ Вт – для поросят;

$K_t = 0,67$.

$$\Phi_{m.св.} = 20 \cdot 646 \cdot 0,67 = 8656 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{m.n.} = 196 \cdot 102 \cdot 0,67 = 11549 \text{ Вт};$$

$$\Phi_m = 8656 + 11549 = 20205 \text{ Вт}.$$

Підставимо отримані значення в рівняння теплового балансу (3.42).

$$\Phi_{on} = \Phi_{обг} + \Phi_{инф} + \Phi_n + \Phi_{вun} - \Phi_m;$$

$$\Phi_{on} = 73457 + 20745 + 11546 + 2121 - 20205 = 87664 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{on} = 88 \text{ кВт}.$$

Приймаємо повітряне опалювання, поєднане з вентиляцією і підігрівом повітря в калориферах.

3.3.5 Вибір калорифера

Визначаємо розрахункову площу живого перерізу (м^2) калорифера для проходу повітря по формулі:

$$F_p = \frac{L \cdot \rho}{3600 \cdot (v_p) p}, \quad (3.48)$$

де $(v_p) p$ – розрахункова масова швидкість повітря, що приймається в межах $4 \dots 12$ $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, приймаємо $(v_p) p = 8$.

$$F_p = \frac{5108 \cdot 1,2}{3600 \cdot 8} = 0,19 \text{ м}^2.$$

По довідковій таблиці [9], підбираємо водяний калорифер КВБ 5, у якого:

$$F = 20,9 \text{ м}^2;$$

$$f = 0,244 \text{ м}^2.$$

Визначаємо дійсну масову швидкість в калорифері

$$v_p = \frac{L \cdot \rho}{3600 \cdot f};$$

$$v_p = \frac{5108 \cdot 1,2}{3600 \cdot 0,244} = 6,4 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Визначаємо тепловіддачу калорифера по формулі

$$\Phi_k = \kappa \cdot F \cdot (t'_{cp} - t_{cp}), \quad (3.49)$$

де κ – коефіцієнт теплопередачі для водяних калориферів 23,29 Вт/(м² t0);

F – площа поверхні нагріву калорифера, м²;

t_{cp} – середня температура повітря, що нагрівається;

$$t_{cp} = \frac{t_3 + t_6}{2};$$

$$t_{cp} = \frac{20 + 20}{2} = -3,5 \text{ }^\circ\text{C},$$

t'_{cp} – середня температура теплопостачання, t^0 .

Теплоносієм є вода, значить:

$$t'_{cp} = \frac{t_n + t_0}{2};$$

$$t'_{cp} = \frac{t_n + t_0}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

де t_n і t_0 – температури води на вході в калорифер і виході з нього, t^0 , ($t_n=95^\circ$, $t_0 = 70^\circ$).

$$\Phi_k = 29 \cdot 20,9 \cdot 86 = 52124,6 \text{ Вт}.$$

Оскільки, теплової потужності одного калорифера бракує для забезпечення потрібної потужності опалювання, встановлюємо 2 калорифери загальною потужністю $\Phi_{ку} = 104249 \text{ Вт}$.

Для правильно вибраних калориферів повинна дотримуватися умова:

$$\frac{\Phi_k - \Phi_{об}}{\Phi_{он}} \cdot 100 = 15 \dots 20; \quad (3.50)$$

$$\frac{104249 - 87664}{87664} = 18.$$

Умова виконується.

3.3.6 Вибір вентилятора

Припливна механічна вентиляція здійснюється за допомогою відцентрових вентиляторів. Вибір вентилятора робиться по подачі $L_в$ вентилятора і тиску $P_в$, що розвивається ним.

Подача вентиляторів $L_в$ (м³/год) приймають залежно від розрахункового повітрообміну L з урахуванням поправочного коефіцієнта на втрати або підсоси повітря у повітроводах:

$$L_в = (1,1 \dots 1,15) L; \quad (3.51)$$

$$L_в = 1,1 \cdot 5108 = 5619 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Тиск вентилятора $P_в$ (Па), що забезпечує подолання опорів у вентиляційному трубопроводі, визначається по формулі:

$$P_в = 1,1(H_m + H_{m.o} + P_k), \quad (3.52)$$

де 1,1 – запас тиску на непередбачені опори;

H_m – втрати натиску в трубопроводі, Па;

$H_{m.o}$ – втрати натиску від місцевих опорів, Па;

P_k – опір калориферів, Па.

Втрати тиску H_m розраховуємо по формулі:

$$H_m = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v_{m.}^2}{2} \cdot \rho, \quad (3.53)$$

де λ – коефіцієнт тертя повітря в трубопроводі, рівний 0,02...0,03;

L, d – довжина і діаметр трубопроводу, м;

$v_{m.}$ – швидкість руху припливного повітря в трубопроводі (у магістралях – 10 ...15 м/с);

ρ – щільність повітря в трубопроводі, кг/м³.

Діаметр ділянок трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{L_n}{900 \cdot \pi \cdot v_{m.}}}; \quad (3.54)$$

$$d = \sqrt{\frac{5619}{900 \cdot 3,14 \cdot 12}} = 0,407 \text{ м};$$

$$H_m = 0,02 \cdot \frac{30}{0,407} \cdot \frac{12^2}{2} \cdot 1,2 = 127 \text{ Па.}$$

Втрати натиску H_{mo} визначаємо по формулі:

$$H_{mo} = \sum \zeta \frac{v_{ne}^2}{2} \rho, \quad (3.55)$$

де $\Sigma \zeta = 0,23$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів окремих ділянок трубопроводу.

$$H_{mo} = 0,23 \cdot \frac{12^2}{2} \cdot 1,2 = 20 \text{ Па;}$$

$$P_{ky} = 2 \cdot 1,5 \cdot (4,8)^{1,69} = 37 \text{ Па.}$$

Тиск вентилятора:

$$P_e = 1,1 \cdot (127 + 20 + 37) = 202,4 \text{ Па.}$$

Знаючи подачу L_e і тиск P_e , підбираємо по номограмах потрібний вентилятор №4 ([8]).

$$\eta_e = 0,4;$$

$$A = 3000$$

$$n = \frac{3000}{4} = 750 \text{ об/хв – частота обертання вентилятора.}$$

Необхідну потужність (кВт) на валу електродвигуна для приводу вентилятора визначають по формулі:

$$N_e = \frac{L_n \cdot P_e}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_e \cdot \eta_n}, \quad (3.56)$$

де $\eta_e = 0,4$ – ККД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – ККД передачі при клиноремінній передачі.

$$N_e = \frac{5619 \cdot 202,4}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,95} = 0,83 \text{ кВт.}$$

Встановлена потужність електродвигуна:

$$N_{уст} = K_3 \cdot N_e, \quad (3.57)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності, що приймається для відцентрових вентиляторів в межах 0,6...0,8.

$$N_{уст} = 0,8 \cdot 0,83 = 0,66 \text{ кВт.}$$

По каталогу вибираємо асинхронний електродвигун с/г виконання типу 4А71В4СУ1 з $P_n = 0,75$ кВт; $n_n = 1370$ об/хв.

