

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.3:631.223(477.41)

ПОГОДЖЕНО

Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження

проф., д.т.н.
(підпис)

КАПЛУН В.В.

2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

доц., к.т.н.
(підпис)

ОКУШКО О.В.

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: „РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕЛЯТНИКА НА 280 ТОЛІВ”

Спеціальність 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Савченко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Заблонський В.О.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРИТЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

К.Т.Н., доц.

Окушко О.В.

(підпис)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ

Забдоцькому Владиславу Олеговичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Розроблення та дослідження енергоефективного електрообладнання для телятника на 280 голів”

затверджена наказом ректора НУБІП України від 06.03.2023 № 324(С)

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05.11.2023

Вихідні дані до магістерської роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз виробничо-господарської діяльності та стану електрифікації СВК «Деснянський».
2. Виконати проектування електрифікації та автоматизації виробничих процесів на відгодівельній фермі ВРХ.
3. Провести вибір та дослідження електрообладнання відгодівельної ферми ВРХ.
4. Виконати розрахунок системи електропостачання ферми ВРХ.
5. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання відгодівельної ферми ВРХ.
6. Розробити заходи з охорони праці на відгодівельній фермі ВРХ.
7. Провести техніко-економічне обґрунтування системи електрообладнання відгодівельної ферми ВРХ.

Дата видачі завдання 07.03.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Савченко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Забдоцький В.О.

(підпис)

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота. 112 с., 43 рис., 18 табл., 26 джерел.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси на відгодівельній фермі ВРХ з безприв'язним утримуванням тварин.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи електрообладнання для відгодівельної ферми ВРХ, що забезпечує підвищення ефективності технологічних процесів, зменшення собівартості та енергоємності тваринницької продукції.

Методи дослідження та апаратура: моделювання, методи математичної статистики тощо; застосування сучасних приладів та методів вимірювання і обробки їх результатів за допомогою ПК у програмному середовищі “Mathcad”, амперметри, вольтметри.

На основі обстеження відгодівельної ферми ВРХ вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для приготування і роздавання кормів, прибирання гною, поїння тварин, підтримання необхідного мікроклімату та водопостачання ферми, а також проведений розрахунок освітлювальних та опромінювальних установок.

Проведений розрахунок електричних мереж 0,38 кВ та визначена потужність трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ. Розроблені заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтована структура електротехнічної служби та визначена її чисельність. Складені графіки технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки на фермі.

Обґрунтована функціональна схема геліоустановки для тваринницької ферми, проведений розрахунок і вибір технологічного та електротехнічного обладнання. Розроблена принципіальна електрична схема, вибрані апарати захисту і керування. Досліджена робота електропривода насоса при відхиленні напруги і частоти струму.

Ефективність прийнятих інженерних рішень підтверджують економічні розрахунки.

Галузь застосування – тваринництво.

Ключові слова: телятник, відгодівельна ферма, система електрообладнання, технологічне обладнання, геліоустановка.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА	
СВК «ДЕСНЯНСЬКИЙ» І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІ	10
1.1 Аналіз господарської діяльності СВК «Деснянський»	10
1.2 Стан електрифікації господарства.....	11
1.3 Характеристика відгодівельної ферми ВРХ СВК «Деснянський».....	13
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ	
ПРОЦЕСІВ НА ВІДГОДІВЕЛЬНІЙ ФЕРМІ ВРХ	14
2.1 Досягнення науки і техніки в галузі електрифікації технологічних процесів у тваринництві	14
2.2 Технологія виробництва і утримання тварин на відгодівельній фермі ВРХ	15
2.3 Вибір технологічного обладнання.....	16
2.3.1 Годівля та роздавання кормів.....	16
2.3.2 Прибирання гною	18
2.3.3 Водопостачання ферми.....	18
2.3.4 Глоїння тварин	25
2.4 Розрахунок вентиляції і опалення.....	26
2.5 Розрахунок освітлення і опромінення та вибір освітлювальних і опромінювальних установок.....	32
2.6 Вибір пускової і захисної апаратури.....	37
2.6.1 Вибір автоматичних вимикачів.....	37
2.6.2 Вибір електромагнітного пускача.....	38
2.6.3 Вибір теплового реле	38
2.7 Вибір розподільчих пристроїв і розрахунок внутрішніх електропроводок.....	39
2.7.1 Вибір розподільчих пристроїв та ящиків керування.....	39
2.7.2 Розрахунок внутрішніх електропроводок.....	39
2.7.3 Узгодження захисних апаратів з проводами.....	40

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕЛІОНАГРІВАЛЬНОЇ

УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕЛЯТНИКА НА 280 ГОЛІВ..... 42

3.1 Використання геліоустановок для підігрівання води..... 42

3.2 Розрахунок геліоустановки для телятника на 280 голів..... 44

3.3 Обґрунтування і вибір елементів для функціонування геліоустановки..... 48

3.4 Розробка принципової електричної схеми керування геліоустановкою..... 54

3.5 Вибір апаратів керування і захисту..... 56

3.6 Дослідження впливу відхилення напруги і частоти струму на електропривод насоса геліоустановки..... 57

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ВИБІР

ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ..... 64

4.1 Розрахунок електричних навантажень..... 64

4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж..... 67

4.3 Перевірка повітряних ліній за умовами допустимого зниження напруги..... 68

4.4 Перевірка електричних мереж на можливість пуску асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором..... 71

4.5 Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах однофазних та трифазних коротких замикань..... 73

РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ І ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ..... 78

5.1 Заходи з монтажу і налагодження електрообладнання..... 78

5.2 Визначення об'ємів робіт з експлуатації електрообладнання..... 79

5.3 Організація обліку і раціонального використання електроенергії..... 86

5.4 Визначення втрат електроенергії в трансформаторах і мережі 0,38 кВ..... 88

5.5 Збитки від перерви в електропостачанні на відгодівельній фермі ВРХ..... 88

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ..... 90

6.1 Аналіз стану охорони праці на відгодівельній фермі ВРХ..... 90

6.2 Безпечність відгодівельної ферми ВРХ..... 90

6.2.1 Визначення класів виробничих зон і категорії приміщень..... 90

6.2.2	Визначення потенційно небезпечних частин електроустановок	90
6.2.3	Визначення шкідливих і небезпечних факторів виробництва.....	92
6.3	Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на відгодівельній фермі ВРХ	92
6.4	Розрахунок потреби та вибір захисних засобів.....	94
6.5	Заземлення та захисні заходи електробезпеки.....	94
6.6	Блискавкозахист будівель і споруд.....	99
6.7	Система протипожежного захисту	100
РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ		
ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЛІОНАГРІВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ		
	ВІДГОДІВЕЛЬНОЇ ФЕРМИ ВРХ.....	102
	ВИСНОВКИ.....	105
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	107

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України

I – сила струму;

U – напруга;

M – момент;

R – активний опір;

X – реактивний опір;

t – час;

T – температура;

ϕ – відносна вологість повітря;

Q_3 – загальна кількість зайвого

тепла;

C – питома масова теплоємність повітря;

γ – густина повітря;

F_K – поверхня покрівлі;

K_K – коефіцієнт теплопередачі даху;

НУБІП України

ω – кутова швидкість;

ω_0 – синхронна кутова швидкість;

s – ковзання двигуна;

K_3 – коефіцієнт запасу;

η_{II} – к.к.д. передачі;

J – момент інерції;

n – частота обертання;

P – потужність двигуна;

μ – кратність моменту;

V – об'єм приміщення;

L_B – продуктивність вентилятора;

q_0 – питома теплова

характеристика спорути;

S – площа приміщення;

λ – коефіцієнт гідравлічного опору;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

l – довжина труби;

d – діаметр труби;

НУБІП України

v_1 – швидкість нагрівання двигуна;

$G_{вл}$ – кількість вологи, яку виділяє

одна тварина у вигляді пару;

$d_{вн}$ – вміст вологи у повітрі

приміщення;

$d_{зов}$ – вміст вологи в зовнішньому

повітрі;

v – швидкість;

g – прискорення вільного падіння;

Φ_{Σ} – еритемний потік лампи;

$S_{розр}$ – максимальне розрахункове

навантаження на ділянці лінії;

$\cos\phi$ – коефіцієнт потужності.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Нині тваринницькі ферми і комплекси оснащені електрифікованими машинами, агрегатами і потоковими лініями, що дало можливість механізувати основні технологічні процеси, а в деяких випадках забезпечило їх комплексну механізацію і автоматизацію. На фермах великої рогатої худоби (ВРХ) рівень механізації технологічних процесів становить: подача води – 95 %, доїння корів – 96 %, прибирання гною – 90 %, роздача кормів – 67 %, комплексна механізація – 66 %.

Новою системою машин передбачено підвищення рівня механізації тваринницьких підприємств. Воно повинно забезпечуватися виробництвом електрифікованих і автоматизованих машин та комплектів обладнання для технологічних процесів в тваринництві і птахівництві, нових технічних засобів для механізації і автоматизації допоміжних операцій, таких як ветеринарно – санітарна обробка і лікування тварин. Розширюється номенклатура теплових установок, які працюють на природному газі і твердому паливі, передбачено застосування енергозберігаючого автоматизованого електротермічного обладнання, альтернативних джерел енергії, які дають можливість економніше використовувати електроенергію.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи електрообладнання для відгодівельної ферми ВРХ, що забезпечує підвищення ефективності технологічних процесів, зменшення собівартості та енергоємності тваринницької продукції.

Об'єктом досліджень є технологічні процеси на відгодівельній фермі ВРХ з безрив'язним утриманням тварин.

Предмет досліджень – структура автоматизованого електрообладнання для відгодівельної ферми ВРХ та параметри відповідного електрообладнання.

Методи дослідження та апаратура: моделювання, методи математичної статистики тощо, застосування сучасних приладів та методів вимірювання і

обробки їх результатів за допомогою ПЕОМ у програмному середовищі "Mathcad".

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електрообладнання для відгодівельної ферми ВРХ.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці системи автоматизованого електрообладнання для відгодівельної ферми ВРХ.

На захист магістерської роботи виносяться:

1. Система технологічного обладнання для відгодівельної ферми ВРХ.

2. Система автоматизованого електрообладнання для технологічних процесів відгодівельної ферми ВРХ.

3. Структура та параметри геліоустановки, для тваринницької ферми та методика її розрахунків.

4. Результати теоретичних та експериментальних досліджень електропривода насоса геліоустановки.

5. Заходи з експлуатації електрообладнання, охорони праці, енергозбереження на відгодівельній фермі ВРХ.

У цій магістерській роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для відгодівельної ферми ВРХ, розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці на фермі.

Обґрунтована структура та параметри геліоустановки для тваринницької ферми, проведені дослідження електропривода насоса геліоустановки, наведені техніко-

економічні показники застосування розробленого автоматизованого електрообладнання на відгодівельній фермі ВРХ.

Результати досліджень опубліковані в праці: Заблоцький В.О., Савченко

В.В. Автоматизоване електрообладнання геліоустановки тваринницької ферми.

Збірник тез 76 науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК.

С. 50.

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА СВК «ДЕСНЯНСЬКИЙ» І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

1.1 Аналіз господарської діяльності СВК «Деснянський»

СВК «Деснянський» розташоване у с. Нижча Дубечня Вишгородського району Київської області в зоні лісостепу на відстані 21 км від районного центру м. Вишгород та 43 км від обласного центру м. Києва.

Місцевість, в якій знаходиться господарство, характеризується помірно континентальним кліматом. Середньорічна температура повітря становить + 6,5 °С. Ранні осінні заморозки бувають у вересні, пізні весняні закінчуються у травні.

На території підприємства переважає долинний тип місцевості. Рельєф здебільшого рівномірний. Ерозія сільськогосподарських угідь виражена дуже слабо.

Ґрунтовий покрив території представлений дерново – підзолистими, підзолисто – дерновими та супідзолистими ґрунтами і їх різновидами, а також дерновими і болотними ґрунтами в долинних частинах рельєфу.

Загальна земельна площа становить 1930 га, з яких 1686 га сільськогосподарських угідь, де 1360 га ріллі, 117 га сіножаті, 209 га пасовищ. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових культур та тваринництві.

Таблиця 1.1

Поголів'я тварин в господарстві

Назва	Одиниці виміру	Фактично на 01.01.23.р
Молочне стадо корів	голів	190
Молодняк і доросла худоба на відгодівлі	голів	939
Свині	голів	540

Таблиця 1.2

Продуктивність тварин		
Назва	Одиниця виміру	Фактично на 01.01.23 р.
Середньорічний удій від 1 корови	кг	4377
Середньодобовий приріст ВРХ свині	г	603
Вихід телят на 100 корів	голів	483
		94

Таблиця 1.3

Виробництво продукції рослинництва			
Продукція рослинництва	Площа, га	Валовий збір, ц	Урожайність, ц/га
Зернові і зернобобові	300	660	22
Кукурудза	100	1520	152
Картопля	280	4340	155
Кормові коренеплоди	300	4350	145
Багаторічні трави	180	252	14
Однорічні трави	200	880	44

1.2 Стан електрифікації господарства

Електрозабезпечення СВК «Леснянський» здійснюється від Вишгородської РТП 35/10 кВ. Високовольтні лінії, які живлять господарство, змонтовані на залізобетонних опорах і виконані проводами АС-35; АС-50; АС-70. Стан ліній 35,10 кВ задовільний.

Електрообладнання, яке знаходиться на балансі господарства, і джерела живлення наведені в таблиці 1.4.

НУБІП України

Таблиця 1.4
Електрообладнання, яке знаходиться на балансі господарства

№	Назва	Кількість, шт.	Сумарна потужність кВт
1	Дизельні електростанції	2	100
2	Трансформаторні підстанції	7	2280
	Електродвигуни:	420	1734
3	в тому числі в тваринництві	174	594
	в рослинництві	246	212
4	Лінії 0,38 кВ, км	24	
5	Лінії 10 кВ, км	12	
6	Термічне обладнання	8	16

Більшість ліній електропередач повітряні, прокладені на залізобетонних опорах проводом А50 і А25.

На всіх опорах, від яких зроблені вводи в будівлю, є повторні заземлення нульового проводу. Нині трансформаторні підстанції знаходяться в задовільному стані.

У господарстві електрифіковані в рослинництві виробничі процеси передпосівного очищення і сортування зерна; завантажування і протравлення зерна; після комбайнового очищення і сортування зерна; сушіння зерна; у тваринництві – прибирання гною; водопостачання; підгрів води (частково); первинної обробки молока; доїння; кормоприготування; створення необхідного мікроклімату; у майстернях – електропривод верстатів і ручного інструменту; привод підйомних пристроїв і механізмів.

Витрати електроенергії за видами виробництва наведені в таблиці 1.5.

Електротехнічна служба складається із чотирьох чоловік, яку очолює технік-електрик. Технічне обслуговування господарством ведеться своєчасно і

колектив електротехнічної служби підтримує електрообладнання в робочому стані.

НУБІП України

Таблиця 1.5

Витрати електроенергії за видами виробництва

№	Назва виробництва	Кількість електроенергії, тис. кВт.год
1.	Одержано від енергосистеми	1429
2.	Відпущено на виробничі потреби:	1285
	- рослинництво	518
	- тваринництво	397
	- підсобне господарство	184
	- побутові потреби і освітлення	186

В господарстві є електроцех, де є необхідні інструменти і прилади. В будівлі електроцеху є ДЕС потужністю 100 кВт, яка знаходиться в робочому стані.

1.3 Характеристика відгодівельної ферми ВРХ СВК «Деснянський»

До складу відгодівельної ферми входить 4 телятники на 280 голів.

Нині електрифікація даного об'єкта знаходиться не на належному рівні із застосуванням застарілого обладнання.

Прибирання гною здійснюється за допомогою гноєприбирального транспортера. Водопостачання господарства здійснюється від автоматизованої баштової водокачки. Роздача кормів виконується в основному вручну.

Освітлення приміщення здійснюється світильниками типу НСПО, ПНП, ППР, «Астра – 11», «Астра – 12» з лампами розжарювання.

Силкові і освітлювальні проводки на фермі знаходяться у задовільному стані.

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ НА ВІДОДІВЕЛЬНІЙ ФЕРМІ ВРХ2.1 Досягнення науки і техніки в галузі електрифікації технологічних
процесів у тваринництві

Докорінна зміна виробництва тваринницької продукції під впливом науково-технічного прогресу є відносно тривалим процесом і потребує великих трудових та матеріальних затрат.

Механізація і електрифікація технологічних процесів – основа технічного прогресу в тваринництві. Проте стосовно до тваринництва необхідно передбачити також і впровадження у виробництво передової технології, досягнень хімічної, мікробіологічної та інших наук, передового досвіду, винаходів, раціоналізаторських пропозицій і наукової організації праці.

Досвід передових господарств показує, що комплексна механізація і електрифікація тваринництва, грамотна технічна експлуатація машин і обладнання, а також наукова організація праці дає можливість значно підвищити продуктивність праці, знизити собівартість і підвищити рентабельність тваринницької продукції.

Нова система машин передбачає розвиток таких основних напрямків науково-технічного прогресу в галузі електрифікації і механізації тваринництва

– широке використання електричної енергії в технологічних процесах,

а не лише для привода машин;

– створення потокових автоматизованих ліній;

– розробка нових ефективних, прогресивних технологій і створення технічних засобів для приготування повнораціонних кормів;

– широке впровадження установок для опромінення тварин, створення

оптимального мікроклімату, іонізації повітря в приміщеннях з метою підвищення їхньої продуктивності, збереження молодняку і відтворення поголів'я.

Інтенсифікація тваринництва вимагає насамперед створення і підтримання оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях.

Для роздавання кормів великій рогатій худобі передбачаються стаціонарні кормороздавачі в основному з використанням стрічкових транспортерів у середині годівниць і створення на їх основі потокових автоматизованих ліній.