У свинарнику приймаємо припливно-витяжну систему вентиляції з штучним спонукачем переміщення повітря.

Продуктивність витяжних вентиляторів визначають:

$$Q = (2 \div 3) \cdot L; \quad (2.58)$$

$$Q = 2 \cdot 5108 \text{ м}^3/\text{год} = 10216 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $2 \div 3$ – коефіцієнт запасу, що дозволяє широко регулювати мікроклімат.

У тваринницьких приміщеннях застосовується комплект обладнання «Клімат 4» з вентиляторами В.

Для нашого випадку прийmemo комплект «Клімат 4». Кількість вентиляторів знаходимо по формулі

$$n = \frac{Q}{q}; \quad (3.59)$$

$$n = \frac{10216}{2900} = 3,5 \text{ шт.} \sim 4 \text{ шт.},$$

де q – годинна продуктивність витяжного вентилятора ВО-14МУЗ.

У приміщенні для утримання тварин встановимо 1 комплект «Клімат 4».

3.4 Розрахунок силової мережі і вибір пускозахисного обладнання

У свинарнику встановлені наступні електроприймачі, (табл. 3.2).

Згідно ПУЕ електроприймачі свинарника-маточника по мірі надійності електропостачання відносяться до споживачів II категорії. Силові приймачі живляться від ТП напругою 380В.

Таблиця 3.2 – Перелік електроприймачів свинарника

№ за планом	Тип електро-двигуна	К-ть	Ном. потужність, кВт	Ном. струм, А	Найменування обладнання
2.1	4A112MB6CY1	1	4.0	9.2	Горизонтальний транспортер
2.2	4A80B4CY1	1	1.5	3.6	Похилий транспортер
7...10	Д80А4П	8	0.25	0.8	Вентилятори витяжні В4.В7
14	4A71B4	2	0.75	2.17	Вентилятор припливний, П1
15		1	6.24		Опромінювальна установка ИКУФ-15
16	АО2-32-4СХ4-1	1	7.1	6.5	Кормороздавач КС-1,5
26		1	7.28	10.0	Опромінювальна установка ИКУФ-1
32			0.52	2.2	Чергове освітлення
33			7.04	9.9	Робоче освітлення

Дані електродвигунів:

1.	4A80B4CY	$P=1.5$	$\eta = 0.77$	$\cos \varphi = 0.85$	$k_3 = 0.5$
2.	4A112MB6CY1	$P=4.0$	$\eta = 0.82$	$\cos \varphi = 0.81$	$k_3 = 0.5$
3.	Д80А4П	$P=0.25$	$\eta = 0.63$	$\cos \varphi = 0.62$	$k_3 = 0.8$
4.	Д80А4П	$P=0.25$	$\eta = 0.63$	$\cos \varphi = 0.62$	$k_3 = 0.8$
5.	Д80А4П	$P=0.25$	$\eta = 0.63$	$\cos \varphi = 0.62$	$k_3 = 0.8$
6.	Д80А4П	$P=0.25$	$\eta = 0.63$	$\cos \varphi = 0.62$	$k_3 = 0.8$
7.	4A71B4	$P=0.75$	$\eta = 0.63$	$\cos \varphi = 0.62$	$k_3 = 0.8$
8.	АО2-32-4СХУ1	$P=7.1$	$\eta = 0.8$	$\cos \varphi = 0.73$	$k_3 = 0.8$

Визначимо встановлену потужність усіх силових електроприймачів свинарника.

$$P_y = \sum_{i=1}^n P_{ni},$$

де P_{ni} – найменша потужність i -го електроприймача, кВт.

$$P_y = 4,0 + 1,5 + 0,25 \cdot 8 + 0,72 \cdot 2 + 6,24 + 7,1 + 7,28 + 7,04 = 36,66 \text{ кВт.}$$

З них: P_y силових приймачів – 29,62 кВт

$$P_y \text{ освітлювального навантаження} – 7,04 \text{ кВт.}$$

Загальна встановлена потужність:

$$P_y = 36,66 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункову потужність силових електроприймачів свинарника з виразу:

$$P_{роз} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{уст.m} \cdot k_3}{\eta} + \sum_{i=1}^m \frac{P_{уст.n} \cdot t \cdot k_3}{0,5\eta}, \text{ кВт}$$

де $P_{роз}$ – розрахункова потужність електроприймачів, кВт;

$P_{уст.n}$ – встановлена потужність кожного з n електроприймачів, що працюють більше 0,5 години і що беруть участь у формуванні максимуму навантаження, кВт;

$P_{уст.m}$ – встановлена потужність кожного з m електроприймачів, що беруть участь у формуванні максимального навантаження і працюють під час максимуму менше 0,5 години

k_3 – середній коефіцієнт завантаження електроприймача по активній потужності;

η – ККД електроприймача;

t – тривалість безперервної роботи кожного з m електроприймачів, що беруть участь у формуванні максимального навантаження і працюють менше 0,5 години.

У нашому випадку у формуванні максимуму навантаження беруть участь усі електродвигуни вентиляторів, працюючі більше 0,5 години.

Тоді:

$$P_{роз} = \frac{1,5 \cdot 0,5}{0,77} + \frac{4 \cdot 0,55 \cdot 0,5}{0,71} + \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,5}{0,82} + \frac{1 \cdot 3,0 \cdot 0,5}{0,8} + \frac{3 \cdot 1,12 \cdot 0,8}{0,63} + \frac{12 \cdot 0,25 \cdot 0,8}{0,63} + \frac{2 \cdot 4,0 \cdot 0,7}{0,84} + \frac{3 \cdot 0,55 \cdot 0,8}{0,73} = 1,95 + 1,5 + 2,45 + 1,87 + 0,457 + 3,81 + 6,6 + 1,81 = 23 \text{ кВт}$$

Разом з опромінювальною установкою:

$$P_{роз} = 23 + 7,28 + 6,24 = 36,52 \text{ кВт}$$

Усе навантаження розподіляємо між 2-ма силовими щитами ЩС-1 і ЩС-2 і визначаємо розрахункову потужність на кожному щиті.

$$P_{роз.ЩС1} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{уст.н} \cdot k_3}{\eta};$$

$$P_{роз.ЩС1} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 0,5}{0,77} + \frac{4 \cdot 0,55 \cdot 0,5}{0,71} + \frac{2 \cdot 0,12 \cdot 0,8}{0,63} + \frac{4 \cdot 0,25 \cdot 0,8}{0,63} +$$

$$+ \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,5}{0,82} + \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,7}{0,84} + \frac{2 \cdot 0,55 \cdot 0,8}{0,73} + \frac{1 \cdot 0,75 \cdot 0,8}{0,72} + \frac{1 \cdot 3,0 \cdot 0,5}{0,8} + 12,76 = 1,95 +$$

$$+ 1,5 + 0,305 + 1,27 + 2,44 + 3,3 + 1,2 + 0,83 + 1,87 + 12,76 = 27,4 \text{ кВт}$$

$$P_{роз.ЩС2} = \frac{8 \cdot 0,25 \cdot 0,8}{0,63} + \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 0,8}{0,73} + \frac{2 \cdot 0,75 \cdot 0,8}{0,72} + \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,7}{0,84} +$$

$$+ \frac{1 \cdot 0,12 \cdot 0,8}{0,63} + 6,36 = 2,54 + 0,6 + 1,66 + 3,3 + 0,15 + 6,36 = 14,6 \text{ кВт}$$

Щити освітлення живляться від загального з силовим навантаженням введення.

Визначимо розрахункові струми ЩС-1 і ЩС-2.

$$I_{р.ЩС1} = \sum_1^n \frac{P_{уст.л} \cdot k_3 \cdot 10^3}{\eta \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}};$$

$$I_{р.ЩС1} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,77 \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,82 \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 1,73} +$$

$$+ \frac{2 \cdot 0,12 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,63 \cdot 380 \cdot 0,66 \cdot 1,73} + \frac{4 \cdot 0,25 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,63 \cdot 380 \cdot 0,62 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,7 \cdot 10^3}{0,84 \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 1,73} +$$

$$+ \frac{2 \cdot 0,55 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,73 \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,72 \cdot 380 \cdot 0,73 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 3,0 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 1,73} =$$

$$= 3,49 + 3,36 + 4,58 + 0,7 + 3,1 + 5,97 + 2,13 + 1,7 + 3,52 + 20 = 48,5 \text{ А}$$

$$I_{р.ЩС2} = \frac{8 \cdot 0,25 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,63 \cdot 380 \cdot 0,62 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,73 \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 1,73} +$$

$$+ \frac{2 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,72 \cdot 380 \cdot 0,73 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 4,0 \cdot 0,7 \cdot 10^3}{0,84 \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 1,73} + \frac{1 \cdot 0,12 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{0,63 \cdot 380 \cdot 0,66 \cdot 1,73} =$$

$$= 6,23 + 1,06 + 3,46 + 6 + 0,34 + 10 = 27,1 \text{ А}$$

Для виконання силової мережі вибираємо кабель марки АВВГ на скобах і провід марки АПВ в поліетиленових трубах.

Вимикачі, щитки і магнітні пускачі встановлюються на висоті 1,7 м від рівня підлоги.

Визначимо робочий струм в груповій лінії 1, що живить транспортери.

$$\Sigma I_p = I_{pz} + I_{pn};$$

$$I_{pz} = I_{pz} = \frac{P_{екв.з.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_n \cdot \eta_{p.з.} \cdot \cos \varphi_{p.з.}};$$

$$I_{pz} = \frac{4,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,78 \cdot 0,85} = 7,2 \text{ А};$$

$$I_{pn} = \frac{P_{екв.п.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_n \cdot \eta_{p.п.} \cdot \cos \varphi_{p.п.}};$$

$$I_{pn} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,61 \cdot 0,73} = 3,6 \text{ А}.$$

Сумарний струм групової лінії:

$$\Sigma I_p = 7,2 + 3,6 = 9,7 \text{ А}.$$

Струм відсічки електромагнітного розчеплювача:

$$I_{відс.роз.} \geq 1,5 \cdot [\Sigma I_p + (I_{гг} + I_{pz})];$$

$$I_{відс.роз.} \geq 1,5 \cdot [9,7 + (25 - 4,8)] = 40,4 \text{ А};$$

$$I_{гг} = K_i \cdot T_{н=} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ А}.$$

По $\Sigma I_p = 9,7 \text{ А}$ приймаємо автоматичний вимикач АЕ 2019 з номінальним струмом вимикача $I_{нв} = 10 \text{ А}$ і номінальним струмом електромагнітного розчеплення $I_{нал.роз.} = 12 \cdot I_{нр} = 12 \cdot 10 = 120 \text{ А} > 40,4 \text{ А}$.

Отже, він проходить по умові пуску двигуна.

Визначаємо переріз проводів групової лінії по допустимому нагріву.

Для провідників усіх марок при захисті їх автоматами з розчеплювачами, що мають обернено залежну від струму характеристику, повинна дотримуватися умова:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{сн.т}},$$

де $I_{\text{сн.т}}$ – струм спрацьовування розчеплювача із зворотною залежною від струму характеристикою

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{сн.т}} = 40,4 \text{ А.}$$

По табл. 1.3.7 ПУЕ вибираємо переріз проводу рівним $F = 6 \text{ мм}^2$.