Поряд із стаціонарними кормороздавачами будуть розроблюватися нові конструкції мобільних кормороздавачів з підвищеною ємкістю бункера до 15...20 м³, які дозволять одному механізатору обслуговувати не менше 1000 голів худоби.

Перспективними засобами прибирання гною і його транспортування залишаються скреперні установки із регульованою транспортною здатністю, напірний підротранспорт, а також самопливна система з щільовими підлогами і установки для вивантаження гною при підпольному зберіганні.

Нова система машин передбачає обробку і знезаражування гною після прибирання на установках як механічної, так і термічної дії, які дають можливість знезаражувати гній від хвороботворних мікроорганізмів, знизити схожість насіння буряків, які потрапляють в гній разом з кормами.

В системі машин для комплексної механізації ферм і комплексів великої рогатої худоби передбачається впровадження автоматизованих систем управління потоковими лініями і технологічними процесами за допомогою приладів, засобів автоматизації, станцій керування, диспетчерських пристроїв інформації і зв'язку, пристроїв збирання і відбору інформації тощо.

2.2 Технологія виробництва і утримання тварин на відгодівельній фермі ВРХ

Основним напрямком ферми є вирощування молодняка ВРХ у кількості 1000 голів у рік на промисловій основі. Після закінчення відгодівлі молодняк ВРХ здається на м'ясо.

Тварини поступають з молочно-товарних ферм. Протягом перших 30 днів після прибуття на ферму телята утримуються на карантинному режимі, під час якого вони щоденно підлягають ветдогляду, вибірковій і поголівній термометрії.

Карантинне відділення являє собою телятник на 280 голів ВРХ. В одній будівлі одночасно може розміщуватися 280 тварин у 2-х секціях по 140 телят в кожній. В секціях телята знаходяться в групових клітках.

Після тридцятиденного терміну тварин із карантинного відділення переводять в приміщення для відгодівлі телят. Таких приміщень на фермі три.

Тут телята також знаходяться в приміщеннях на 280 голів ВРХ. Кожна секція приміщення для вирощування телят розрахована утримання 140 голів телят.

Кожна секція розділена на 7 групових кліток, по 20 тварин у кожній. Секція заповнюється телятами, які поступили із карантинного відділення протягом 1-2-

х днів. В приміщеннях для вирощування телята утримуються до 165-денного віку. При досягненні телятами 165-денного віку, із дозволу старшого ветлікаря

ферми телята переводять в будівлю для відгодівлі. В кожній будівлі одночасно розміщуються 280 голів ВРХ. Будівля призначена для відгодівлі молодняку ВРХ у віці від 165 до 450 днів. Молодняк утримують в групових клітках по 20 голів.

При досягненні телятами 405-денного віку їх здають на м'ясо.

2.3 Вибір технологічного обладнання

2.3.1 Годівля та роздавання кормів

В приміщеннях по відгодівлі молодняку на 280 голів передбачається безприв'язне утримання тварин у групових клітках. Годівля усіма видами кормів здійснюється із стаціонарних годівниць, які встановлені вздовж кожного ряду кліток. Роздача усіх видів грубих та соковитих кормів здійснюється за

допомогою мобільного транспорту. Для роздавання кормів тваринам вибираємо

малогабаритний мобільний кормороздавач РММ-5,0[3], який призначений для транспортування і видачі на ходу в годівницю подрібнених грубих і соковитих кормів, жому, коренебульбоплодів, в тваринницьких приміщеннях довжиною не

менше 1400 мм і висотою годівниці не більше 750 мм, що відповідає конструкції приміщень. Кормороздавач агрегується із тракторами класу 0,6, робочі органи приводяться в дію від вала відбору потужності трактора.

Технічна характеристика кормороздавача РММ – 5,0:

1. Продуктивність (при роздаванні силосу), т/год - 2...14.

2. Норма видачі кормів на 1 м довжини годівниці, кг:

силосу, сінажу - 2...41;

зеленої маси - 5...35;

грубих подрібнених кормів - 2...6.

3. Відхилення від заданої норми видачі, %, не більше – 15.

4. Число ступенів зміни норми видачі - 4.

5. Місткість кузова, м³ - 4,6.

6. Вантажопідйомність, т - 1,75.

7. Споживана потужність, кВт - 5,9.

8. Маса, кг - 1490.

9. Габаритні розміри, мм:

довжина - 5260;

ширина - 1870;

висота - 1870

10. Колія, мм - 1545.

11. Транспортна швидкість, км/год - 30.

До двомісячного віку годівля телят в основному молочна, із застосуванням сіноконцентратного пійла. Денна доза молочних продуктів для телят до 40-денного віку складає в кг на одну голову – 6 кг, від 40 до 60 днів – 8 кг на одну голову. Годівля телят триразова.

Загальна потреба в молочних продуктах складає:

$$C_{\text{ден}} = q_1 \cdot h_1 + q_2 \cdot h_2, \quad (2.1)$$

де q – денна доза молочних продуктів, кг;

h – поголів'я тварин.

$$C_{\text{ден}} = 6 \cdot 140 + 8 \cdot 140 \text{ кг.}$$

Разова видача складає:

$$C = \frac{C_{\text{день}}}{3} = \frac{6 \cdot 140 + 8 \cdot 140}{3} = 653,5 \text{ кг.}$$

Для приготування молочної суміші приймаємо 1 установку типу АЗМ - 0,8 утелятнику на 280 голів.

Технічна характеристика АЗМ - 0,8:

1. Тривалість повного циклу приготування продукту, год - 3,5.
2. Робоча ємність змішувача, л - 800.
3. Час емульсування жирів, хв - 15-20.
4. Потужність привода, кВт:

мішалки - 1,5;
насоса-емульгатора - 4.

5. Продуктивність:

насоса-емульгатора, л/год - 2500;

шнека, т/год - 1,2.

Для подачі молочної суміші в стійлове приміщення трубами вибираємо насос 36 МЦ 6-12.

2.3.2 Прибирання гною

Для прибирання гною у приміщенні застосовуються дві скреперні установки типу УС - 15[3], що розміщені в жолобах.

Технічна характеристика УС - 15

1. Довжина контуру, м - 170
2. Ширина гноєвого проходу, м - 1,8-3,0
3. Швидкість руху робочого органу, м/хв - 3,8
4. Встановлена потужність, кВт - 1,1
5. Передаточне число редуктора - 310
6. Тривалість прибирання, хв - 45

2.3.3 Водопостачання ферми

На території ферми передбачаємо технологічне та пожежне водопостачання із подачею води до місця гасіння пожеж з гідрантів, встановлених на водопровідній мережі.

Середньодобові витрати води $Q_{\text{доб.ср.}}$, $\text{м}^3/\text{доб.}$, визначають за формулою[6]:

$$Q_{\text{доб.ср.}} = q_1 \cdot n_1 + q_2 \cdot n_2 + \dots + q_n \cdot n_n, \quad (2.2)$$

де q – добова норма споживання води однією твариною, $\text{м}^3/\text{доб.}$,
 n – число споживачів, які мають однакову норму споживання води.

Все поголів'я тварин на фермі ділимо на дві групи:

- 1) до 6 місяців, загальною чисельністю 400 голів із нормою споживання $0,02 \text{ м}^3/\text{доб.}$;
- 2) від 6 до 14 місяців, загальною чисельністю 600 голів із нормою споживання $0,03 \text{ м}^3/\text{доб.}$

Тоді

$$Q_{\text{доб.ср.}} = 400 \cdot 0,02 + 600 \cdot 0,03 = 26 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Максимальні годинні витрати води $Q_{\text{год.макс.}}$, $\text{м}^3/\text{год.}$ визначають за формулою[6]:

$$Q_{\text{год.макс.}} = \frac{Q_{\text{доб.ср.}}}{24} \cdot \alpha_{\text{доб.}} \cdot \alpha_{\text{год.}}, \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{доб.ср.}}$ – середньодобові витрати води, $Q_{\text{доб.ср.}} = 26 \text{ м}^3/\text{доб.}$;
 $\alpha_{\text{доб.}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, $\alpha_{\text{доб.}} = 1,3$;
 $\alpha_{\text{год.}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання, $\alpha_{\text{год.}} = 2,5$.

$$Q_{\text{год.макс.}} = \frac{26}{24} \cdot 1,3 \cdot 2,5 = 3,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальні секундні витрати води $Q_{\text{сек.макс.}}$, $\text{м}^3/\text{с.}$ визначають за формулою[6]:

$$Q_{\text{сек.макс.}} = \frac{Q_{\text{год.макс.}}}{3600} = \frac{3,5}{3600} = 0,00098 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Система водопостачання повинна мати напірний резервуар для забезпечення надійного, економічно вигідного і рівномірного режиму роботи

насоса із постійною подачею та постійним напором. Таким резервуаром є бак водонапірної башти.

Розрахунковий об'єм бака водонапірної башти $V_{б.р.}$, м³ визначають за формулою[6]:

$$V_{б.р.} = V_{рег.} + V_{пож.} + V_{ав}, \quad (2.4)$$

де $V_{рег.}$ – регульований запас води у баці водонапірної башти, м³;

$V_{пож.}$ – протипожежний запас води, м³;

$V_{ав}$ – аварійний запас води, м³.

Регульований об'єм води, м³ орієнтовно визначають за формулою:

$$V_{рег.} = \frac{Q_{доб.ср.} \cdot \alpha_{доб.} \cdot \alpha_{год.} \cdot 0.01}{n}, \quad (2.5)$$

де n – частота вмикань насоса за 1 год (до 6), приймаємо $n = 4$.

Тоді

$$V_{рег.} = \frac{26 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{4} \cdot 0,01 = 0,2 \text{ м}^3.$$

Протипожежний запас води, м³ визначають за формулою[6]:

$$V_{пож.} = 3,6 \cdot Q_{пож.} \cdot n_{пож.} \cdot t_{пож.}, \quad (2.6)$$

де $Q_{пож.}$ – витрати води на гасіння однієї пожежі, $Q_{пож.} = 15$ л/с;

$n_{пож.}$ – розрахункова кількість пожеж, $n_{пож.} = 1$;

$t_{пож.}$ – тривалість гасіння пожежі, $t_{пож.} = 1/6$ год.

Тоді

$$V_{пож.} = 3,6 \cdot 15 \cdot 1 \cdot \frac{1}{6} = 9 \text{ м}^3.$$

Аварійний запас води, м³ визначають за формулою:

$$V_{ав} = Q_{год.маж.} \cdot t_{ав}, \quad (2.7)$$

де $t_{ав}$ – час, необхідний для усунення можливої аварії, приймаємо $t_{ав} = 2$ год.

Тоді

$$V_{ав} = 3,5 \cdot 2 = 7 \text{ м}^3.$$

Розрахунковий об'єм бака водонапірної башти:

$$V_{б.р.} = 0,2 + 9 + 7 = 16,2 \text{ м}^3.$$

Визначимо середньодобове зосереджене споживання води в точках

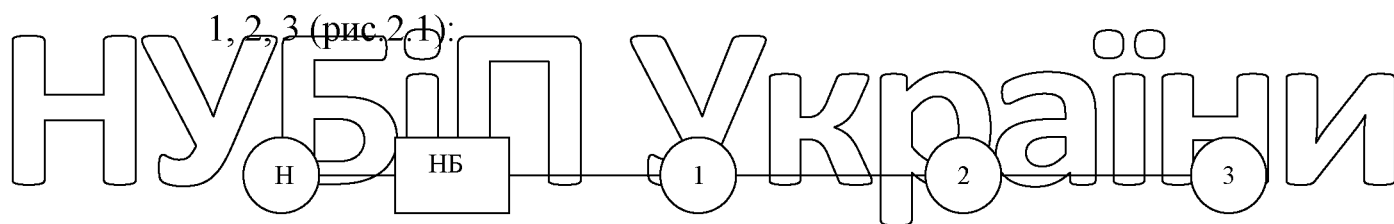


Рис. 2.1. Схема водопровідної мережі:
 Н – насос; НБ – водонапірна башня; 1, 2, 3 – вузли відбору води;
 1 – карантинне відділення; 2 – 1 телятник на 280 голів; 3 – 2 телятника на 280 голів.

$$Q_{\text{доб. ср.}} 1 = 280 \cdot 20 = 5600 \text{ л} = 5,6 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{доб. ср.}} 2 = 120 \cdot 20 + 160 \cdot 30 = 7200 \text{ л} = 7,2 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{доб. ср.}} 3 = 440 \cdot 30 = 13200 \text{ л} = 13,2 \text{ м}^3$$

Максимальне годинне споживання в точках 1, 2, 3 м³/год.:

$$Q_{\text{макс г1}} = 0,76 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

$$Q_{\text{макс г2}} = 0,98 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

$$Q_{\text{макс г3}} = 1,79 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Максимальне секундне споживання води в точках 1, 2, 3 м³/с:

$$Q_{\text{макс с1}} = 0,00021 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

$$Q_{\text{макс с2}} = 0,00027 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

$$Q_{\text{макс с3}} = 0,0005 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Розрахункові витрати води на окремих ділянках водопроводу визначають за формулою:

$$Q_p = Q_B + Q_{\text{тр}} + Q_{\text{пож.}}, \quad (2.8)$$

де Q_B – зосереджене, максимальне секундне споживання води з вузлів, який живиться від даної ділянки водопроводу м³/с;

$Q_{\text{тр}}$ – транзитні витрати води, м³/с;

$Q_{\text{пож.}}$ – протипожежні витрати води, м³/с.

Тоді на окремих ділянках водопроводу секундні витрати води становлять:

$$Q_{p2-1} = Q_{B2} + Q_{\text{тр}1-2} + Q_{\text{пож.}} = Q_{\text{макс. с2}} + Q_{\text{макс. с3}} + Q_{\text{пож.}}$$

$$= 0,00027 + 0,0005 + 0,015 = 0,01577 \text{ м}^3 / \text{с} = 15,77 \text{ л/с.}$$

$$Q_{р1-пб} = Q_{в1} + Q_{тpиб-1} + Q_{пoж.} = Q_{макс. C1} + (Q_{макс. C2} + Q_{макс. C3}) + Q_{пoж.} =$$

$$= 0,00021 + (0,00027 + 0,0005) + 0,015 = 0,01598 \text{ м}^3/\text{с} = 15,98 \text{ л/с.}$$

За розрахунковими витратами води для обох ділянок водопроводу вибираємо трубу діаметром $d = 150$ мм, швидкість води в трубі $v = 0,8$ м/с.

Втрати напору на переборення тертя вздовж трубопроводу знаходять за формулою [6]:

$$h_T = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (2.9)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного опору, $\lambda = 0,024$;

l - довжина труби, $l = 800$ м;

d - діаметр труби, $d = 0,15$ м;

v - швидкість руху води в трубі, $v = 0,8$ м/с;

g - прискорення вільного падіння.

$$h_T = 0,024 \cdot \frac{800}{0,15} \cdot \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81} = 4,175 \text{ м.}$$

Втрати напору в місцевих опорах приймають приблизно рівними 5 % від втрат по довжині труби, тобто

$$h_M = 0,05 \cdot 4,175 = 0,208 \text{ м.}$$

Тоді сумарні втрати напору, м:

$$h = h_T + h_M = 0,208 + 4,175 = 4,383 \text{ м.}$$

Розрахункову висоту водонапірної башти $H_{б.р.}$, м, визначають за формулою [6]:

$$H_{б.р.} = H_B + h + (Z_d - Z_б), \quad (2.10)$$

де H_B - необхідний вільний напір вихідного струменя в точці розрахункового водозабору (точка 2), м; $H_B = 10$ м;

h - втрати напору у водопроводі від баку водонапірної башти до диктуючої точки, $h = 4,383$ м;

$Z_d, Z_б$ - геодезичні відмітки землі відповідно біля диктуючої точки та підніжжя башти, $Z_d = 3$ м, $Z_б = 4$ м

$$H_{б.р.} = 10 + 4,383 + (3 - 4) = 13,383 \text{ м.}$$

За розрахунковою висотою башти $H_{б.р.}$ та розрахунковим об'ємом бака $V_{б.р.}$ вибираємо сталю водонапірну башту БР – 25 (ТТ 90 – 5 – 29) [3].

Ємкість бака $V_б = 25 \text{ м}^3$.

Висота ствола $H_б = 15 \text{ м}$.

Діаметр бака $D_б = 3 \text{ м}$.

Діаметр ствола $D_с = 1,22 \text{ м}$.

Висоту рівня води в башті з плоским дном визначаємо за формулою

$$H_{б.к.} = \frac{\sqrt{V_{б.р.}}}{S}, \quad (2.11)$$

$$H_{б.к.} = \frac{\sqrt{V_{б.р.}} \cdot 4}{\pi \cdot D_с^2} = \frac{24,57 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,22^2} = 3,48 \text{ м}.$$

Розрахунковий діаметр нагнітальної труби визначають за формулою:

$$d_p = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\max, \text{сах}}}{g_{\text{рек}}}}, \quad (2.12)$$

де $v_{\text{рек}}$ – рекомендована СНиП швидкість руху води в трубі, $v_{\text{рек}} = 1,5 \text{ м/с}$.

$$d_p = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{0,00098}{1,5}} = 0,033 \text{ м} = 33 \text{ мм},$$

Вибираємо трубу діаметром $d = 50 \text{ мм}$.

Визначають швидкість руху води в трубі за формулою:

$$g = \frac{4 \cdot Q_{\max, \text{сах}}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,00098}{3,14 \cdot 0,05^2} = 0,5 \text{ м/с}.$$

Після цього визначають втрати напору по довжині труби:

$$h_T = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g}, \quad (2.13)$$

$$h_T = 0,024 \cdot \frac{100}{0,05} \cdot \frac{0,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,61 \text{ м},$$

та втрати напору в місцевих з'єднаннях:

$$h_M = \xi \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g}, \quad (2.14)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору.