Визначаємо переріз проводів групової лінії по допустимій втраті напруги.

$$F = \frac{\Sigma P \cdot l}{c \cdot \Delta U_{\text{доп}} \%},$$

де P – потужність на ділянці, кВт;

l – довжина ділянки, м;

c – постійний для цього проводу коефіцієнт, залежить від напруги мережі, числа фаз і матеріалу проводу, $c = 46$ [4];

$\Delta U_{\text{доп.}}$, % – допустима втрата напруги;

$$\Delta U_{\text{доп.}} \% = 2,5\%$$

$$F = \frac{(0,55 \cdot 4 + 1,5 \cdot 10) \cdot 5 + (1,5 \cdot 4 + 4 \cdot 10) \cdot 5}{46 \cdot 2,5} = 2,7 \text{ мм}^2.$$

Хоча найближчий стандартний переріз:

$$F_{\text{ст}} = 4 \text{ мм}^2.$$

Остаточно приймаємо переріз проводу рівним $F = 6 \text{ мм}^2$, оскільки $F = 4 \text{ мм}^2$ не проходить за умовами допустимого нагріву.

Для виконання групової лінії приймаємо кабель АВВГ (4×6), а для відгалуження до електродвигунів – провід АПВЗ (1×2, 5).

Для двигуна горизонтального транспортера з $P_n = 4,0$ кВт, $I_n = 9,2$ А вибираємо магнітний пускач ПМЛ-122 нереверсивний з тепловим реле типу РТЛ-1004 захищеного виконання, напругою 380 В з номінальним струмом 10 А і найбільшою потужністю двигуна 4 кВт.

Номінальний струм уставки теплового розчеплювача знайдемо як:

$$I_{\text{н.т.роз.}} = 1,25 \cdot I_n;$$

$$I_{\text{н.т.роз.}} = 1,25 \cdot 9,2 = 11,5 \text{ А.}$$

Отже, вибираємо нагрівальний елемент теплового реле з $I_{\text{н.т.роз.}} = 12 \text{ А}$.

Для двигуна похилого транспортера з $P_n = 1,5$ кВт з $I_n = 3,6$ А вибираємо магнітний пускач ПМЛ-122 з номінальним струмом розчеплювача $I_{н.т.роз.} = 1,25 \cdot 3,6 = 4,5$ А.

Теплове реле з $I_{н.т.роз.} = 5$ А РТЛ 100804.

Вибираємо запобіжник для групової лінії транспортера:

$$I_{н.в.} = \frac{I_n + I_{н1}}{2,5};$$

$$I_{н.в.} = \frac{55,2 + 3,6}{2,5} = 25 \text{ А.}$$

Вибираємо запобіжник НПН 60/30. Інші групи розраховуються аналогічно.

Вибираємо розподільний пристрій. Розподільний пристрій вибирають по напрузі, типу захищеності від дій навколишнього середовища, кількості і типу автоматів або груп запобіжників.

Приймаємо дві розподільні шафи ШРС1-23. Шафа силова на 8 трифазних груп з рубильником на 400 А на введенні і запобіжниками НПН2-60 на відходящих лініях.

3.5 Розрахунок заземлюючого пристрою

Згідно ПУЕ опір заземлюючого пристрою повинен задовольняти трьом умовам, оскільки заземлювач використовуватиметься для заземлення і нейтральної точки обмотки, що живить мережу 380/220В.

Розраховуємо контурний заземлюючий пристрій (ЗП) ТП-10/0,38кВ. При цьому повинна виконуватися одна з наступних умов :

$$R_3 \leq 10 \text{ Ом};$$

$$R_3 \leq \frac{125}{I_3} \text{ Ом};$$

де I_3 – струм замикання на землю в мережах, напругою 10 кВ.

$$R_3 \leq 4 \text{ Ом.}$$

Остання умова повинна виконуватися з урахуванням повторних заземлень нульового проводу.

У свинарнику встановлені пристрої вирівнювання електричних потенціалів (ПВЕП), опір яких, згідно ПУЕ, не повинен перевищувати 1 Ом. Пристрій ПВЕП також приєднується до нульового проводу, що забезпечує виконання 3-ої умови.

Тоді, виходячи з 1-ої умови, опір ЗП ТП-10/0,38 кВ не повинен перевищувати:

$$R_{ЗП} \leq 10 \text{ Ом.}$$

Початкові дані для розрахунку ЗП ТП.

- Питомий опір верхнього шару ґрунту – $\rho_1 = 90 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- Питомий опір нижнього шару ґрунту – $\rho_2 = 45 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- Товщина верхнього шару ґрунту – $h_1 = 1,3 \text{ м}$;
- Довжина вертикального електроду – $l_e = 3 \text{ м}$;
- Тип вертикального електроду : стержень з $d = 14\text{мм}$;
- Тип горизонтального електроду - смугова сталь шириною $b=6 \text{ см}$;
- Глибина заглиблення електроду в землю – $t = 0,8\text{м}$.

Еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту визначається за наступним виразом:

$$\rho_e = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot l_e}{\rho_1 \cdot (l_e + t - h_1) + \rho_2 \cdot (h_1 - t)} \quad (3.60)$$

$$\rho_e = \frac{90 \cdot 45 \cdot 3}{90 \cdot (3 + 0,8 - 1,3) + 45 \cdot (1,3 - 0,8)} = 49,1 \text{ Ом}\cdot\text{м.}$$

Опір одного вертикального електроду знаходимо по виразу:

$$R_e = 0,366 \cdot \frac{\rho_e}{l_e} \left[\lg \frac{2 \cdot l_e}{d} + 0,5 \lg \frac{4t + l_e}{4t - l_e} \right]; \quad (3.61)$$

$$R_e = 0,366 \cdot \frac{49,1}{3} \left[\lg \frac{2 \cdot 3}{0,014} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right] = 20 \text{ Ом.}$$

Знаходимо теоретичне число вертикальних електродів:

$$n = \frac{R_g}{R_{3П}}; \quad (3.62)$$

$$n = \frac{20}{10} = 2 \text{ шт.}$$

Для вирівнювання потенціалів як з боку 10 кВ, так і з боку 0,38 кВ, ЗП виконуємо у вигляді контура, розміром 3×3 м і забиваємо в землю 4 вертикальні електроди по кутах прямокутника.

Визначаємо коефіцієнти використання вертикальних (η_v) і горизонтальних (η_z) заземлювачів, з урахуванням явища екранування.

Значення η_v і η_z залежать від кількості вертикальних електродів n , від співвідношення a/l_v і від розташування електродів.

Відстань між вертикальними електродами рівна $a = 3$ м. З [13] для $n = 4$, $a/l_v = 3/3 = 1$ знаходимо: $\eta_v = 0,57$ і $\eta_z = 0,88$.

Опір горизонтального заземлювача, довжиною $l_z = a \cdot n = 3 \cdot 4 = 12$ м, визначаємо з виразу:

$$R_z = 0,366 \cdot \frac{\rho_1}{l_z} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_z^2}{b \cdot t}; \quad (3.63)$$

$$R_z = 0,366 \cdot \frac{90}{12} \cdot \lg \frac{2 \cdot 12^2}{0,06 \cdot 0,8} = 10,4 \text{ Ом.}$$

Опори вертикальних і горизонтальних заземлювачів з урахуванням екранування рівні:

$$R'_v = \frac{R_g}{n \cdot \eta_v}; \quad (3.64)$$

$$R'_v = \frac{20}{4 \cdot 0,57} = 10,42 \text{ Ом;}$$

$$R'_z = \frac{R_z}{\eta_z}; \quad (3.65)$$

$$R'_z = \frac{10,4}{0,88} = 11,95 \text{ Ом.}$$

Загальний опір контура рівний:

$$R_{3П} = \frac{R'_6 \cdot R'_2}{R'_6 + R'_2}; \quad (3.66)$$

$$R_{3П} = \frac{10,42 \cdot 11,95}{10,42 + 11,95} = 5,3 \text{ Ом.}$$

Отримана відповідь задовольняє умові:

$$R_{3П} = 5,3 \leq 10 \text{ Ом.}$$

3.6 Перевірка ефективності занулення

Для того, щоб при пошкодженні ізоляції забезпечити швидке автоматичне відключення ділянки мережі, де занулені корпуси електроприймачів, потрібно дотримуватися умови [17]:

$$I_k / I_{вст} \geq 3. \quad (3.67)$$

Визначуваний струм однофазного к.з. для перевірки захисту по формулі [17]:

$$I'_k = I'_k = \frac{U_{нф}}{Z_n + Z'_{m/3}}, \quad (3.68)$$

де, $U_{нф} = 220 \text{ В}$ – номінальна фазна напруга мережі;

Z_n – опір петлі «фаза-нуль», Ом;

$Z'_{m/3}$ – опір однієї фази трансформатора струму однофазному короткому замиканню, Ом.

Для вторинної номінальної напруги трансформатора воно може бути визначене як:

$$Z'_{m/3} = \frac{K}{S};$$

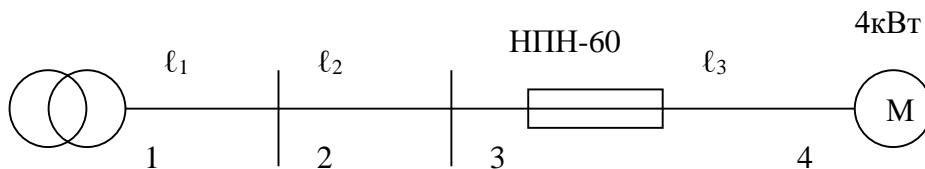
$$Z'_{m/3} = \frac{26}{63} = 0,412 \text{ Ом,}$$

де $S = 63 \text{ кВА}$ – потужність трансформатора;

$K = 26$ – коефіцієнт, що залежить від схеми з'єднання обмоток і номінальної первинної напруги [14].

Розрахунок ведемо для найбільш віддаленого електроприймача.

Перевіряємо спрацьовування запобіжника типу НПН-60, що захищає електродвигун горизонтального транспортера.



$S=63\text{кВ}$

Рисунок 3.7 – Розрахункова схема мережі

$l_1 = 40\text{м}$ ділянка 1-2 $3 \times \text{А35} + \text{А25}\$$

$l_2 = 30\text{м}$ ділянка 2-3 $\text{АВВГ } 4 \times 6\$\$

$l_3 = 70\text{ м}$ ділянка 3-4 $\text{АПВ4 } (1 \times 2,5).$

Потужність двигуна $P_{\text{дв}} = 4\text{кВт}$

Двигун захищений від струму КЗ запобіжником $I_{\text{вст}} = 15\text{ А}$.

Визначаємо опір проводів петлі «фаза-нуль» по формулі:

$$Z_n = \sum l_i \cdot \sqrt{(R_{\text{ф.нит.}} + R_{\text{н.нит.}})^2 + x_{\text{н.нит.}}^2}, \quad (3.69)$$

де $R_{\text{ф.нит.}}$, $R_{\text{н.нит.}}$ – активний питомий опір фазного і нульового проводів;

$x_{\text{н.нит.}}$ – питомий зовнішній індуктивний опір петлі «фаза-нуль»;

l_i – довжина ділянки лінії.

Для ділянки 1-2:

$R_{\text{ф.нит.}} = 0,85\text{ Ом/км}$, $R_{\text{н.нит.}} = 1,165\text{ Ом/км}$, $x_{\text{н.нит.}} = 0,6\text{ Ом/км}$.

Для ділянки 2-3:

$R_{\text{ф.нит.}} = 7,9\text{ Ом/км}$, $R_{\text{н.нит.}} = 12,6\text{ Ом/км}$, $x_{\text{н.нит.}} = 0,15\text{ Ом/км}$.

Для ділянки 3-4

$R_{\text{ф.нит.}} = R_{\text{н.нит.}} = 12,6\text{ Ом/км}$, $x_{\text{н.нит.}} = 0,15\text{ Ом/км}$.

Підставимо вказані значення у формулу [7.9]:

$$Z_n = 0,04 \sqrt{(0,9 + 1,27)^2 + 0,6^2} + 0,03 \sqrt{(7,9 + 12,6)^2 + 0,15^2} +$$

$$+\sqrt{(2 \cdot 12,6)^2 + 0,15^2} = 0,09 + 0,615 + 1,764 = 2,47 \text{ Ом.}$$

Струм однофазного короткого замикання буде рівний:

$$I'_k = \frac{220}{2,47 + 0,412} = 76,3 \text{ А.}$$

Перевіряємо ефективність спрацьовування захисту:

$$\frac{I'_k}{I_{\text{вст.}}} = \frac{76,3}{15} = 5,08 > 3.$$

Таким чином, ефективність спрацьовування захисту забезпечується.