На трубі встановлено дві засувки $z\xi = 0,1$, та зворотній клапан з $\xi = 10$.

Труба має два плавних повороти під прямим кутом:

$$\frac{d}{R} = 0,4, \quad \xi_{90^\circ} = 0,14,$$

$$h_M = 0,1 \cdot 2 \frac{0,5^2}{2 \cdot 9,81} + 10 \frac{0,5^2}{2 \cdot 9,81} + 2 \cdot 0,14 \frac{0,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,133 \text{ м.}$$

Визначають розрахунковий напір насоса за формулою:

$$H_p = (Z_G - Z_B) + H_G + H_{\text{бк}} + H_T + h_M, \quad (2.15)$$

де $(Z_G - Z_B)$ – різниця геодезичних відміток землі біля водонапірної башти і мінімального рівня води в джерелі, $Z_G - Z_B = 60$ м.

Тоді

$$H_p = 60 + 15 + 3,48 + 0,61 + 0,13 = 79,22 \text{ м.}$$

За розрахунковим напором $H_p = 79,22$ м та максимальними годинними

витратами води $Q_{\text{макс.год.}} = 3,5 \text{ м}^3/\text{год}$ вибираємо заглибний насос 1ЭЦВ6 – 4 – 130

з номінальною подачею $Q_{\text{нас}} = 4 \text{ м}^3/\text{год}$ та напором $H_{\text{нас}} = 130$ м [3].

Потужність електродвигуна для привода насоса визначають за формулою:

$$P = \frac{k_3 \cdot \rho \cdot g \cdot H_n \cdot Q_n \cdot 10^{-3}}{\eta_n \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт} \quad (2.16)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу по потужності, $k_3 = 1,15$;

ρ – густина рідини, що подається, $\text{кг}/\text{м}^3$;

g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$;

η_n – к.к.д. насоса, $\eta_n = 0,6$;

$\eta_{\text{п}}$ – к.к.д. передачі, $\eta_{\text{п}} = 1,0$.

$$P = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 130 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 0,6 \cdot 1,0} = 2,72 \text{ кВт.}$$

Для привода насоса вибираємо електродвигун 7ПЭДВ – 2,8-140 з потужністю 2,8 кВт, частотою обертання 2850 об/хв та номінальним струмом

$I_n = 6,9 \text{ А}$ [2].

Вибираємо комплектний пристрій “Каскад”, який забезпечує місцеве, автоматичне і дистанційне керування та захист заглибних насосних агрегатів.

Для керування вибраним електронасосним агрегатом застосовується

комплектний пристрій “Каскад” 2,8-0-У2 з ящиком керування типу ЯГ-5102-2Г7Б1У2 з номінальним струмом силового кола $I_n = 7 \text{ А [2]}$

2.3.4 Поїння тварин

Для поїння телят вибираємо автонапувалки ПА-1А. Вони можуть працювати при температурі від $+1^\circ\text{C}$ до $+50^\circ\text{C}$. Кількість напувалок ПА-1А вибираємо із розрахунку дві напувалки на одну групову клітку. Для поїння телят у зимовий період повинна використовуватись вода з температурою $18...20^\circ\text{C}$.

Оскільки у зимовий час у системі водопостачання вода має температуру $4...6^\circ\text{C}$, то необхідно застосовувати підігрівання води.

Для підігрівання води у зимовий час вибираємо установку ВЭП-600, яка складається із водонагрівача, насоса та шафи керування. Водонагрівач складається із циліндричного бака з теплоізоляцією, електронагрівального пристрою, зворотного та запобіжного клапана, температурного реле, термометра та зливної пробки. При з'єднанні водонагрівача з напувалками утворюється замкнений циркуляційний контур.

Вода із водопровідної мережі подається у водонагрівач, підігривається і поступає в автопоїлки. Вода періодично циркулює у контурі за допомогою насоса 36/МЦ 6-12, який приєднується до вихідної труби водонагрівача. За допомогою контактного термометра, встановленого у верхній частині водонагрівача, автоматично підтримується задана температура у баці шляхом вмиканням і вимиканням нагрівальних елементів, а термометр, встановлений у самій віддаленій точці водопровідної системи керує відцентровим насосом.

Технічна характеристика водонагрівача ВЭП-600:

- | | |
|---|--------|
| 1. Продуктивність при нагріванні води, л/год: | |
| до 10°C | - 600; |
| до 80°C | - 100. |
| 2. Потужність нагрівних елементів, кВт | - 11. |
| 3. Ємкість бака, л | - 100. |
| 4. Подача насоса, $\text{м}^3/\text{год}$ | - 6. |

5. Потужність електродвигуна насоса, кВт - 0,6.

6. Маса, кг 125.

2.4 Розрахунок вентиляції і опалення

Повітрообмін у тваринницькому приміщенні залежно від шкідливих виділень розраховують за видаленням зайвої води і тепла або за допустимим вмістом вуглекислоти.

Розрахунок повітрообміну проводимо для телятника на 280 голів. У табл.

2.1 наведені норми виділення тепла, вуглекислоти та водяних парів великою рогатою худобою.

Таблиця 2.1

Норми виділення тепла, вуглекислоти, водяних парів ВРХ при температурі + 10° С і відносній вологості повітря 70 %

Група тварин	Маса, кг.	CO ₂ , г/год	Тепло, кДж/год.	Водяні пари, Г/год.
Телята до 1 міс.	40	23	469	74
	60	35	712	113
Телята від 1 до 2 міс.	80	42	846	135
	100	56	1114	177

Повітрообмін за допустимим вмістом вуглекислоти $L_{вк}$, м³/год розраховується за формулою [6]:

$$L_{вк} = \frac{K_1 \cdot G_{вк.і} \cdot M}{C_{в} - C_{зов}}, \quad (2.17)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує виділення вуглекислоти підстилкою і мікроорганізмами, $K_1 = 1,2$;

$C_{в}$ – гранично допустима концентрація вуглекислоти для даного приміщення, $C_{в} = 2,5$ г/м³;

$C_{зов}$ – вміст вуглекислоти в зовнішньому повітрі, $C_{зов} = 0,3$ г/м³;

$G_{\text{вкл.}}$ – кількість вуглекислоти, яка виділяється однією твариною даного віку, г/год;

N_i – кількість тварин даного віку.

$$L_{\text{вк.}} = \frac{1,2 \cdot (70 \cdot 23 + 70 \cdot 35 + 70 \cdot 42 + 70 \cdot 56)}{2,5 - 0,3} = 5956 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Повітрообмін за видаленням вологи $L_{\text{вл.}}$, $\text{м}^3/\text{год}$ розраховується за формулою [6]:

$$L_{\text{вл.}} = \frac{k_2 \cdot G_{\text{вл.}} \cdot N_i}{d_{\text{вн}} - d_{\text{зов.}}} \quad (2.18)$$

де k_2 – коефіцієнт, який враховує випаровування вологи з підлоги, поїлок і інших конструкцій, $k_2 = 1,1$;

$G_{\text{вл.}}$ – кількість вологи, яку виділяє одна тварина даного віку у вигляді пару, г/год;

$d_{\text{вн}}$ – граничний вміст вологи у повітрі приміщення, $\text{г}/\text{м}^3$;

$d_{\text{зов.}}$ – вміст вологи в зовнішньому повітрі, $\text{г}/\text{м}^3$;

$$d_{\text{вн}} = d_{\text{нас.вн.}} \cdot \frac{\varphi_{\text{вн.}}}{100} = 10,7 \cdot \frac{70}{100} = 7,49 \text{ г}/\text{м}^3;$$

$$d_{\text{зов.}} = d_{\text{нас.зов.}} \cdot \frac{\varphi_{\text{зов.}}}{100} = 0,88 \cdot \frac{80}{100} = 0,7 \text{ г}/\text{м}^3.$$

де $d_{\text{нас.вн.}}$ і $d_{\text{нас.зов.}}$ – вологовміст внутрішнього і зовнішнього повітря в насиченому стані при розрахункових температурах, $\text{г}/\text{м}^3$;

$\varphi_{\text{вн.}}$, $\varphi_{\text{зов.}}$ – відносна вологість внутрішнього і зовнішнього повітря, %.

$$L_{\text{вл.}} = \frac{1,1 \cdot (70 \cdot 74 + 70 \cdot 113 + 70 \cdot 135 + 70 \cdot 177)}{7,49 - 0,7} = 5659 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В літню пору року при зовнішній температурі вищій за $+10^\circ \text{C}$, основним завданням вентиляції є видалення зайвого тепла.

Повітрообмін для видалення зайвого тепла $L_{\text{т}}$, $\text{м}^3/\text{год}$ розраховується за формулою [6]:

$$L_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{з}}(1 + \alpha \cdot \theta_{\text{в}})}{\rho \cdot C(\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{зов.}})}, \quad (2.19)$$

де $Q_{\text{з}}$ – загальна кількість зайвого тепла, $\text{кДж}/\text{год}$;

C – питома масова теплоємність повітря, рівна $1 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

$\theta_{в}$ – температура у приміщенні;

$\theta_{зов.}$ – температура зовнішнього повітря;

ρ – густина повітря, яке подається у приміщення, $\rho = 1,283 \text{ кг/м}^3$

Рівняння теплового балансу телятника має вигляд[6]:

$$Q_{з} = Q_{т} + Q_{рад} = Q_{п}, \text{ кДж/год}, \quad (2.20)$$

де $Q_{т}$ – кількість тепла, яке виділяють тварини;

$Q_{рад}$ – тепло від сонячної радіації;

$Q_{п}$ – тепловтрати приміщення, кДж/год.

$$Q_{т} = Q_i \cdot n_i, \quad (2.21)$$

де Q_i – кількість теплоти, яке виділяють тварини одного віку, кДж/год.

$$Q_{т} = 70 \cdot 469 + 70 \cdot 712 + 70 \cdot 846 + 70 \cdot 1114 = 219870 \text{ кДж/год.}$$

Якщо враховувати зменшення виділення тепла при підвищеній температурі, отримаємо:

$$Q_{т} = 0,3 \cdot 219870 = 65961 \text{ кДж/год},$$

де $k = 0,3$ – коефіцієнт, враховуючий зменшення виділення тепла при температурі $+25 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_{рад} = q_k \cdot F_k \cdot K_k, \text{ кДж/год}, \quad (2.22)$$

де F_k – поверхня даху, м^2 ;

$$q_k = q_{к1} \cdot k_3, \quad (2.23)$$

де $q_{к1}$ – кількість тепла, яке поглинається поверхнею даху в 1 м^2 . Для району Київської області для безгорищевого приміщення $q_{к1} = 63 \text{ кДж/м}^2 \text{ год}$;

k_3 – коефіцієнт, який враховує зменшення сонячної радіації при побілі

стелі валном, $k_3 = 0,45$;

K_k – коефіцієнт теплопередачі кривлі, рівний $0,7 \text{ кДж/м}^2 \text{ год } ^\circ\text{C}$.

$$F_k = l \cdot 2c, \text{ м}^2, \quad (2.24)$$

де $l = 54 \text{ м}$ – довжина приміщення;

$c = 10,9 \text{ м}$ – довжина покиту покрівлі.

Тоді

$$F_k = 48 \cdot 2 \cdot 10,9 = 1046 \text{ м}^2$$

$$q_k = 0,45 \cdot 63 = 28,4 \text{ кДж/м}^2\text{год};$$

$$Q_{\text{рад}} = 1046 \cdot 28,4 / 0,7 = 20802 \text{ кДж/м}^2\text{год}.$$

Розраховують тепловтрати приміщення за формулою:

$$Q_{\text{п}} = q_0 \cdot V (\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{зов}}), \text{ кДж/год}, \quad (2.25)$$

де q_0 – питома теплова характеристика приміщення, кДж/м³год°С,

приймаємо $q_0 = 3,2 \text{ кДж/м}^3\text{год}^\circ\text{С};$

V – об'єм приміщення по зовнішньому обміру, м³;

$\theta_{\text{в}}$ – допустима температура в приміщенні, яка дорівнює 25 °С;

$\theta_{\text{зов}}$ – температура зовнішнього повітря для розрахункового періоду, яка дорівнює 23,5 °С.

$$V = (H + h) \cdot \frac{b}{2} \cdot l, \quad (2.26)$$

де $H = 6,1 \text{ м}$ – висота будівлі;

$h = 3,2 \text{ м}$ – висота стіни;

$b = 18 \text{ м}$ – ширина будівлі;

$l = 48$ – довжина будівлі.

$$V = (6.1 + 3.2) \cdot \frac{18}{2} \cdot 48 = 4018 \text{ м}^3.$$

Тоді

$$Q_{\text{п}} = 3,2 \cdot 4018 \cdot (25 - 23,5) = 19286 \text{ кДж/год},$$

$$Q_{\text{з}} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{п}} = 65961 + 20802 + 19286 = 67477 \text{ кДж/год}.$$

Коли визначена кількість надлишкового тепла, можна визначити повітрообмін для видалення його надлишків у літній період. При цьому

передбачене зволоження припливного повітря шляхом розпилювання води в нагнітальному патрубку, в результаті чого повітря, яке поступає у приміщення,

знижує свою температуру до 22°С, тому при розрахунках приймаємо $\theta_{\text{зов}} = 22^\circ\text{С}$

Тоді повітрообмін для видалення зайвого тепла становитиме:

$$L_T = \frac{67477(1 + \frac{1}{273} \cdot 25)}{1,283(25 - 22)} = 19136 \text{ м}^3/\text{год},$$

а кратність повітрообміну

$$k = \frac{L_p}{V} = \frac{19136}{4018} = 4,8,$$

що не перевищує допустимої кратності повітрообміну для тваринницьких приміщень.

Визначасмо мінімальний повітрообмін. Повітрообмін для зимового

періоду для телят повинен складати $20 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 ц живої маси:

$$L_{\text{Вк}} = \frac{20 \cdot G}{100} \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.27)$$

де G – сумарна жива вага телят, кг;

$$G = 70 \cdot 40 + 70 \cdot 60 + 70 \cdot 80 + 70 \cdot 100 = 19600 \text{ кг},$$

$$L_{\text{Вк}} = \frac{20 \cdot 19600}{100} = 3920 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахунок вентиляційної установки проводимо за умовою видалення надлишкового тепла, так як в цьому випадку найбільший повітрообмін, що значно перевищує мінімально допустимий $19136 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря.

Кількість вентиляторів розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{L_p}{L_B} \text{ шт.}, \quad (2.28)$$

де L_B – годинна продуктивність витяжного або припливного вентилятора, $\text{м}^3/\text{год}$.

Для вентиляції телятника вибираємо вентилятори ВО-Ф-5,6А, продуктивністю 6 тис. $\text{м}^3/\text{год}$ [3].

Тоді

$$N = \frac{19136}{6000} = 3,2.$$

Вибираємо комплект вентиляційного обладнання “Клімат-45 М” [3].

Розрахунок системи опалення виконують на основі рівняння теплового балансу:

$$Q_0 + Q_{\text{вн}} = Q + Q_{\text{в}} \quad (2.29)$$

Виконавши перетворення, отримаємо:

$$Q_0 = Q + Q_{\text{в}} - Q_{\text{вн}} \quad (2.30)$$

$$Q_{\text{вн}} = Q_{\text{т}} = 219870 \text{ кДж/год.}$$

Тепловтрати будівлі визначають за формулою:

$$Q = q_0 \cdot V (\theta_B - \theta_{\text{зов}}) \text{ кДж/год,} \quad (2.31)$$

де q_0 – питома тепла характеристика будівлі, $q_0 = 3 \text{ кДж/м}^3\text{год}$;

$\theta_B = 10^\circ\text{C}$ – температура усередині приміщення;

$\theta_{\text{зов}} = -21^\circ\text{C}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря у зимовий період;

V – об'єм приміщення, м^3 .

$$Q = 3 \cdot 3283 \cdot (10 - (-21)) = 281418 \text{ кДж/год}$$

Кількість тепла для нагрівання вентиляційного повітря розраховують за формулою:

$$Q_{\text{в}} = L_{\text{вк}} \cdot C \cdot (\theta_B - \theta_{\text{зов}}), \quad (2.32)$$

де $\theta_{\text{зов}} = -10^\circ\text{C}$ – вентиляційна температура зовнішнього повітря.

$$Q_{\text{в}} = 3920 \cdot 1,283 \cdot (10 - (-10)) = 90587,2 \text{ кДж/год.}$$

Визначають кількість тепла для компенсації тепловтрат і підігрівання повітря :

$$Q_0 = 281418 + 90587,2 - 219870 = 152135,2 \text{ кДж/год.}$$

Потужність системи опалення повинна становити:

$$P_{\text{оп}} = \frac{Q_0}{3600} = \frac{152135,2}{3600 \cdot 0,95} \approx 44,5 \text{ кВт.}$$

Для теплопостачання телятника вибираємо електрокалориферну установку

типу СФОЦ 40/0,5-И1, $P_{\text{не}} = 45 \text{ кВт}$, $P_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт}$, кількість секцій нагрівників

2.5 Розрахунок освітлення і опромінення та вибір освітлювальних і опромінювальних установок

Для освітлення виробничих і побутових приміщень приймаємо світильник з люмінесцентними лампами. Розрахунок освітлення виконаємо для телятника на 280 голів. Розрахунок освітлення проводимо методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Приміщення для утримання телят особливо вогке з хімічно активним середовищем. Для його освітлення вибираємо світильник ПВЛП 2×40 , який має глибoku (Γ) криву сили світла.

Висота підвісу світильника $H = 2,9$ м. Розміри одного стійлового приміщення:

ширина $A = 18$ м;

довжина $B = 42$ м.

Коефіцієнти відбиття:

стелі $\rho_{\text{стелі}} = 50\%$;

стін $\rho_{\text{стін}} = 30\%$;

підлоги (робочої поверхні) $\rho_{\text{п}} = 10\%$.