3.7 Висновки до розділу 2

У плані реконструкції системи освітлення здійснено заміну ламп розжарювання. Для цього, відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» норми освітленості розраховано число світильників в кожному приміщенні, зроблено їх розставлення і розраховано необхідну потужність ламп для створення нормованої освітленості в кожному приміщенні. Здійснено розрахунок навантаження освітлювальної мережі, відповідно до якого здійснено вибір захисного обладнання.

Використовуючи коефіцієнт одночасності, здійснено розрахунок силового навантаження, відповідно до цього розрахунку проведено вибір комутаційної та пускозахисної апаратури;

Проведено розрахунок і вибір електроприводів транспортера типу ТСН-3,0Б, зокрема розраховані і вибрані електродвигуни горизонтального і похилого транспортерів;

Розраховано і вибрано вентиляційно-опалювальне обладнання свинарника із застосуванням когенераційної установки Vitobloc – комплект «Клімат 4» з регулюванням параметрів мікроклімату.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Надання першої допомоги потерпілому при ураженні електричним струмом

Послідовність надання першої допомоги:

- усунути вплив на організм ушкоджуючих факторів, котрі загрожують здоров'ю та життю потерпілих, оцінити стан потерпілого;
- визначити характер та важкість травми, найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів щодо його рятування;
- виконати необхідні заходи з рятування потерпілих в послідовності терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, здійснити штучне дихання, провести зовнішній масаж серця);
- підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;
- викликати швидку медичну допомогу або вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.

Рятування потерпілих від впливу електричного струму залежить від швидкості звільнення його від струму, а також від швидкості та правильності надання йому допомоги. Зволікання може зумовити загибель потерпілого. При ураженні електричним струмом смерть часто буває клінічною, тому ніколи не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і вважати його мертвим через відсутність дихання, серцебиття, пульсу.

Дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, викликає мимовільне судомне скорочення м'язів та загальне збудження, котре може призвести до порушення і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу. Якщо потерпілий тримає провід руками, його пальці так сильно стискаються, що звільнити провід стає неможливим. В зв'язку з цим першою дією того, хто надає першу допомогу, повинне бути швидке вимкнення тієї частини електроустановки, до котрої доторкається потерпілий. Вимкнення здійснюється

за допомогою вимикачів, рубильника або іншого вимикаючого апарата.

Якщо вимкнути установку швидко не можна, слід взяти заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, до котрих він торкається. У всіх випадках той, хто надає допомогу, не повинен доторкатися до потерпілого без належних запобіжних заходів, оскільки це небезпечно для життя. Він також повинен слідкувати, щоб самому не опинитися в контакті з струмоведучою частиною або під кроковою напругою.

Для звільнення потерпілого від струмоведучих частин або провода напругою до 1000 В слід скористатись канатом, палицею, дошкою або будь-яким сухим предметом, що не проводить електричного струму.

Потерпілого можна також відтягнути за його одяг (якщо він сухий та відстає від тіла), уникаючи дотику до оточуючих металевих предметів та частин тіла. З метою ізоляції рук той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати руку шарфом, натягнути, на руку рукав піджака або пальто, накинути на потерпілого гумовий килимок, прогумований матеріал (плащ) або просто сухий матеріал. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку або непровідну підстилку, жмут одягу. При відділенні потерпілого від струмопровідних частин рекомендується діяти однією рукою.

Якщо електричний струм проходить в землю через потерпілого і він судорожно стискає один провід, то простіше перервати струм, відокремивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку, або відтягнувши за ноги від землі вірвовкою, або відтягнувши за одяг), дотримуючись при цьому запобіжних заходів. Можна також перерубати дроти сокирою з сухою ручкою або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками. Перерубувати або перекушувати проводи слід пофазово, тобто кожний провід окремо, при цьому рекомендується стояти на сухих дошках, на дерев'яній драбині.

Для звільнення потерпілого від струмоведучих частин під напругою понад 1000 В слід одягнути діелектричні рукавиці та боти і діяти штангою або ізольованими кліщами, розрахованими на відповідну напругу.

На лініях електропередачі, коли їх не можна швидко вимкнути, слід з цією метою здійснити замикання проводів накоротко, накинувши на них гнучкий провід.

Провід повинен бути відповідного поперечного перетину, щоб він не перегорів при проходженні через нього струму короткого замикання. Перед накиданням провода один кінець слід заземлити (приєднати його до металевої опори, до заземлювального спуску). З метою забезпечення зручності накидання на вільний кінець провідника бажано прикріпити вантаж.

Заходи долікарської допомоги залежать від стану, в якому знаходиться потерпілий після звільнення від електричного струму. У всіх випадках ураження електричним струмом необхідно обов'язково викликати лікаря незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий при свідомості та стійке дихання і є пульсом, але до цього втрачав свідомість, його слід покласти на підстилку з одягу, розстебнути одяг, котрий затрудняє дихання, забезпечити приплив свіжого повітря, розтерти і зігріти тіло та забезпечити повний спокій, дати понюхати нашатирний спирт, сполоснути обличчя холодною водою. Якщо потерпілий, котрий знаходиться без свідомості, прийде до тями, слід дати йому випити 15 - 20 крапель настоянки валеріани і гарячого чаю.

Для визначення стану потерпілого потрібно покласти його на спину й перевірити наявність дихання і серцевих скорочень.

Наявність дихання в потерпілого визначають за підйомом і опусканням грудної клітки під час самостійного вдиху й видиху. При порушенні дихання потерпілого необхідно зробити штучне дихання.

При наявності серцевих скорочень пульс найкраще перевіряти по сонній артерії. Відсутність пульсу на ній свідчить, як правило, про припинення руху крові в організмі.

Про відсутність кровообігу в організмі можна судити за станом очних зіниць, які в цьому випадку розширені. При відсутності пульсу необхідний зовнішній масаж серця.