Найвигідніша відносна відстань між світильниками $L_c = 3$ м.

Відстань від останнього світильника в ряду до відповідної стіни:

$$l = 0,5L_c, \text{ м.} \quad (2.33)$$

$$l = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ м.}$$

Приймаємо кількість рядів світильників $n_A = 3$.

Визначаємо кількість світильників у ряду:

$$n_B = \frac{B}{L}, \quad (2.34)$$

$$n_B = \frac{42}{3} = 14.$$

Загальна кількість світильників в одному стійловому приміщенні:

$$N = n_A n_B = 14 \cdot 3 = 42 \text{ шт.}$$

Кількість світильників чергового освітлення приймаємо приблизно рівним 10 % від загальної кількості світильників

$$n_г = 0,1 \cdot 42 = 5 \text{ шт.}$$

Для зручності приймаємо 6 світильників чергового освітлення.

Норма освітленості для телятника $E = 100 \text{ лк}$ [2], коефіцієнт запасу $k = 1,3$.

Коефіцієнт мінімальної освітленості для світильників з люмінесцентними лампами становить $z = 1,1$ [2]

Індекс приміщення визначаємо за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{H(A+B)} = \frac{18 \cdot 42}{2,9 \cdot (18+42)} = 4,3. \quad (2.35)$$

За табличними даними для прийнятих значень коефіцієнтів відбиття та визначеного індексу знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку, який становить $\eta = 0,49$ [2].

Розрахунковий світловий потік лампи визначають за формулою:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (2.36)$$

де S – площа приміщення, яка становить

$$S = A \cdot B = 18 \cdot 42 = 756 \text{ м}^2.$$

Тоді світловий потік лампи

$$\Phi = \frac{100 \cdot 756 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{2 \cdot 42 \cdot 0,49} = 2627 \text{ лм.}$$

За розрахунковим потоком вибираємо лампу типу ЛД– 40 [2]. Потужність лампи $P_{\text{л.ном.}} = 40 \text{ Вт}$, світловий потік лампи перевищує розрахунковий на 11 %, що допускається.

Розрахунок освітлення у кормоприготувальній проведемо методом питомої потужності. Площа приміщення 14 м^2 , висота 3м. Стеля та стіни в приміщенні побіленні. Для освітлення приймаємо світильник типу ППР – 200У3.

Норма освітленості $E = 30 \text{ лк}$ [2]. Питома потужність $P_{\text{шт}} = 15 \text{ Вт/м}^2$.

Одинична потужність лампи складе

$$P = \frac{P_{\text{шт}} \cdot S}{N} = \frac{15 \cdot 14}{1} = 210 \text{ Вт.} \quad (2.37)$$

Приймаємо лампу типу Б 215 – 225 – 260. Світловий потік лампи 2920 лм.

Аналогічно проводимо розрахунок освітлення для всіх виробничих та службових приміщень. Результати розрахунків заносимо у світлотехнічну відомість (табл. 2.20)

Важливу роль у тваринництві відіграє застосування ультрафіолетового опромінення. В певній кількості ультрафіолетові промені необхідні всім живим організмам. Їх нестачу тварини переносять хворобливо. Наприклад, від нестачі ультрафіолетових променів у тварин виникає малокрів'я, рахіт, ослаблення організму, сприйнятливість до простудних захворювань.

Для телят віком до 6-ти місяців денна доза опромінення складає 140 мергод/м². Висота підвісу опромінювачів з лампами ДРТ складає 1,5 м від спини тварини.

Кількість антирахітного опромінення від лампи ДРТ для телят складає 220 мергод/м². Для опромінення телят приймаємо установки УО – 4М із чотирма опромінювачами з лампами ДРТ – 400.

Розрахунок ведемо за умовою, що за одне проходження опромінювачів тварини одержують потрібну кількість ультрафіолетових променів.

Розраховуємо висоту підвісу опромінювачів.

$$h = \frac{2 \cdot K_{\text{арм}} \cdot E_n \cdot \sin \alpha}{A \cdot v} \cdot M, \quad (2.38)$$

де $K_{\text{арм}} = 1,3$ – коефіцієнт арматури;

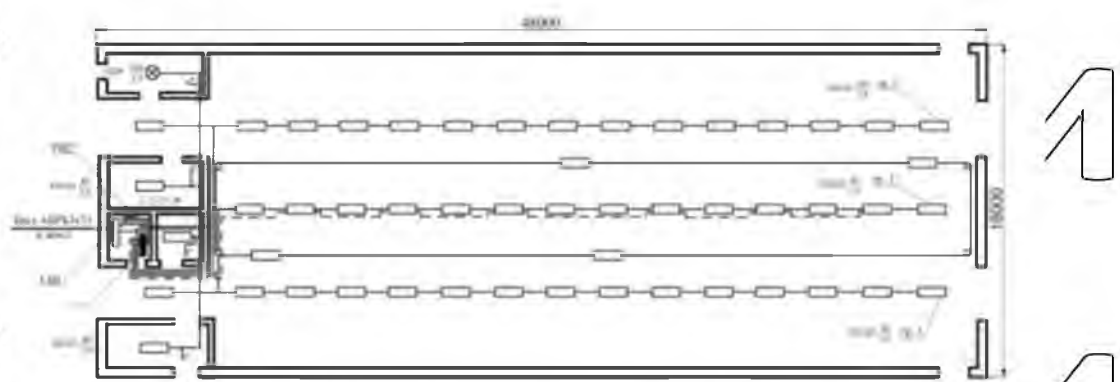
$v = 18$ м/год – швидкість переміщення опромінювачів;

НУ

НУ

НУ

НУ



Вид	Розподільчий мережа						Освітлювальні електроприлади		Електроприлади				
	Марка, ступінь нап., способи приєднання, способи вимірювання	Довжина, м	Тип мережі	Автоматичний комплекс			Марка, ступінь нап., способи приєднання, способи вимірювання	Довжина, м	Тип	Потужність споживачів, кВт			
				Тип автомата	Номинальний струм, А	Уставка на струм, струмовий спотворення							
ВЛ 10/0,4/1	4	-	ПІМЛ (3/0)	1	ВА16-26-14	6,5	140 p	6,1	ВЛ 10/0,4/1	34	ВЛ 10/0,4/1	1,2/1	Розподільчий комплекс
				2	ВА16-26-14	6,5	140 p	6,1	ВЛ 10/0,4/1	82	ВЛ 10/0,4/1	1,2/2	
				3	ВА16-26-14	6,5	140 p	6,1	ВЛ 10/0,4/1	64	ВЛ 10/0,4/1	1,2/3	
				4	ВА16-26-14	2,5	140 p	2,1	ВЛ 10/0,4/1	53	ВЛ 10/0,4/1	0,48	
				5	ВА16-26-14								
				6	ВА16-26-14								
ВЛ 10/0,4/1	3			ВА51-25-34	3	140 p	6,3	ВЛ 10/0,4/1	10	ВЛ 10/0,4/1	2,80	ВЛ 10/0,4/1	

Рис. 2.2 План мережі електричного освітлення телятника

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.2

Світлотехнічна відомість

Назва приміщення	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Площа, м ²	Умови середовища	Коефіцієнт відбиття		Нормована освітленість, лк	Коефіцієнт запасу	Світильник			Загальна потужність, Вт	Питома
						Стін	Стелі			Тип	Потужність лампи, Вт	К-сть, шт.		
Секція для телят	42	9	3,0	378	Хімічно активне	30	30	100	1,3	ПВЛП (2×40) (ЛБ-40)	40	23	920	2,43
Приміщення для приготування ЕІМ та мийна	6	4	3,0	24	Сире П-Ша	30	50	30	1,3	ППР-200УЗ Б-215-225-200	200	1	200	15
Приміщення чергового персоналу	3	2	3,0	6	Нормальні	30	50	200	1,3	ПВЛП (1×80) (ЛБ-80)	80	1	80	13,3
Щитова	3	3	3,0	9	Нормальні	30	50	100	1,3	ПВЛП (2×40) (ЛБ-40)	40	1	40	4,44
Вентиляційна камера та щитова	6	3,5	3,0	21	Нормальні	30	50	50	1,15	НСП01×200 Б-215-225-200	200	2	400	19,04
Приміщення для зберігання кормів	6	2,5	3,0	15	П-Ша	30	50	10	1,15	НСП01×200 Б-215-225-200	200	3	600	40
Коридор	6	3	3,0	18	Хімічно активне	30	50	50	1,3	ПВЛП (2×40) (ЛБ-40)	40	4	160	8,88

$$E_n = \frac{E_{\text{л}}}{h_{\text{ср}}^2} \quad (2.39)$$

де $h_{\text{ср}} = 1,5 \text{ м}$ – середня висота підвісу;

$\alpha = 60^\circ$ – захисний кут стійла;

$A = 140 \text{ мер год/м}^2$ – щоденна доза опромінення.

$$E_n = \frac{4700}{1,5^2} = 2100 \text{ мер} \cdot \text{год} \cdot \text{м}^2$$

$$h = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 2100 \cdot 0,87}{140 \cdot 18} = 1,88 \text{ м.}$$

Отже, за одне проходження опромінювача, розміщеного над спинами телят на висоті 1,88 м, останні отримають потрібну дозу опромінення.

2.6 Вибір пускової і захисної апаратури

2.6.1 Вибір автоматичних вимикачів

Вибір автоматичного вимикача і іншої пускозахисної апаратури покажемо на прикладі для електродвигуна насоса установки подачі молочної суміші в стійлові приміщення 36 МЦ 6 – 12.

В установці застосований двигун АИР 71А4У2, потужністю $P = 0,55 \text{ кВт}$, номінальний струм двигуна $I_{\text{дв. н.}} = 1,7 \text{ А}$, кратність пускового струму $k_1 = 4,5$.

Автоматичний вимикач вибирають за умовами:

$$1. \quad U_{\text{авт.}} \geq U_{\text{мережі}} ;$$

$$2. \quad I_{\text{ном. авт.}} \geq I_{\text{ном. дв.}} ;$$

$$3. \quad I_{\text{ном. розч.}} \geq I_{\text{ном. дв.}} ;$$

$$4. \quad I_{\text{відс.}} \geq (1,45 \dots 1,65) I_{\text{пуск. е. д.}}$$

Вибираємо автоматичний вимикач АЕ2046М – 10РУЗ [2]:

$$1. \quad U_{\text{авт.}} = 380 \text{ В}, \quad U_{\text{мережі}} = 380 \text{ В};$$

$$2. \quad I_{\text{ном. авт.}} = 63 \text{ А}, \quad I_{\text{ном. дв.}} = 1,7 \text{ А};$$

$$3. \quad I_{\text{ном. розч.}} = 2, \quad I_{\text{ном. дв.}} = 1,7 \text{ А};$$

4. $I_{відс.} = 12 I_{ном.розг.} = 12 \cdot 2 = 7,65 \text{ А.}$
 $I_{пуск.е.д.} = 4,5 I_{ном.е.д.} = 4,5 \cdot 1,7 = 7,65 \text{ А.}$
 $24 \text{ А} > 7,65 \cdot 1,65 = 12,6 \text{ А}$ – умова перевірки виконується.

2.6.2 Вибір електромагнітного пускача

Електромагнітний пускач вибирають за умовами:

1. $U_{ном.пуск.} \geq U_{мережі}$;
2. $I_{ном.пуск.} \geq I_{ном.дв.}$;
3. за конструктивним виконанням;
4. за ступенем захисту;
5. за призначенням;
6. за наявністю, або відсутністю кнопок “пуск”, “стоп” сигнальних ламп,

7. за напругою котушки і наявністю блок-контактів.

Вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ – 1200 – 04Б [2]:

1. $U_{ном.пуск.} = 380 \text{ В, } U_{мережі} = 380 \text{ В;}$
2. $I_{ном.пуск.} = 10 \text{ А, } I_{ном.дв.} = 1,7 \text{ А;}$

Пускач надходить у комплекті з тепловим реле і одним замикаючим блок-

контактом

$U_{кот.пуск.} = 220 \text{ В.}$

2.6.3 Вибір теплового реле

Теплове реле вибирають за умовами:

1. $U_{т.р.} \geq U_{мережі}$;
2. $I_{т.р.н} \geq I_{н.дв.}$;
3. $I_{вст.т.р.} \geq I_{н.дв.}$.

Вибираємо теплове реле типу РТЛ – 1007-04 [2]:

1. $U_{т.р.} = 380 \text{ А;}$
2. $I_{т.р.н} = 25 \text{ А;}$
3. $I_{вст.т.р.} = 1,5 \dots 2,6 \text{ А.}$

Вибрану апаратуру розміщуємо в ящику Я5101 – 2374У2, який має ступінь захисту IP 54.

2.7 Вибір розподільчих пристроїв і розрахунок внутрішніх електропроводок

2.7.1 Вибір розподільчих пристроїв та ящиків керування

Для розподілу електричної енергії у телятнику вибираємо розподільчий пристрій типу ПР8504–3010. Для вибору розподільчого пункту необхідно знати кількість ліній, які відходять, і струм цих ліній для вибору захисних пристроїв.

Так як ми маємо 6 ліній, струм кожної з яких не перевищує 5,6 А, то вибраний розподільчий пристрій задовольняє даним вимогам. На лініях, які відходять від розподільчого пристрою, встановлені автомати ВА5П-25-34.

Для керування освітлювальною установкою і захисту її від струмів короткого замикання приймаємо груповий освітлювальний щитов ЩО ШР – 212 з груповими автоматами АЕ 1031. Кількість групових автоматів – 12.

2.7.2 Розрахунок внутрішніх електропроводок

Розрахунок внутрішніх електропроводок полягає у виборі перерізу провідника за тривало допустимим струмом [2]:

$$I_{\text{трив. доп.}} \geq I_{\text{розр.}}, \quad (2.40)$$

де $I_{\text{розр.}}$ – розрахунковий струм ділянки кола, А.

Освітлювальні проводки виконані кабелем ВВГ з прокладкою на тросі.

Приклад розрахунку покажемо для лінії робочого освітлення стійлового приміщення телятника. Тривалий робочий струм для групи ламп робочого освітлення становить:

$$I_{\text{м.роб.}} = \frac{P \cdot n}{U}, \text{ А}, \quad (2.41)$$

де $P = 150 \text{ Вт}$ – потужність однієї лампи;

n – кількість ламп робочого освітлення, шт.;

$U = 220 \text{ В}$ – номінальна напруга мережі.

$I_{\text{мроб.}} = \frac{150 \cdot 13}{220} = 8,86 \text{ А.}$
 Приймаємо кабель марки ВВГ (3 × 1,5), у якого три жили перерізу 1,5 мм².
 Для даного кабелю при відкритій прокладці $I_{\text{тр.доп.}} = 21 \text{ А.}$

2.7.3 Узгодження захисних апаратів з проводами

Всі мережі в середині телятника повинні бути захищені від перевантажень.
 При захисті мереж від перевантажень необхідне дотримання таких умов:

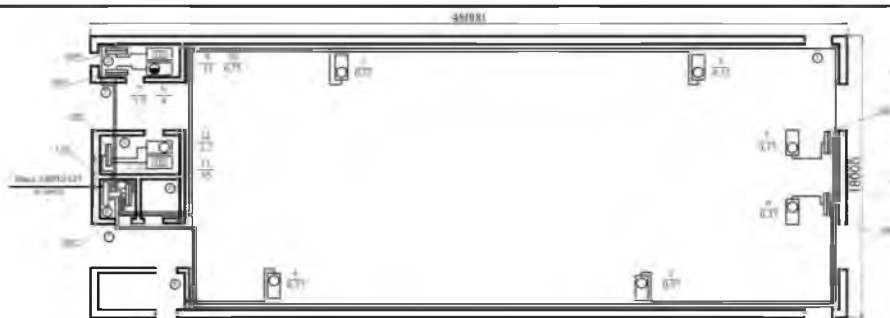
$$I_{\text{вст.авт.}} \leq I_{\text{трив.доп.пров.}}$$

або

$$\frac{I_{\text{трив.доп.пров.}}}{I_{\text{вст.авт.}}} \geq 1.$$

Мережі освітлення виконані кабелем ВВГ (3 × 1,5), для якого $I_{\text{трив.доп.}} = 21$

А. Їхній захист здійснюють автоматичні вимикачі АЕ 2046 М. Оскільки тривалий
 робочий струм для групи ламп робочого освітлення дорівнює 8,86 А, то $I_{\text{вст.авт.}} =$
 10 А. Отже, умова захисту проводок виконується. Аналогічно проводимо
 узгодження захисних апаратів з проводами для інших ділянок внутрішніх
 силових і освітлювальних проводок.