Перевірка стану потерпілого, включаючи надання його тілу відповідного положення, перевірку дихання, пульсу і стану зіниць, повинна виконуватися швидко – протягом 15...20 с.

У період клінічної смерті протягом 4...5 хв. зміни на останньому рівні життєзабезпечення людини ще оборотні й її можна врятувати. Отже, допомога потерпілому повинна бути зроблена кваліфіковано, протягом перших 4...5 хв. Основні методи долікарської допомоги включають: штучне дихання «рот у рот», «рот у ніс», а також непрямий масаж серця.

Для проведення штучного дихання потерпілого потрібно покласти на спину на тверду основу, розстебнути одяг і забезпечити прохідність верхніх дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком, сторонньою речовиною або предметом у порожнині рота. Голову потерпілого треба повернути набік, очистити рот пальцем, обгорненим марлею або хусткою. Після цього той, хто надає допомогу, одну руку підсуває потерпілому під шию, а долонею іншої надавлює на чоло, максимально закидаючи голову назад. При цьому корінь язика відходить від задньої стінки гортані, відкриваючи вільний доступ повітря в легені, а рот відкривається.

Штучне дихання виконують в такий спосіб. Глибоко вдихнувши, той, хто надає допомогу, робить енергійний видих у рот потерпілого. Як тільки грудна клітка потерпілого піднялася, наповнення повітря припиняють. Після цього у потерпілого відбувається пасивний видих. Якщо пульс у потерпілого визначається добре, то інтервал між вдуванням повітря повинен складати 5 с (12 дихальних циклів на хвилину).

При зупинці серця, не втрачаючи ні секунди, потерпілого треба укласти на тверду основу і звільнити від одягу, оголити груди. Далі прощупуванням потрібно визначити місце натиснення: воно повинне знаходитися на два пальці вище м'якого кінця грудини. Після цього той, хто надає допомогу, повинен покласти на це місце долоню однієї руки, а поверх неї під кутом 90° – долоню другої руки. Надавлювати треба швидким поштовхом, злегка допомагаючи нахилом усього корпусу. Нижня частина грудини у потерпілого при натисненні повинна зміститися вниз на 3...5 см. Тривалість натиснення – не більше 0,5 с, з інтервалом 0,5 с. З появою самостійного пульсу, що свідчить про відновлення

серцевої діяльності, потрібно негайно припинити масаж серця, але продовжувати проведення штучного дихання.

Штучне дихання і непрямий масаж серця необхідно проводити до відновлення стійкого самостійного дихання й діяльності серця в потерпілого або до передачі його медичному персоналу.

4.2 Аналіз стійкості роботи сільськогосподарських підприємств в надзвичайних ситуаціях

Будь-який сільськогосподарський об'єкт включає в себе наземні будівлі і споруди основного і допоміжного виробництва, складські приміщення та приміщення адміністративно-побутового призначення. В будинках і спорудах основного і допоміжного виробництва розміщується типове технологічне обладнання, мереж газо-, тепло-, електропостачання. Між собою приміщення і споруди з'єднані мережею внутрішнього транспорту, мережею енергоносіїв і системами зв'язку й управління. На території сільськогосподарських об'єктів можуть бути розташовані споруди автономних систем електро- і водопостачання, а також окремі технологічні пристрої, що знаходяться окремо від інших будівель і споруд. Будинки і споруди побудовані за типовими проектами з уніфікованих матеріалів. Проекти виробництва виконуються за єдиними нормами технологічного проектування, що приводить до середнього рівня щільності забудови (звичайно 30 - 60 %). Все це дає підставу вважати, що для всіх об'єктів, незалежно від профілю виробництва і призначення, характерні загальні фактори, які впливають на стійкість об'єкта, його роботи в умовах НС.

На працездатність сільськогосподарського об'єкта має негативний вплив з боку специфічних умов і перш за все – район його знаходження. Він визначає рівень і ймовірність впливу небезпечних факторів природного походження (сейсмічний вплив, селі, зсуви, тайфуни, цунамі, кількість гроз, ливневих дощів та інше). Тому велика увага приділяється дослідженню й аналізу району розташування об'єкта. Одночасно з'ясовуються метеорологічні умови району

(кількість опадів, напрямки дії пануючих вітрів, максимальна і мінімальна температура найбільш гарячого та найбільш холодного місяців, вивчається рельєф місцевості, характер ґрунту, глибина залягання ґрунтових вод, їх хімічний склад). На стійкість об'єкта впливають: характер забудови території (структура, тип, щільність забудови), наявність розташованих поблизу об'єкта суміжних виробництв, транспортні магістралі, природничі умови місцевості (лісові масиви – джерела пожеж; водні об'єкти – можливі транспортні комунікації, вогнегороджувальні зони і одночасно джерела повеней т. ін.).

Район розташування може виступати в ролі головного фактора в забезпеченні захисту і працездатності об'єкта в умовах необхідного виходу з експлуатації штатних шляхів подання сировини чи енергоносіїв. Наприклад, наявність річки поблизу об'єкта дає змогу при порушенні шляхових і трубопровідних магістралей здійснити подачу матеріалів, сировини і комплектуючих водним транспортом.

Під час вивчення стійкості об'єкта дають характеристику будинкам основного і допоміжного виробництва, а також будинкам, які не беруть участь у виробництві основної продукції у випадках НС. Визначають основні особливості їх конструкції, технічні відомості, поверховість, розміри, вид каркасу, стикові заповнення, світлові прорізи, покрівлю, перекриття, ступінь зношення, вогнетривкість будинків, кількість робітників і службовців, які одночасно працюють в приміщеннях (найбільша робоча зміна), наявність вбудованого в будинок сховища чи сховищ, які знаходяться поблизу від основних будинків, наявність в будинках засобів евакуації і їх пропускну здатність.

Під час оцінювання внутрішнього планування території об'єкта визначається вплив щільності і типу забудови на можливість виникнення і розповсюдження пожеж, утворення звалищ біля входів у схованках і проходів між будинками. Особливу увагу звертають на ділянки, де можуть виникнути другорядні фактори ураження. Такими джерелами є: ємності з ЛЗР і СДОР, склади ВР і вибухонебезпечне технологічне обладнання; технологічні

комунікації, руйнування яких може викликати пожежі, вибухи і загазованість, склади легкозаймистих матеріалів, аміачні пристрої та інше.