Підк.	Розподільний щит				Матеріали електропроводки		Комплекти (тип) пристроїв керування			Резервований електропровід		Електрошпильки												
	Марка, переріз, мт, тип каб. проводів	Довжина, м	Артикул та вага	Тип щита	Ж. струм	Тип кабелю	Номинальний струм розподільч. А	Уставка за струмом (нормальна)	Тип матеріалу корпусу	Розподільний електрик	Марка, переріз, мт, тип каб. проводів	Довжина, м	Тип	Номинальна потужність (Вт, М) на плані	Тип робочої машини									
АВРБС35 в. 00001	-	-	-	ПРБ1-202-233У		1	ВАС1-31-34	100	100n.p.	85	0097430	1	ВАС1-31-34	80	100	0083200	008	АВРБС35	0021	ЗРП	0511			
						2	ВАС1-25-34	6,1	140n.p.	5,22	0097427	3	ВАС1-25-34	5	140	0083100	013	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						3	ВАС1-25-34	3,15	140n.p.	2,75	0097427	67	ВАС1-25-34	1,15	140	0083200	206	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						4	ВАС1-25-34	3,15	140n.p.	2,75	0097427	64	ВАС1-25-34	1,25	140	0083200	171	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						5	ВАС1-25-34	12,5	140n.p.	11,46	0097427	7,6	ВАС1-25-34	3,15	140	0083200	170	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						6	ВАС1-25-34	30	140n.p.	18,48	0097427	8,1	ВАС1-25-34	3,15	140	0083200	279	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						7	ВАС1-25-34						ВАС1-25-34	3,15	140	0083200	007	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						8	ВАС1-25-34						ВАС1-25-34	3,15	140	0083200	007	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						9	ВАС1-25-34						ВАС1-25-34	3,15	140	0083200	007	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000
						10	ВАС1-25-34						ВАС1-25-34	3,15	140	0083200	007	АВРБС35	0021	АВРБС35	0021	ЗРП	0511	10000

Рис. 2.3 План телятника з нанесенням силового обладнання

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕЛІОНАГРІВАЛЬНОЇ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕЛІАТНИКА НА 280 ГОЛІВ

3.1 Використання геліоустановок для підігрівання води

Зацікавленість у використанні сонячної енергії виникла на початку 70-х років в зв'язку із підвищенням вартості енергії від традиційних джерел, пов'язаних з доставкою і добуванням органічного палива.

Крім того, в зв'язку з розвитком науки і техніки виявились такі переваги сонячної радіації в порівнянні з традиційними видами палива:

- джерело енергії практично не вичерпне;
- існує можливість безпосереднього перетворення сонячної енергії в електричну;

- можливість одержання високих температур ($> 500^{\circ}\text{C}$);

- можливість прискорювати дію фотохімічних процесів.

Системи, перетворюючі сонячну енергію, умовно діляться на дві групи:

1. “Пасивні” – приймачем служить сам об'єкт, що нагрівається.
2. “Активні” – енергія уловлюється, накопичується і трансформується в спеціальних пристроях.

В “пасивних” джерелах використання сонячної енергії відбувається за рахунок спланованого архітектурно-будівельного розміщення споруд і об'єктів.

В “активних” системах головним елементом є геліоприймач. Як теплоносій може виступати повітря або рідина (вода, фреон, швидко киплячі розчини).

Для низькотемпературної геліоустановки ($< 60^{\circ}\text{C}$) найпоширенішим типом геліоприймача є плоскісний. Він улаштований у вигляді ящика, в середині якого розміщений колектор, конструктивно виконаний у вигляді трубопроводу різної конфігурації з гофрованою або вічковою поверхнею. Стінки ящика обкладені теплоізоляційним матеріалом. Колектор має покриття з великою поглинальною здатністю.

Для високотемпературних геліоустановок використовують концентратори сонячної радіації. При цьому робочий котел вміщують у фокусі концентратора.

Призначення геліоприймача – перетворити сонячну радіацію, тобто величину потоку променевої енергії, яка поступає за одиницю часу на одиницю площі, розміщену перпендикулярно до сонячного проміння, в будь-який інший вид енергії.

При розрахунку нерухомих агрегатів необхідно знати закономірність змін сумарної радіації для різних умов (хмарність, тривалість світлового дня, висоти і положення Сонця). Для орієнтування геліоустановок розроблено цілий ряд пристроїв і систем працюючих як в ручному, так і в автоматичному режимі.

При ручному управлінні геліоприймач декілька раз за добу виставляється проти Сонця. При цьому продуктивність його падає, але зменшуються затрати на обладнання і конструкцію.

Для підвищення продуктивності і к.к.д. геліоприймача розроблено ряд систем автоматичної орієнтації за Сонцем. Г. П. Казанян, Ю. В. Авонян, М. М. Маркосян пропонують пристрій для зміни швидкості обертання геліоустановки за сигналом датчика температури, який встановлений на приймачі. В. В. Бородин,

Ю. Ф. Ксинкін, В. А. Західов, В. Ю. Ксинкін розробили датчик стеження геліоустановки, в якому світлочутливий елемент у вигляді фоторезистора розміщений у підзахисному корпусі із прозорим екраном. В. А. Агафонов, В. Н. Вавілов, С. Н. Грушевський пропонують пристрій стеження геліоустановки, основою якого є два сильфона, між якими встановлений концентратор. При русі Сонця по небосхилу проходить зміщення сонячного диску площиною концентратора. При цьому порушується рівновага двох термоплеч, з'єднаних із сильфоном, що призводить до розширення газу в одному із них і стискуванню в другому. Процес відбувається до повного орієнтування центра концентратора на Сонце. Відомий ряд подібних систем автоматичного стеження і за кордоном. Їх

робота аналогічна описаним вище.

Одним із недоліків сонячних нагрівачів є нерівномірність вироблення тепла. Для вирішення цього завдання розроблено декілька видів акумуляторів тепла. Їх можна розбити на такі групи:

1. Рідинні. Енергія накопичується в баках-акумуляторах.

2.3 твердим заповненням.

3. Перетворення в інші види енергії – електричну, енергію стиснутих газів.

Розрахунок практичного застосування систем сонячного теплопостачання проводять в такій послідовності:

1. Оцінка енергетичних можливостей споживача.

2. Розрахунок сонячного колектора.

3. Розрахунок теплоспоживання споживача.

4. Вибір акумулятора надлишкового тепла.

3.2 Розрахунок геліоустановки для телятника на 280 голів

Виконаємо попередню оцінку площі колектора [16].

Площа колектора A , m^2 , що працює на гаряче водопостачання, визначається за формулою:

$$A = \frac{V_{гв}}{q_{гв} \cdot \eta_T}, \quad (3.1)$$

де $V_{гв}$ – середньодобові витрати води в системі гарячого водопостачання, л/добу;

$$V = 280 \cdot 10 = 2800 \text{ л/добу,}$$

$q_{гв}$ – середньодобова сезонна продуктивність системи гарячого водопостачання, л/($m^2 \cdot$ добу);

η_T – коефіцієнт теплових втрат в трубопроводі; $\eta_T = 0,8$;

$$q_{гв} = f(E_k)$$

де E_k – сумарна сонячна радіація, що випромінена за день, $MДж/m^2$:

$$E_k = \frac{R \cdot E}{365} \text{ МДж/м}^2, \quad (3.2)$$

де $E = 4120 \text{ МДж/м}^2$ – річне надходження сонячної радіації;

$R = 0,9$ – коефіцієнт який враховує оптимальне розміщення колектора.

НУБІП України

$$E_k = \frac{0,9 \cdot 4120}{365} = 10,15 \text{ МДж/м}^2.$$

Тоді $q_{гв} = 40 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{добу)}$, а

$$A = \frac{2800}{40 \cdot 0,8} = 87 \text{ м}^2.$$

НУБІП України

Виконаємо уточнений розрахунок площі колектору.

Теплові потужності системи гарячого водопостачання визначають на основі середньодобових норм споживання води. Потужність Q_n , Вт, яку

необхідно забезпечити для напування тварин, визначаємо за формулою:

НУБІП України

$$Q_n = \frac{a \cdot n \cdot C_b \cdot (t_1 - t_2)}{24 \cdot 3600} \quad (3,3)$$

де n – кількість тварин (280 голів);

a – норма споживання води (20 л/гол);

t_1, t_2 – температура теплоносія на вході і виході сонячного колектора: $t_1 =$

55°C , $t_2 = 5^\circ\text{C}$, $t_3 = 15^\circ\text{C}$;

$C_b = 4200 \text{ Дж/((кг}\cdot\text{K))}$ – теплоємність води.

Для місяців: квітень, травень, вересень

$$Q_n = \frac{20 \cdot 280 \cdot 4,2 \cdot (55 - 5)}{24 \cdot 3600} = 6,08 \text{ кВт.}$$

НУБІП України

Для місяців: червень, липень, серпень

$$Q_n = \frac{20 \cdot 280 \cdot 4,2 \cdot (55 - 15)}{24 \cdot 3600} = 4,86 \text{ кВт.}$$

Площа сонячного колектора A , м^2 :

НУБІП України

$$A = \frac{Q_n}{\eta \cdot \sum q_i} \quad (3,4)$$

де η – ККД установки сонячного гарячого водопостачання.

Інтенсивність падаючої сонячної радіації q_i , Вт/м^2 , для кожного світлового

дня визначаємо за формулою:

НУБІП України

$$q_i = P_s \cdot I_s + P_d \cdot I_d \quad (3,5)$$

де P_s, P_d – коефіцієнти розміщення сонячного колектора відповідно для прямої та розсіяної радіації.

$$P_d = \cos^2 \frac{b}{2}, \quad (3.6)$$

де b – кут похилу сонячного колектора до горизонту;

I_s – інтенсивність падаючої сонячної радіації, яка падає на горизонтальну поверхню, Вт/м²;

I_d – інтенсивність розсіяної сонячної радіації, яка падає на горизонтальну поверхню, Вт/м².

Середньомісячні значення P_s для сонячних колекторів південної орієнтації за різних кутів нахилу до горизонту, ми беремо з таблиць. Так як у нас корівник розміщений на півдні, то широта місцевості на $\varphi = 50^\circ \text{C}$ і кут нахилу беремо оптимальний $b = 35^\circ \text{C}$.

Звідси:

$$P_d = \cos^2 \frac{35}{2} = 0,9.$$

ККД установки визначаємо за формулою:

$$\eta = 0,8 \cdot \left[\theta - \frac{8 \cdot v \cdot (0,5 \cdot (t_1 + t_2) - t_3)}{\sum q_i} \right], \quad (3.7)$$

де v – зведений коефіцієнт тепловтрат сонячного колектора, для односкляних колекторів, $v = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

θ – зведена оптична характеристика колектора; для односкляних колекторів $\theta = 0,73$;

t_1, t_2 – температура теплоносіїв на вході і виході сонячного колектора, для двох- і трьохконтурних установок, рекомендується приймати: $t_1 = t_x + 5$, $t_2 = t_g + 5$, тобто $t_1 = 60^\circ \text{C}$, $t_2 = 20^\circ \text{C}$, $t_2 = 15^\circ \text{C}$;

t_3 – середня денна температура зовнішнього повітря, $^\circ \text{C}$

$$\eta = 0,8 \cdot \left[0,73 - \frac{8 \cdot 8 \cdot (0,5 \cdot (65 + 10) - 15)}{4,2 \cdot 10^{-3}} \right] = 0,54.$$

Так як установка працює з квітня по вересень, то площу визначимо помісячно.

Квітень:

$$P_s = 1,27, I_s = 202 \text{ Вт/м}^2, I_d = 174,2 \text{ Вт/м}^2, \eta = 0,47,$$

$$q_i = 1,27 \cdot 202 + 0,9 \cdot 174,2 = 414 \text{ Вт/м}^2,$$

$$A = \frac{6080}{0,47 \cdot 414} = 31,25 \text{ м}^2.$$

Травень:

$$P_s = 1,11, I_s = 254,3 \text{ Вт/м}^2, I_d = 186,7 \text{ Вт/м}^2, \eta = 0,55,$$

$$q_i = 1,11 \cdot 254,3 + 0,9 \cdot 186,7 = 450,3 \text{ Вт/м}^2,$$

$$A = \frac{6080}{0,55 \cdot 450,3} = 24,67 \text{ м}^2.$$

Червень:

$$P_s = 1,05, I_s = 284,1 \text{ Вт/м}^2, I_d = 188,7 \text{ Вт/м}^2, \eta = 0,56,$$

$$q_i = 1,05 \cdot 284,1 + 0,9 \cdot 188,7 = 468,8 \text{ Вт/м}^2,$$

$$A = \frac{4860}{0,56 \cdot 468,1} = 18,54 \text{ м}^2.$$

Липень:

$$P_s = 1,03, I_s = 329,1 \text{ Вт/м}^2, I_d = 188,5 \text{ Вт/м}^2, \eta = 0,56,$$

$$q_i = 1,03 \cdot 329,1 + 0,9 \cdot 188,5 = 508,6 \text{ Вт/м}^2,$$

$$A = \frac{4860}{0,56 \cdot 508,6} = 17,04 \text{ м}^2.$$

Серпень:

$$P_s = 1,19, I_s = 342,2 \text{ Вт/м}^2, I_d = 174,9 \text{ Вт/м}^2, \eta = 0,55,$$

$$q_i = 1,19 \cdot 342,2 + 0,9 \cdot 174,9 = 565,2 \text{ Вт/м}^2,$$

$$A = \frac{4860}{0,56 \cdot 565,2} = 15,3 \text{ м}^2.$$

Вересень:

$$P_s = 1,49, I_s = 313,2 \text{ Вт/м}^2, I_d = 162,8 \text{ Вт/м}^2, \eta = 0,53,$$

$$q_{11} = 1,49 \cdot 313,2 + 0,9 \cdot 162,8 = 590,9 \text{ Вт/м}^2$$

$$A = \frac{6080}{0,53 \cdot 590,9} = 19,4 \text{ м}^2$$

Середня площа поглинальної поверхні геліустановки: $A = 20 \text{ м}^2$.

Вибираємо 8 плоских сонячних колекторів площею $2,5 \text{ м}^2$.

Геометричні розміри: ширина 2385; висота 1138; глибина 102 мм.

Розташовуємо ці колектори на південному боці даху.

Визначаємо об'єм бака-акумулятора:

$$V = (0,06 \dots 0,08) \cdot A = 0,07 \cdot 20 = 1,48 \text{ м}^3$$

В ролі заміненого джерела ми використовуємо водонагрівач ВЕП – 600.

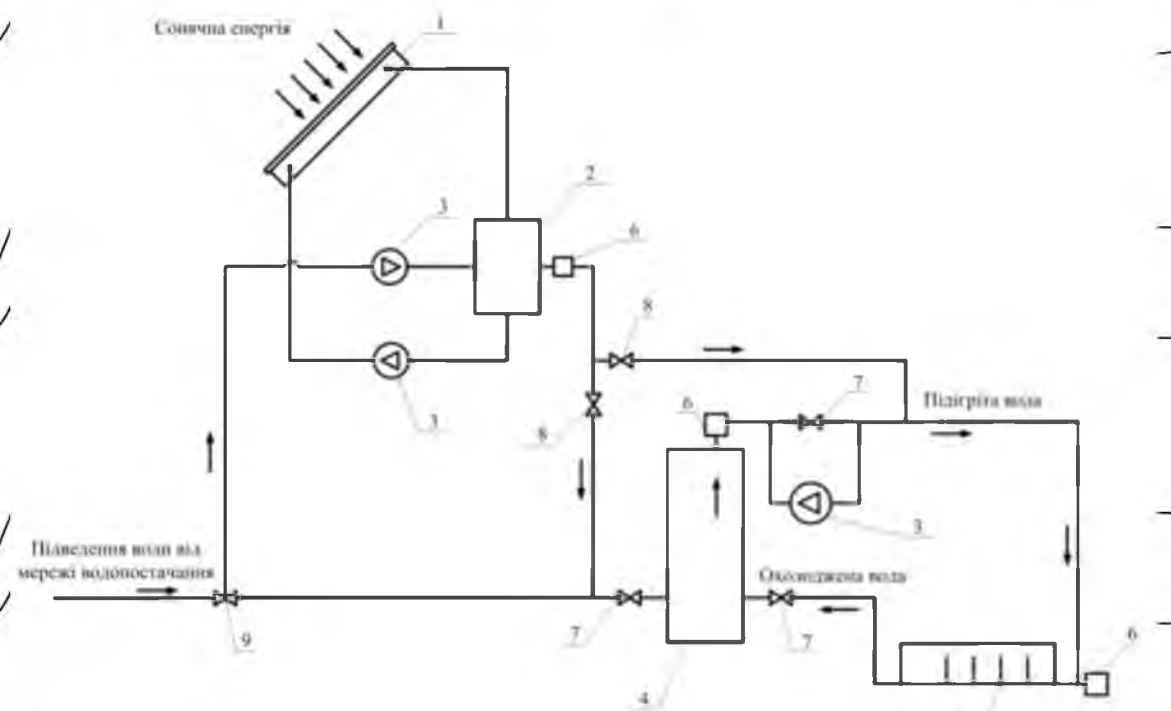


Рис. 3.1 Функціональна схема геліустановки

3.3 Обґрунтування і вибір елементів для функціонування геліустановки

Приймаючи витрати $Q = 0,072 \text{ м}^3/\text{с}$ і напір $H = 10,3 \text{ м}$, вибираємо відцентровий насос К8/18.

Потужність електродвигуна насоса визначаємо за формулою:

$$P = k_3 \cdot \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт}; \quad (3.8)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу, який для двигунів до 2 кВт складає 1,5 ... 1,7;

γ – питома густина рідини, $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$;

Q – подача насоса, $Q = 0,072 \text{ м}^3/\text{с}$;

H – напір, $H = 11,3 \text{ м}$;

η – коефіцієнт корисної дії насоса, $\eta = 0,8$.

$$P = 1,6 \cdot \frac{1000 \cdot 0,072 \cdot 11,3}{102 \cdot 0,8} = 0,8.$$

Режим роботи двигуна насоса – тривалий (S1) з постійним навантаженням.

Потужність двигуна визначаємо за умовою:

$$P_{н.об.} \geq P. \quad (3.9)$$

Виходячи із розрахункової потужності двигуна насоса та необхідної частоти обертання ($n = 2800 \text{ об/хв}$) вибираємо двигун АІР71В2У2, потужністю 1,1 кВт [2].

Основні технічні дані двигуна:

$P_n = 1,1 \text{ кВт}$; $n = 2800 \text{ об/хв}$; $I_n = 2,55 \text{ А}$; $\eta = 79\%$; $\cos \phi = 0,83$; $J_{рот} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^2$;

$$\frac{I_{пуск}}{I_n} = 6, \quad \frac{M_{пуск}}{M_n} = 2,1, \quad \frac{M_{min}}{M_n} = 1,6, \quad \frac{M_{max}}{M_n} = 2,3.$$

Визначаємо час пуску двигуна. Для цього будемо механічну характеристику електродвигуна і робочої машини.

Механічна характеристика відцентрового насоса має вигляд:

$$M_c = 0,05 \cdot M_{сн} + 0,95 \cdot M_{сн} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2, \quad (3.10)$$

де $M_{сн}$ – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості;

ω , ω_n – задана і номінальна кутова швидкість.

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2800}{30} = 293, \text{ с}^{-1} \quad (3.11)$$

$$M_{сн} = \frac{P}{\omega_n} = \frac{800}{293} = 2,73, \text{ Н/м} \quad (3.12)$$

Механічна характеристика відцентрового насоса показана на рис.3.2.

Механічну характеристику електродвигуна будемо за п'ятьма точками.

$$1. \quad M=0, \omega_0 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314, \text{ c}^{-1} \quad (3.13)$$

$$2. \quad \omega_H = 293 \text{ c}^{-1} \quad M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{1100}{293} = 3,75, \text{ Нм} \quad (3.14)$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 3.2. Визначення часу пуску електричного двигуна насоса

$$3. S_k = \frac{S_n + \sqrt{S_n \cdot \frac{\mu_k - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_n \cdot \frac{\mu_k - 1}{\mu_1 - 1}}}, \quad (3.15)$$

$$S_n = \frac{\omega_0 - \omega_n}{\omega_0} = \frac{314 - 293}{314} = 0,067, \quad (3.16)$$

$$\mu_1 = \frac{\mu_k}{\mu_n} = \frac{2,2}{2,1} = 1,05 \quad (3.17)$$

Звідси знаходимо критичне ковзання:

$$S_k = \frac{0,067 + \sqrt{0,067 \cdot \frac{2,2 - 1}{1,05 - 1}}}{1 + \sqrt{0,067 \cdot \frac{2,2 - 1}{1,05 - 1}}} = 0,59$$

Визначаємо ω_k і критичний момент M_k :

$$\omega_k = \omega_0 \cdot (1 - S_k) = 314 \cdot (1 - 0,59) = 129 \text{ c}^{-1}, \quad (3.18)$$

$$M_k = \mu_k \cdot M_n = 2,2 \cdot 3,75 = 8,25, \quad \text{H} \cdot \text{м}. \quad (3.19)$$

$$4. S_{\min} = 0,8; \quad \omega_{\min} = 314 \cdot (1 - 0,8) = 62,8 \text{ c}^{-1}$$

$$5. M_{\min} = \mu_{\min} \cdot M_n = 1,6 \cdot 3,75 = 6, \quad \text{H} \cdot \text{м}. \quad (3.20)$$

$$6. \omega_{\text{пуск}} = 0;$$

$$M_{\text{пуск}} = \mu_{\text{пуск}} \cdot M_n = 2,1 \cdot 3,75 = 7,88, \quad \text{H} \cdot \text{м} \quad (3.21)$$

Будуємо механічну характеристику електродвигуна з урахуванням відхилення моментів: M_k – 10%, M_{\min} – 20%, $M_{\text{пуск}}$ – 15%.

$$M_k = 0,9 \cdot 8,25 = 7,43 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\min} = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot 7,88 = 6,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Будуємо механічну характеристику електродвигуна з урахуванням допустимого відхилення напруги 5%:

$$M_k = 0,95^2 \cdot 7,43 = 6,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\min} = 0,95^2 \cdot 4,8 = 4,33 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{пуск}} = 0,95^2 \cdot 6,7 = 6,05 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Час пуску двигуна визначається графоаналітичним методом. Для цього знаходимо значення динамічного моменту:

$$M_j = M_g' - M. \quad (3.22)$$

Дану характеристику розділимо на 12 ділянок. Час пуску двигуна на кожній ділянці визначаємо за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{J \cdot \Delta \omega_i}{M_{jcp}}, \quad c, \quad (3.23)$$

де J – зведений момент інерції привода, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$\Delta \omega_i$ – приріст кутової швидкості, с^{-1} ;

M_{jcp} – середнє значення динамічного моменту на ділянці, $\text{Н} \cdot \text{м}$.

$$J = J_p + J_{p.n.}, \quad \text{кг} \cdot \text{м}^2 \quad (3.24)$$

де J_p – момент інерції ротора двигуна, $J_p = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$J_{p.n.}$ – момент інерції насоса, $J_{p.n.} = 2 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{м}^2$.

За формулою (3.23) визначаємо Δt для кожної ділянки:

$$\Delta t_1 = 0,0031 \cdot \frac{25}{5,4} = 0,014, \quad c$$

$$\Delta t_2 = 0,0031 \cdot \frac{25}{4,5} = 0,017, \quad c$$

$$\Delta t_3 = 0,0031 \cdot \frac{25}{4,2} = 0,018, \quad c$$

$$\Delta t_4 = 0,0031 \cdot \frac{25}{4,5} = 0,017, \quad c$$

$$\Delta t_5 = 0,0031 \cdot \frac{25}{5,4} = 0,014, \quad c$$

$$\Delta t_6 = 0,0031 \cdot \frac{25}{6,0} = 0,013, \quad c$$

$$\Delta t_7 = 0,0031 \cdot \frac{25}{5,5} = 0,014, \quad c$$

$$\Delta t_8 = 0,0031 \cdot \frac{25}{4,9} = 0,016, \quad c$$

$$\Delta t_9 = 0,0031 \cdot \frac{25}{4,6} = 0,017, \text{ c}$$

$$\Delta t_{10} = 0,0031 \cdot \frac{25}{3,2} = 0,024, \text{ c}$$

$$\Delta t_{11} = 0,0031 \cdot \frac{25}{2,0} = 0,039, \text{ c}$$

$$\Delta t_{12} = 0,0031 \cdot \frac{25}{0,7} = 0,075, \text{ c}$$

Визначаємо час пуску двигуна за формулою:

$$t = \sum_{i=1}^{12} \Delta t_i = 0,3; \text{ c} \quad (3.25)$$

Перевищення температури двигуна під час пуску складе:

$$\tau = 8 \cdot 0,3 = 24 \text{ c}, \quad (3.26)$$

що менше допустимого значення.

3.4 Розробка принципової електричної схеми керування геліоустановкою

Принципова електрична схема геліонагрівальної установки складається з

силового кола та кола керування. В силове коло входять три електроприводи насосів установки та нагрівальні елементи. До кола керування входять елементи управління електроприводами (магнітні пускачі, проміжні реле, перемикач), блок контролю та керування водонагрівачем, трансформатор напруги.

Схема керування геліонагрівальною установкою наведено на рис. 3.3.

Вмикаємо автоматичні вимикачі QF1-QF5 при цьому подається живлення на коло керування. Живлення отримує котушка магнітного пускача KM1, яка замикає свої силові контакти KM1 в колі електродвигуна насоса сонячного колектора та допоміжним контактом KM1.2 подає живлення на котушку магнітного пускача KM2, який замикає свої силові контакти KM2 і вмикає електродвигун насоса мережі. Вола, що поступає з мережі подається в теплообмінник де нагрівається. На виході теплообмінника знаходиться

термодатчик, який керує роботою електромагнітних заслінок YA1 та YA2. Якщо вода нагрілась до необхідної температури то контакт BK3 замикається подає живлення в коло електромагнітної заслінки YA2 – нагріта вода поступає в систему напування тварин, якщо вода не нагрілась до необхідної температури то контакт BK3 розмикає коло живлення електромагнітної заслінки YA2 і подає живлення в коло електромагнітної заслінки YA1 та проміжного реле KV3, яке замикає свій контакт KV3.1 в колі котушки магнітного пускача KM4, що своїми силовими контактами вмикає нагрівальні елементи. Вода подається в бак нагрівальної установки, де прогрівається до необхідної температури – температура нагрівання контролюється блоком А1 та подається в систему напування.

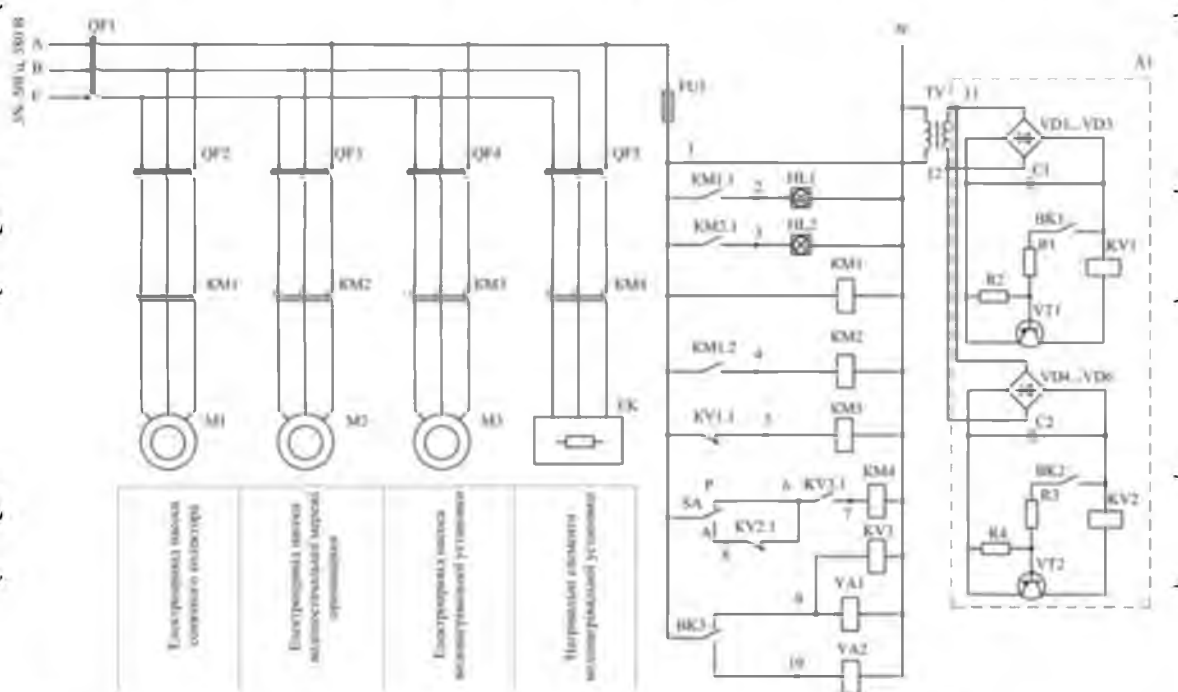


Рис. 3.3 Принципова електрична схема керування теплоустановкою

В зимовий період, коли сонячної енергії не достатньо для нагрівання води водонагрівач працює самостійно.

В схемі передбачена світлова сигналізація HL1 та HL2, яка сигналізує про роботу електродвигунів насосів сонячного колектора та мережі водопостачання телятника. Захист електродвигунів від коротких замикань та перевантажень

здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів QF2, QF5, захист кола керування здійснює запобіжник FU1.

3.5 Вибір апаратів керування і захисту

Вибір автоматичного вимикача QF2 для захисту двигуна насоса здійснюємо за умовою:

Умови вибору автоматичного вимикача:

$$1. U_{\text{авт.}} \geq U_{\text{мережі}};$$

$$2. I_{\text{ном.авт.}} \geq I_{\text{ном.дв.}};$$

$$3. I_{\text{ном.розч.}} \geq I_{\text{ном.дв.}};$$

$$4. I_{\text{відс.}} \geq (1,45 \dots 1,65) I_{\text{пуск.дв.}}$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА51Г253434100Р30УХЛЗ [2].

$$I_{\text{авт.н}} = 25\text{А}, \text{ з } I_{\text{розч}} = 3,15\text{ А}, I_{\text{відс.}} = 14 \cdot 3,15 = 44,1\text{ А} \geq 1,65 \cdot 2,55 \cdot 6 = 25,2\text{ А}$$

Вибираємо ввідний автоматичний вимикач за умовами:

$$1. U_{\text{авт.}} \geq U_{\text{мережі}};$$

$$2. I_{\text{ном.авт.}} \geq \sum I_{\text{ном.дв}} = 2,55 + 1,75 + 1,75 + 16 = 25\text{ А}$$

$$3. I_{\text{ном.розч.}} \geq \sum I_{\text{ном.дв.}} \quad 25\text{ А} = 25\text{ А}$$

$$4. I_{\text{відс.}} \geq 1,5 \cdot \sum I_{\text{ном.дв.}} + I_{\text{макс.}} = 1,5 \cdot 25 + 16,7 = 54,2\text{ А}$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА51Г25, $I_{\text{авт.н}} = 25\text{ А}$, $I_{\text{розч}} = 25\text{ А}$, $I_{\text{відс.}} = 14 \cdot 25 = 350\text{ А} \geq 54,2\text{ А}$

Електромагнітний пускач КМ1 вибираємо за умовою:

$$U_{\text{пуск.ном}} \geq U_{\text{мережі}} = 380\text{ В};$$

$$I_{\text{п.ном}} \geq I_{\text{н.дв.}} = 1,31\text{ А}$$

Вибираємо електромагнітний пускач ПМЛГ 1100-04Б [2] без теплового реле з контактною приставкою.

Аналогічно вибираємо решту магнітних пускачів.

Реле проміжне серії ПЭ – 4, $U_{\text{к}} = 220\text{ В}$, 2 замикаючих контакти

Перемикач серії ПКП25-44-116-У2.

Датчик температури (термометр опору) ТСП – 955М з одним чутливим елементом, діапазон вимірювання $0 - +100\text{ }^{\circ}\text{С}$, показник теплової інерції 9с.

Низковольтний комплектний пристрій Я5901 – 2574У2

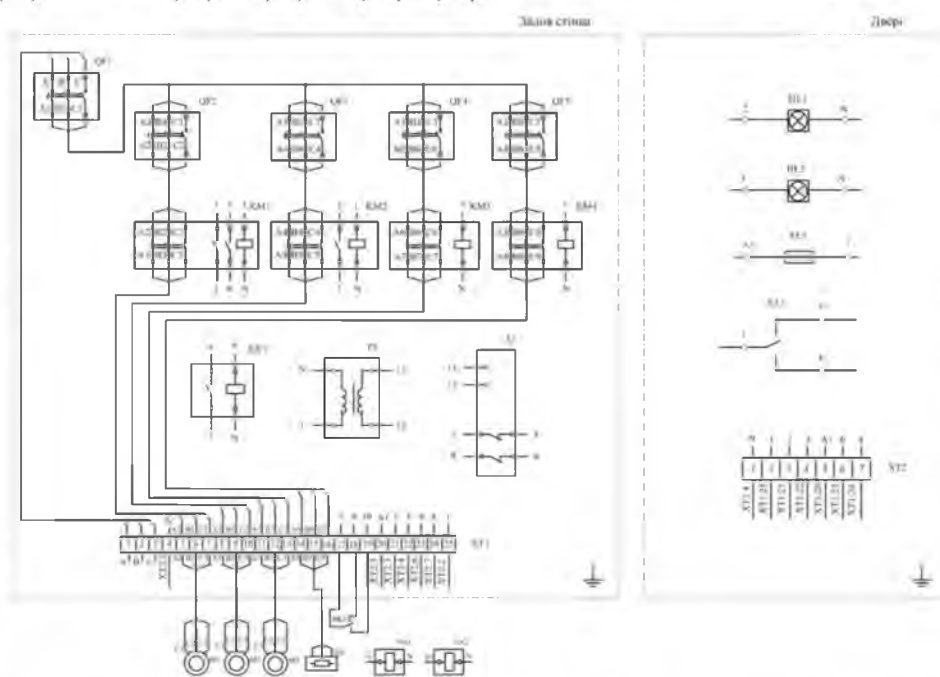


Рис. 3.4 Схема з'єднань ящика керування геліоустановкою

3.6 Дослідження впливу відхилення напруги і частоти струму на електропривод насоса геліоустановки

Аналіз зміни кутової швидкості електропривода насоса при відхиленні напруги і частоти струму проведений з використанням положень теорії електропривода, які стосуються електромеханічних властивостей асинхронних електродвигунів, приводних характеристик робочих машин і механізмів, та застосуванням математичного моделювання.

При відхиленні напруги двигун працює на робочій ділянці механічної характеристики, обмеженої ковзанням θ і критичним s_k . При цьому можна вважати, що механічна характеристика двигуна на цій ділянці лінійна [1], тобто

$$M_d = \beta_d (\omega_0 - \omega), \quad (3.27)$$

де M_d – момент двигуна;

β_d – жорсткість механічної характеристики електродвигуна;

ω_0 – синхронна кутова швидкість;

ω – задана кутова швидкість.

Механічна характеристика робочих машин описується рівнянням [3,8]:

$$M_c = M_0 + (M_{сн} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x \quad (3.28)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини при заданій кутовій швидкості;

M_0 – початковий момент;

$M_{сн}$ – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості;

ω і ω_n – задане і номінальне значення кутової швидкості;

x – показник степеня.

При відхиленні напруги механічна характеристика електродвигуна на робочій ділянці опишеться рівнянням:

$$M_d = \beta_d U_*^2 (\omega_0 - \omega), \quad (3.29)$$

де $U_* = U/U_n$ – напруга у відносних одиницях.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_d U_*^2 (\omega_0 - \omega) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x, \quad (3.30)$$

або

$$\beta_d U_*^2 (\omega_0 - \omega_n \omega_*) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^x, \quad (3.31)$$

де $\omega_* = \omega/\omega_n$ – кутова швидкість у відносних одиницях.