За цими критеріями прогноуються наслідки таких процесів:

- витікання тяжких і легких газів чи токсичного диму;
- розсіювання продуктів горіння у внутрішніх приміщеннях;
- пожежі цистерн, колодязів, фонтанів;
- нагріву і випаровування рідини в басейнах та ємностях;
- вплив на людину продуктів горіння і інших хімічних речовин;
- радіаційного теплообігу під час пожеж;
- утворення ударної хвилі внаслідок вибухів пари ЛЗР, посудин, що працюють під тиском, вибухів у зачинених і відчинених приміщеннях;
- розповсюдження полум'я в будинках і спорудах об'єкта та інше.

Технологічний процес вивчається за обліком специфіки виробництва за час НС (зміни технології, часткове припинення виробництва, переключення на виробництво нової продукції та іншого). Оцінюється мінімум і можливість заміни енергоносіїв, можливість автономної роботи окремих одиниць обладнання об'єкта; запас і місце розташування СДОР, ЛЗР й іншого; засоби безаварійної зупинки виробництва в умовах НС. Особливу увагу необхідно приділяти вивченню систем газопостачання, оскільки руйнування цих систем може призвести до появи вторинних уражуючих факторів.

Під час дослідження систем керування на об'єкті вивчають розподіл сил і стан пунктів керування і надійності вузлів зв'язку, визначають джерела поповнення робочої сили, аналізують можливості взаємозаміни складу керівництва об'єкта.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі магістра здійснено розробку енергоефективної системи електропостачання малого фермерського господарства із впровадженням нетрадиційних джерел живлення, що дозволить підвищити стійкість і надійність електропостачання без додаткового навантаження на централізовану електричну мережу.

Отримані наступні результати:

- доведено, що підвищення енергоефективності при використанні поновлюваних джерел енергії досягається за рахунок скорочення витрат на закупівлю вуглеводневих джерел енергії і електроенергії з централізованої електромережі;

- здійснено аналіз та порівняння турбінних і поршневих двигунів, який показав, що установка газових турбін є найбільш вигідною;

- проведено вибір біоенергетичної та когенераційної установки;

- використовуючи коефіцієнт одночасності, здійснено розрахунок силового навантаження, відповідно до цього розрахунку проведено вибір комутаційної та пускозахисної апаратури;

- виконані світлотехнічні і електротехнічні розрахунки електроосвітлення і освітлювальної мережі із заміною світильників;

- проведено розрахунок і вибір електроприводів транспортера типу ТСН-3,0Б, зокрема розраховані і вибрані електродвигуни горизонтального і похилого транспортерів;

- розраховано і вибрано вентиляційно-опалювальне обладнання свинарника із застосуванням когенераційної установки Vitobloc – комплект «Клімат 4» з регулюванням параметрів мікроклімату.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”». [Електронний ресурс] // № 605-р від 18 серпня 2017 р. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>
2. Ярощук О. Енергоемність економіки України, або чому до Європи ще далеко [Електронний ресурс] / Олександр Ярощук // БизнесЦензор. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://biz.censor.net/columns/3048408/energomnst_ekonomki_ukrani_abo_chomu_do_vropi_sche_daleko.
3. Бабюк, С. М.; Пліс, Я. В. Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання. Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2020, 2: 82-83.
4. Токарчук, Д. М., Фурман І. В. "Сучасні енергоефективні технології в АПК України." Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики, 2020, № 4. С. 99-116. (2021).
5. Переваги і недоліки використання дизельних електростанцій [Електронний ресурс] // cherkasy-city.com. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://cherkasy-city.com/ua/article/243921-perevagiy-i-nedoliky-vykorystannya-dyzelnyh-elektrostantsiy>.
6. Золотницький А. В. Енергоефективність комбінованих систем енергозабезпечення на базі міні-ТЕЦ : кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю „141 — електроенергетика, електротехніка та електромеханіка“ / А. В. Золотницький. — Тернопіль : ТНТУ, 2021. — 71 с.
7. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
8. Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування /А.Максимов, І.Вахович, Т.Гутніченко, П.Бабічева, Н.Вакуленко, Н.Ігольнікова, Т.Цифра,

О.Молодід, О.Молодід, О.Беленкова, Ю.Ячменьова, Ю.Дорошук, А.Скрипник, А.Ваколук, В.Бойко, М.Сегедій, Д.Вахович/ Асоціація міст України – К., ТОВ «ПІДПРИЄМСТВО «ВІ ЕН ЕЙ»,2015. –184 с.

9. Казарова І. О. Підвищення ефективності систем енергопостачання за рахунок впровадження когенерації. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.14.06 – «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика» (141 – теплоенергетика) – Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова; Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, Харків, 2017.

10. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. «Основи електроенергетики та електропостачання». Підручник – Львів. Видавництво Національного університету «Львівська політехніка»,2007.

11. Лук'яненко Ю. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : Навч. посіб. / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 111 с.

12. Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 15 травня 2006 р. № 168 ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

13. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.

14. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.

15. М.С. Сегеда «Електричні мережі та системи». Підручник - Львів. Видавництво Національного університету «Львівська політехніка»,2007.

16. Бабюк, С. М., & В Пліс, Я. (2020). Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання. Збірник тез доповідей ІХ

Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 82-83.

17. Бабюк, С. М., Приймак, М. Д., & Паськів, Р. В. (2017). Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 90-91.

18. Orobchuk, B., Sysak, I., Babiuk, S., Rajba, T., Karpinski, M., Klos-Witkowska, A., ... & Gancarczyk, J. (2017, September). Development of simulator automated dispatch control system for implementation in learning process. In 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 1, pp. 210-214). IEEE.

19. Бачинський О. , Пліс Я. ., Шандрук Ю. Методи та засоби підвищення якості електроенергії в розподільчих мережах низької і середньої напруги // Зб. наук. праць / Терн. нац. тех. універ. ім. І.Пуллюя. Тернопіль. С. 52.

20. Бабюк С. , Клебан К. , Танасійчук В. Шляхи підвищення надійності електропостачання // Зб. наук. праць / Терн. нац. тех. універ. ім. І.Пуллюя. Тернопіль, 2021. С. 61.