Після перетворень отримаємо:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^x}{\beta_d (\omega_0 - \omega_n \omega_*)}} \quad (3.32)$$

Для насоса, який має вентиляторну механічну характеристику ($x=2$) рівняння (3.32) запишеться у вигляді:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^2}{\beta_d (\omega_0 - \omega_n \omega_*)}} \quad (3.33)$$

Якщо знехтувати початковим моментом $M_0 \neq 0$, отримаємо

$$U_* = \sqrt{\frac{M_{сн} \omega_*^x}{\beta_d (\omega_0 - \omega_n \omega_*)}} \quad (3.34)$$

Оскільки

$$M_{сн} = K_3 M_{дн}, \quad (3.35)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна,

$$\beta_\partial = \frac{M_{дн}}{\omega_0 - \omega_n} = \frac{M_{дн}}{\omega_0 s_n}, \quad (3.36)$$

де s_n – номінальне ковзання двигуна,

то вираз (3.35) можна записати як:

$$U_* = \sqrt{\frac{K_3 M_{дн} \omega_*^x \omega_0 s_n}{M_{дн} (\omega_0 - \omega_n \omega_*)}} = \sqrt{\frac{K_3 s_n \omega_*^x}{1 - \omega_* (1 - s_n)}}. \quad (3.37)$$

Вираз (3.37) також можна представити через ковзання у вигляді:

$$U_* = \sqrt{\frac{K_3 \omega_*^x s_n}{s}}. \quad (3.38)$$

Для насосів продуктивність

$$Q_* = \omega_*, \quad (3.39)$$

$$P_* = \omega_*^2. \quad (3.40)$$

потужність

$$P_* = \omega_*^3. \quad (3.41)$$

Тоді закони зміни вказаних величин запишуться у вигляді:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) Q_*^2}{\beta_\partial (\omega_0 - \omega_n Q_*)}}, \quad (3.42)$$

тиску –

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) P_*}{\beta_\partial (\omega_0 - \omega_n \sqrt{P_*})}}, \quad (3.43)$$

потужності робочої машини –

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) P_*^{2/3}}{\beta_\partial (\omega_0 - \omega_n \sqrt[3]{P_*})}}. \quad (3.44)$$

У насосів початковий момент невеликий, тому алгоритм зміни продуктивності досить точно опишеться рівнянням:

$$U_* = Q_* \sqrt{\frac{K_3 s_n}{1 - Q_* (1 - s_n)}} \quad (3.45)$$

Для тиску і потужності робочої машини справедливі співвідношення:

$$U_* = \sqrt{\frac{K_3 s_n P_*}{1 - \sqrt{P_*} (1 - s_n)}} \quad (3.46)$$

$$U_* = \sqrt[3]{P_*} \sqrt{\frac{K_3 s_n}{1 - \sqrt[3]{P_*} (1 - s_n)}} \quad (3.47)$$

Були проведені експериментальні дослідження зміни продуктивності, тиску і потужності відцентрового насоса К8/18 при відхиленні напруги. При дослідженнях напругу на двигуні змінювали за допомогою автотрансформатора і визначали кутову швидкість, продуктивність, тиск і потужність робочих машин. Результати досліджень представлені на рис. 3.5.

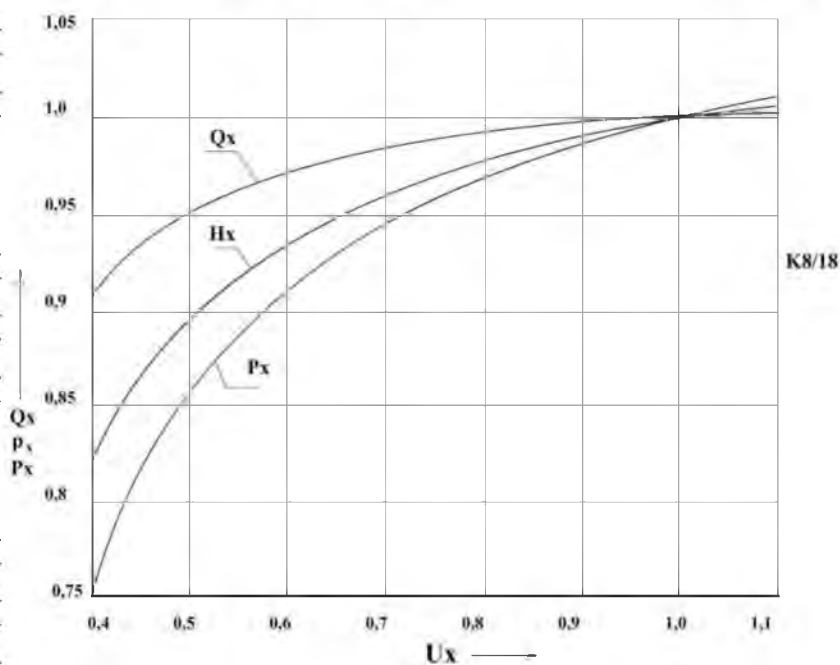


Рис.3.5 Залежності продуктивності (Q), напору (H) і потужності (P) насоса К8/18 від напруги у відносних одиницях

Як випливає із представлених залежностей, при відхиленні напруги продуктивність, тиск та потужність насосів змінюються за складними алгоритмами.

При зміні частоти струму механічна характеристика двигуна на робочій ділянці описується рівнянням:

$$M = \beta_{\circ} \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega \right), \quad (3.48)$$

де f – частота струму;

p – число пар полюсів.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_{\circ} \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega \right) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (3.49)$$

або

$$\beta_{\circ} \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega_n \omega_* \right) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^2, \quad (3.50)$$

Синхронна кутова швидкість при номінальній частоті струму f_n :

$$\omega_{0н} = \frac{2\pi f_n}{p}. \quad (3.51)$$

Тоді рівняння (3.49) запишеться у вигляді:

$$\beta_{\circ} (\omega_{0н} f_* - \omega_n \omega_*) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^2, \quad (3.52)$$

звідки отримаємо

$$f_* = \frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^2 + \beta_{\circ} \omega_n \omega_*}{\beta_{\circ} \omega_{0н}}. \quad (3.53)$$

Якщо знехтувати початковим моментом $M_0 = 0$, отримаємо:

$$f_* = \frac{M_{сн} \omega_*^2 + \beta_{\circ} \omega_n \omega_*}{\beta_{\circ} \omega_{0н}}. \quad (3.54)$$

З урахуванням виразів (3.35) і (3.36) можна записати:

$$f_* = K_3 s_n \omega_*^2 + \frac{\omega_n}{\omega_{0н}} \omega_*. \quad (3.55)$$

Для двигунів з жорсткою механічною характеристикою номінальне ковзання невелике і $\omega_n \approx \omega_{0n}$, тому першим доданком у виразі (3.55) можна знехтувати. Тоді отримаємо:

$$f_* = \omega_* \quad (3.56)$$

Тому для продуктивності, тиску, потужності насосів і вентиляторів при зміні частоти струму справедливі такі співвідношення:

$$Q_* = f_* \quad (3.57)$$

$$p_* = f_*^2 \quad (3.58)$$

$$P_* = f_*^3 \quad (3.59)$$

Були проведені експериментальні дослідження зміни продуктивності, тиску і потужності відцентрового насоса К8/18 зміні частоти струму. При дослідженнях частоту струму змінювали за допомогою перетворювача частоти фірми «Mitsubishi» і визначали кутову швидкість, продуктивність, тиск і потужність робочих машин. Результати досліджень представлені на рис. 3.6.

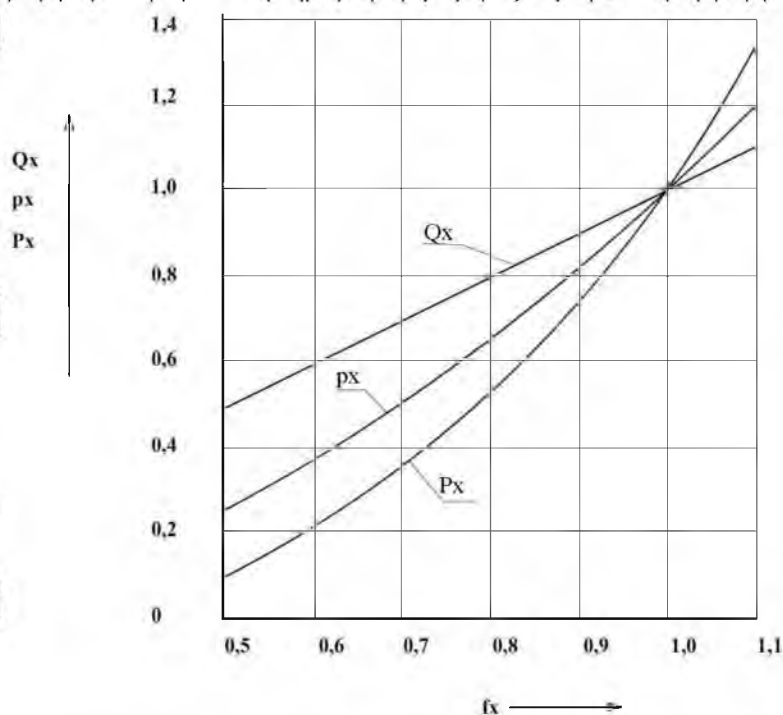


Рис. 3.6 Залежності продуктивності (Q), тиску (p) і потужності (P) насоса КМ8/18 від частоти струму у відносних одиницях.

Проведені дослідження показали, що при зміні частоти струму продуктивність насосів змінюється прямо пропорційно зміні частоти струму, напір — квадрату частоти струму, потужність — кубу частоти струму.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

4.1 Розрахунок електричних навантажень

Для визначення площі перерізу проводів та потужності живлячої трансформаторної підстанції необхідно провести розрахунок електричних навантажень ферми, що проектується.

Розрахунок електричних навантажень проводимо згідно з методичними вказівками по росту електричних навантажень в мережах 0,38...110 кВ [7]. Розрахунковим навантаженням називають найбільше із середніх значень повної потужності за час 30 хвилин (півгодинний максимум), який може виникнути на вводі до споживача або в живлячій мережі в розрахунковому році з вірогідністю не менше 0,95. Розрізняють денні та вечірні розрахункові активні і реактивні навантаження.

При визначенні електричних навантажень тваринницьких ферм користуються спеціальними рекомендаціями. Згідно цих рекомендацій, розрахункові навантаження на ввіді в окремих будівлях і спорудах при наявності змінних або добових технологічних графіків роботи силового, нагрівального і освітлювального обладнання знаходять методом побудови графіка електричних навантажень.

Споживана активна потужність електродвигуна, кВт:

$$P_c = \frac{P_n \cdot K_z}{\eta} \quad (4.1)$$

де P_n – номінальна потужність електродвигуна.

η – к.п.д. електродвигуна.

K_z – коефіцієнт завантаження двигуна по активній потужності.

Споживча реактивна потужність електродвигуна, кВАр:

$$Q_{\text{спож}} = P_c \cdot \text{tg}\varphi, \quad (4.2)$$

де $\text{tg}\varphi$ – кут, який відповідає значенню коефіцієнта потужності.

Технологічний графік роботи обладнання побудований згідно режиму дня на фермі з відгодівлі молодняка ВРХ. На підставі даного технологічного графіка роботи технологічного обладнання будують графік електричних навантажень (рис. 4.1). По осі ординат відкладаємо розрахункову споживчу потужність по осі абсцис – тривалість роботи електроспоживача. Півгодинний максимум визначаємо за ділянкою, де протягом півгодини споживча потужність найбільша. Розрахункову потужність на ввіді в інші будівлі ферми визначаємо аналогічно.

Розрахункові навантаження виробничих будівель ферми приведені в таблиці 4.1.

Підумок розрахункових навантажень проводимо за денним максимумом, оскільки денні розрахункові навантаження в більшості будівель ферми більші вечірніх, або дорівнюють вечірнім.

P, кВт
Q, вар

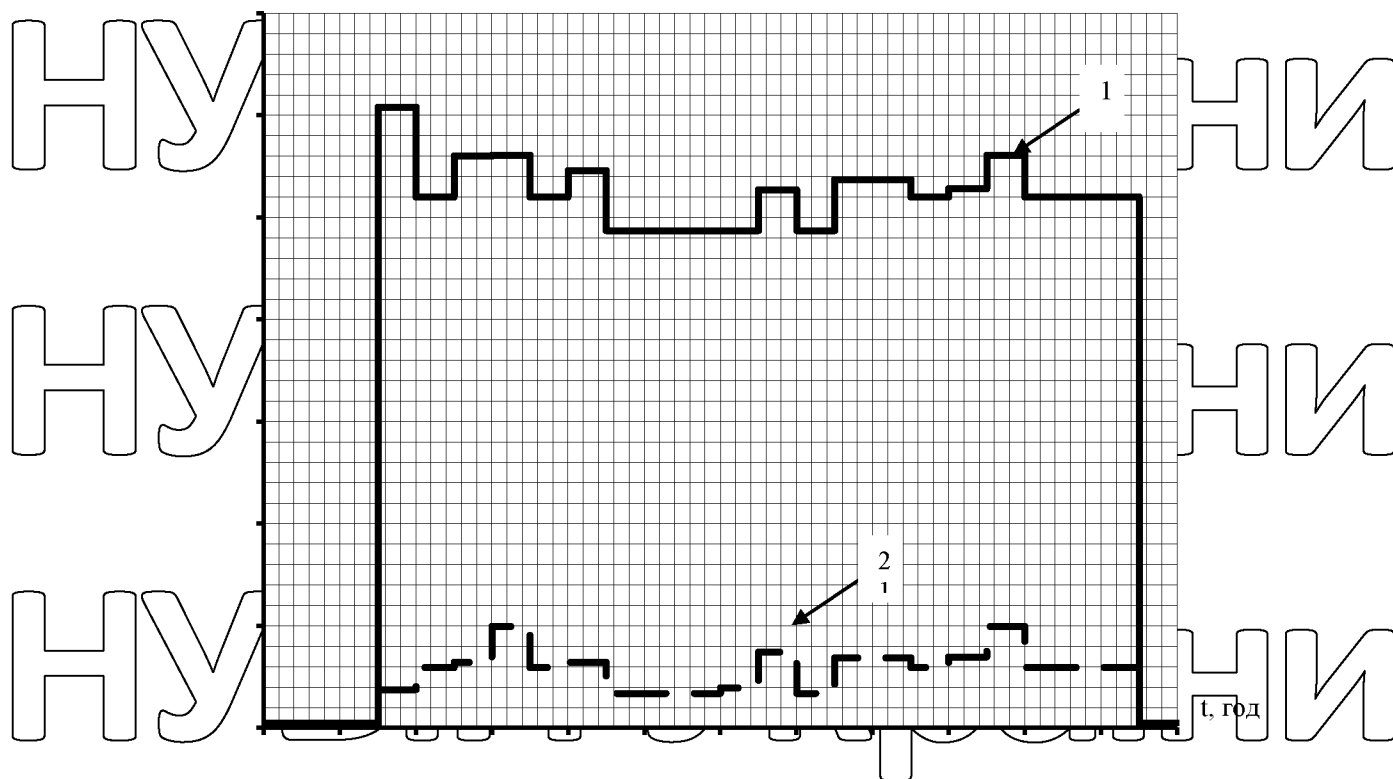


Рис.4.1 – Графік навантаження телятника на 280 голів:

1 – активне навантаження; 2 – реактивне навантаження.

На основі даних графіка навантаження визначасмо повну потужність телятника на 280 голів:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{60,8^2 + 9,9^2} = 61,6 \text{ кВА} \quad (4.3)$$

Таблиця 4.1

Розрахункові навантаження виробничих будівель господарства

Назва об'єкту	Кількість	$P_{\text{макс}}$, кВт	$Q_{\text{макс}}$, квар	S , кВА
1. Адміністративна будівля на 15 чоловік	1	15	10	18
2. Телятник на 280 голів	1	60,8	9,9	61,6
3. Корівник на 100 голів	3	98	43,6	107,3
4. Сіносховище на 100 т	1	8	4	8,9
5. Вет. пункт	1	4	1,8	4,4
6. Столярний цех	1	16	9,0	18,4
7. Пилорама	1	32	19	37,2
8. Склад	1	0,8	0,8	0,8
9. Мех. майстерня	1	35	30	46,1
10. Гараж	1	6	3,0	6,7
11. Кузня	1	12	7,8	14,3
12. Насосна станція	1	3	1,7	3,4

Визначаємо місце розташування ТП. Згідно з ПУЕ трансформаторна підстанція повинна розміщуватися у центрі навантаження, щоб забезпечити номінально допустиме відхилення напруги на найвіддаленішому споживачі.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\delta i \zeta \delta^3} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_{\delta i \zeta \delta^3}} = 72 \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\delta i \zeta \delta^3} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_{\delta i \zeta \delta^3}} = 88 \quad (4.4)$$

Визначаємо повну потужність виробничого комплексу за формулою:

$$S = \sqrt{1,06 \cdot \sum P^2 + \sum Q^2}, \quad (4.5)$$

де 1,06 – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі (6%),

$$S = \sqrt{1,06 \cdot 290,6^2 + 139,8^2} = 330,2 \text{ кВА}.$$

Отже, виходячи з розрахунків вибираємо КТП 10/04 з трансформатором ТМ – 400/кВА.

4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж

Вибір перерізу проводів повітряних ліній 0,38 кВ виконуємо за економічним навантаженням

Від ТП відходить три лінії (рис. 4.2), струм на кожній ділянці лінії визначаємо за формулою:

$$I_{д\ddot{л}} = K_0 \cdot \sum I_{нав}, \quad (4.6)$$

де K_0 – коефіцієнт одночасності.

Результати вибору перерізу проводів та їх марки приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Визначення перерізу проводів

Ділянка лінії	$P_{д\ddot{л}}$, кВт	K_0	$I_{д\ddot{л}}$, А	Марка проводу	Довжина ділянки, м
Лінія 1					
2 – 1	73,2	0,8	154,1	АС – 35	20
1 – ТП	167,8	0,75	259	АС – 70	50
Лінія 2					
4 – 3	38	0,8	80	АС – 16	30
3 – ТП	85	0,77	173,3	АС – 35	44
Лінія 3					
6 – 5	3,8	0,8	8	АС – 16	40
5 – ТП	23,8	0,77	48,2	АС – 16	88

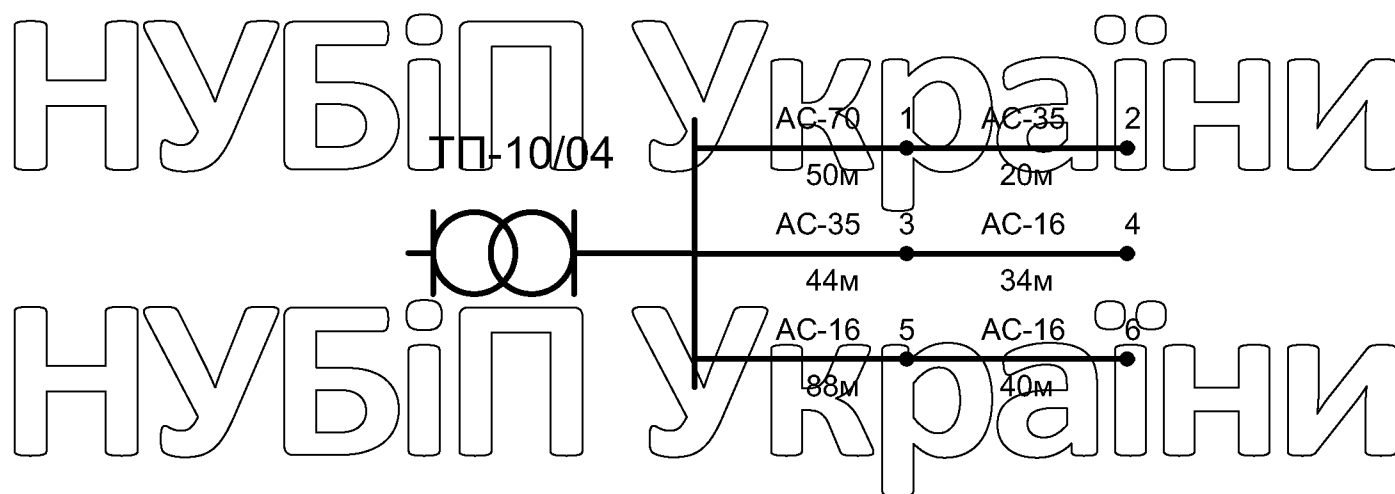


Рис. 4.2 – Схема повітряних ліній господарства

4.3 Перевірка повітряних ліній за умовами допустимого зниження напруги

Щоб забезпечити нормальну роботу силових електроприймачів, лінії електропередач необхідно розраховувати так, щоб при максимальному навантаженні в точці, найбільш віддаленій від джерела живлення, відхилення напруги було не більше -5% ; тобто $\Delta U_{100} \geq -5\% \cdot U_{н.}$, а при мінімальному навантаженні в точці, приближеній до джерела, не більше $+7,5\%$, тобто $U_{25} \leq +7,5\% \cdot U_{ном.}$.

Допустимі втрати напруги визначаємо за допомогою таблиці відхилення напруги, складеної відповідно до схеми електричних мереж. На щитах РТП 35/10 кВ №1 від якої одержує живлення ферма по відгодівлі ВРХ, повинно забезпечуватися зустрічне регулювання напруги в мережах від 0 до $+5\%$ номінальної напруги електромережі, тобто відхилення на шинах підстанції повинно скласти:

$$\Delta U_{100}^T = +5\% \quad \text{і} \quad \Delta U_{25}^T = 0\%.$$

Стандартний трансформатор живлення виготовляється так, що за допомогою основного коефіцієнта трансформації на вторинній обмотці здійснюється постійна надбавка $+5\%$, а з допомогою відгалужень можна

отримати дві допоміжні надбавки по $\pm 2,5\%$, або дві надбавки по $-2,5\%$. Для трансформаторів, що використовуються в сільському господарстві і мають навантаження близькі до номінальних, можна прийняти, що втрати напруги при максимальному (100 %) навантаженні дорівнюють 4-5 %, а при мінімальному (25 %) навантаженні 1-1,25 % номінальної напруги трансформатора, тобто:

$$\begin{aligned} \Delta U_{100}^T &= (4\% - 5\%) \cdot U_{\text{ном.}} \\ \Delta U_{25}^T &= (1\% - 1,25\%) \cdot U_{\text{ном.}} \end{aligned} \quad (4.7)$$

У таблицю допустимих відхилень напруги (таблиця 4.3) заносимо відомі величини, а найдоцільніший режим роботи вибираємо методом підбору необхідних відгалужень обмоток трансформатора.

Таблиця 4.3
Відхилення та втрати напруги в електромережі

Елементи схеми енергозабезпечення	Режим роботи	
	100 %	25 %
Шини 10 кВ РТП-35/10 кВ	+5	0
Лінії 10 кВ	-5,4	-1,35
Трансформатор ТП 10/0,4 кВ:		
Постійна надбавка	+5	+5
Регулююча надбавка	+2,5	+2,5
Втрати	+4	-1
Допустимі втрати в лінії 0,38 кВ	-8,9	0
Відхилення напруги на затискачах електроприймачів	-5	+4,65

Провода повітряних і кабельних ліній 0,38 кВ повинні задовольняти допустимій втраті напруги, тобто:

$$\Delta U_{\text{л.}} \leq \Delta U_{\text{доп.}}, \quad (4.8)$$

де $\Delta U_{\text{л.}}$ – сумарні дійсні втрати напруги на всіх ділянках лінії 0,38 кВ від трансформаторної підстанції до віддаленого об'єкту мережі, %;

$\Delta U_{\text{доп.}}$ – допустимі втрати напруги в цій лінії, %.

Сумарні втрати напруги:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots + \Delta U_{n.p.} \quad (4.9)$$

де $\Delta U_1, \Delta U_2, \dots, \Delta U_{n.p.}$ – дійсні втрати напруги на 1, 2, ..., n. ділянках, %.

$$\Delta U_{n.p.} = \frac{100(r_0 \cdot P_p + x_0 \cdot Q_p)l}{U_{\text{ном.}}^2}, \quad (4.10)$$

де r_0 – активний опір проводів ділянки лінії Ом/км;

P – активна потужність, яка передається ділянкою лінії, кВт;

l – довжина ділянки лінії, км;

$\Delta U_{\text{ном.}}$ – номінальна напруга лінійної мережі, В;

x_0 – індуктивний опір проводів ділянки лінії, Ом/км;

Q – реактивна потужність, яка передається ділянкою лінії, кВАр.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4

Результати розрахунків втрат напруги на ділянках лінії

Ділянка лінії	l , м	$P_{\text{дп}}$, кВт	$Q_{\text{макс}}$, квар	R_0	x_0	ΔU_i , %	Марка проводу
Лінія 1							
2 – 1	20	73,2	32,6	0,773	0,301	0,82	АС – 35
1 – ТП	50	167,8	57,5	0,420	0,283	1,7	АС – 70
Лінія 2							
4 – 3	30	38	22	1,772	0,318	1,4	АС – 16
3 – ТП	44	85	59,8	0,773	0,301	2,3	АС – 35
Лінія 3							
6 – 5	40	3,8	1,7	1,772	0,318	0,18	АС – 16
5 – ТП	88	23,8	12,5	1,772	0,318	1,5	АС – 16

Допустимі втрати напруги становлять $\Delta U_{\text{доп.}} = 12$ %. Фактичні втрати напруги склали $\Delta U_{\Sigma} = 8,9$ %.

Таким чином, $U_{л.} = 8,9 \% < \Delta U_{доп.} = 12 \%$. Переріз проводів всіх ділянок ліній вибрано правильно.

4.4 Перевірка електричних мереж на можливість пуску асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором

Електрична мережа напругою 0,38 кВ, від якої живляться асинхронні електродвигуни, повинна забезпечувати нормальний пуск і стійку роботу під час пуску усіх інших раніше увімкнених двигунів. Найбільш потужним в господарстві є двигун пилорами.

Нормальний пуск електродвигуна можливий при умові, якщо фактичне зниження напруги на затискачах електродвигуна не перевищує максимально допустимого значення.

$$\Delta U_{\text{факт}} \leq \Delta U_{\text{доп.}} \quad (4.11)$$

Допустимі втрати напруги визначаються за формулою [6, 8]:

$$\Delta U_{\text{доп}} = \left(1 - \sqrt{\frac{M_{\text{зруш}} + M_{\text{надл}}}{M_{\text{пуск}}}}\right) \cdot 100\% \quad (4.12)$$

де $M_{\text{зруш}}$ – момент зрушення робочої машини приведений до валу електродвигуна, Н·м;

$M_{\text{надл}}$ – необхідний надлишковий момент при пуску двигуна, який приймаємо $(0,2 \dots 0,3)M_{\text{н}}$, Н·м;

$M_{\text{пуск}}$ – пусковий момент електродвигуна, який дорівнює $1,9M_{\text{н}}$, Н·м.

Найпотужнішим двигуном у господарстві є двигун привода пилорами

АНР180S2У3, який має такі параметри:

$$P_{\text{н}} = 22 \text{ кВт}, n = 2920 \text{ об/хв}, I_{\text{н}} = 41,5 \text{ А}, \cos\varphi = 0,89, \eta = 0,9, K_t = 7.$$

$$\dot{I}_{\text{факт}} = 0,7 \cdot \dot{I}_i = 0,7 \cdot 71,9 = 50,3 \text{ Н·м}$$

$$\dot{I}_{\text{доп}} = 0,2 \cdot \dot{I}_i = 0,2 \cdot 71,9 = 14,4 \text{ Н·м}$$

$$\dot{I}_i = 9550 \cdot \frac{P_i}{n_i} = 9550 \cdot \frac{22}{2920} = 71,9 \text{ Н·м}$$

$$\Delta U_{\text{доп}} = \left(1 - \sqrt{\frac{50,3 + 14,4}{136,6}}\right) \cdot 100\% = 31,1\%$$

Фактичні втрати напруги визначаються за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}} = \Delta U_{\text{ф.л}} + \Delta U_{\text{тр}} - \Delta U_{\text{надб}} + \Delta U_{\text{шнн}}, \quad (4.13)$$

де $\Delta U_{\text{ф.л}}$ – фактичні втрати напруги в лінії;

$\Delta U_{\text{тр}}$ – втрати напруги в трансформаторі;

$\Delta U_{\text{шнн}}$ – значення зміни втрат напруги на шні.

$$\Delta U_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{доп}} + \frac{Z_{\text{л}} + Z_{\text{дв}}}{Z_{\text{л}} + Z_{\text{дв}} + Z_{\text{тр}}}, \quad (4.14)$$

де $\Delta U_{\text{доп.л}}.$ – втрати напруги в лінії 10 кВ до пуску двигуна;

$Z_{\text{л}}$ – повний опір лінії, Ом;

$Z_{\text{дв}}$ – повний опір двигуна, Ом;

$Z_{\text{тр}}$ – повний опір трансформатора, Ом.

Повні опори визначаються таким чином:

$$Z_{\text{л}} = \sqrt{R_{\text{л}}^2 + X_{\text{л}}^2}; \quad (4.15)$$

$$Z_{\text{дв}} = \frac{U_{\text{дв}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{дв}} \cdot \cos \phi_{\text{дв}}}; \quad (4.16)$$

$$Z_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{тр}} \cdot U_{\text{дв}}^2}{100 \cdot S_{\text{тр}}}; \quad (4.17)$$

де $S_{\text{тр}}$ – потужність трансформатора;

$U_{\text{к}}$ – втрати напруги при короткому замиканні.

Опір лінії:

$$R_{\text{л}} = R_{\text{пл}} + R_{\text{к}} + R_{\text{л}} + R_{\text{дв}} + R_{\text{к}}; \quad (4.18)$$

де $R_{\text{пл}}$ – опір повітряної лінії, Ом;

$R_{\text{к}}$ – опір кабелю від ввідного щита до РПН, Ом;

$R_{\text{л}}$ – опір проводу від розподільчого пристрою до двигуна, Ом;

$R_{\text{к}}$ – опір контактів автоматів та магнітних пускатів, Ом.

Отже, опір лінії:

$$R_{\text{л}} = 1,772 \cdot 0,03 + 0,773 \cdot 0,044 + 1,95 \cdot 0,01 + 1,95 \cdot 0,008 + 0,07 = 0,186 \Omega$$

$$X_{\dot{e}} = X_0 \cdot l_1 = 0,03 \cdot 0,318 + 0,044 \cdot 0,301 = 0,022 \hat{h}$$

$$Z_{\dot{e}} = \sqrt{(0,186)^2 + (0,022)^2} = 0,187 \hat{h}$$

$$Z_{\dot{a}\dot{a}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 415,7} = 0,76 \hat{h}$$

$$Z_{\dot{o}\dot{o}} = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 400 \cdot 40^3} = 0,016 \hat{h}$$

Фактична втрата напруги складає:

$$\Delta U_{\dot{o}\dot{o}\dot{o}} = \Delta U_{\dot{o}\dot{e}} = 5,4 + \left(\frac{0,187 + 0,016}{0,187 + 0,016 + 0,76} \cdot 100 \right) = 26,4\%$$

Звідси маємо:

$$26,4\% < 31,4\%$$

Оскільки умова виконується, то пуск електродвигуна лісопилної рами і нормальна робота раніше увімкнених двигунів буде можливою.

4.5 Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах однофазних та трифазних коротких замикань

Для перевірки надійності спрацювання захисної апаратури визначаємо струм однофазного та трифазного короткого замикання в найбільш віддаленій точці електричного кола.

Перевірку здійснюємо для автоматичного вимикача ВА51Г31-34, $I_{тр} = 50A$, який захищає електродвигун пилорами і розміщений на відстані 100м від електродвигуна.

Умова перевірки автоматичного вимикача [6]:

$$I_{\kappa.з}^{(1)} \geq 3 \cdot I_{\text{відс.розч.}} \quad (4.19)$$

$$I_{\kappa.з}^{(1)} \geq K_z \cdot K_p \cdot I_{\text{відс.розч.}} \quad (4.20)$$

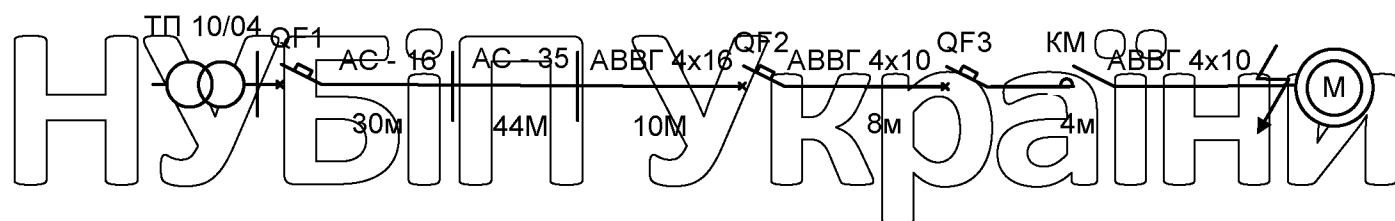


Рис. 4.3 Розрахункова схема для перевірки автоматичного вимикача

Струм однофазного короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{\dot{c}.\dot{z}}^{(1)} = \frac{U_{\delta}}{\frac{Z_{\delta}}{3} + Z_i} \quad (4.21)$$

де Z_m – повний опір трансформатора при замиканні на корпус;

$$Z_m / 3 = 26 / S_i = 26 / 400 = 0,065 \hat{n}$$

Z_H – опір петлі “фаза-нуль”, Ом;

S_H – номінальна потужність, кВА.

$$Z_i = \sqrt{(\sum R_i)^2 + (\sum \tilde{X}_i)^2}, \hat{n} \quad (4.22)$$

де $\sum R_i$ – сума активних опорів петлі фаза-нуль, Ом;

$\sum X_i$ – сума реактивних опорів окремих елементів петлі, Ом.

$$\sum R_i = R_{\delta 1} + R_i + R_{\delta 2} + R_{\delta 3} + R_{\text{внт}}, \quad (4.23)$$

де R_{ϕ} , R_H – активний опір відповідно фазного і нульового проводу;

$R_{\text{внт}}$ – активний опір перехідних контактів, Ом.

$$R_{\delta 1} = Z_0 \cdot I_{\delta i} + Z_{01} \cdot I_{\delta i 1} = 1,772 \cdot 2 \cdot 0,03 + 0,773 \cdot 2 \cdot 0,044 = 0,174 \hat{n} ;$$

$$R_{\delta 2} = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot K_i = 30 \cdot \frac{0,01}{16} \cdot 1,18 = 0,022 \hat{n} ;$$

$$R_{\delta 3} = R_{\delta} = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot K = 30 \cdot \frac{0,008}{10} \cdot 1,18 = 0,028 \hat{n} ;$$

$$R_{\delta 4} = R_{\delta} + \frac{R_i \cdot R_{\delta}}{R_i + R_{\delta}} = 0,03 + \frac{0,012 \cdot 0,033}{0,012 + 0,033} = 0,038 \hat{n} ;$$

$$R_i = R \cdot 0,01 \cdot K_i = 3 \cdot 0,01 \cdot 1,18 = 0,033 \hat{n} ;$$

$$R_{\delta} = \rho \cdot \frac{l}{4} = 30 \cdot \frac{0,004}{4} = 0,03 \hat{n} ;$$

$$R_{\delta 3} = R_{\delta} = \rho \cdot \frac{l}{S} = 30 \cdot \frac{0,004}{10} = 0,012 \hat{n} , \quad (4.24)$$

де ρ – питомий опір алюмінію при постійному струмі і температурі 20°C ,

$\rho = 30 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{км}$;

l – довжина проводу, км;

S – поперечний переріз проводу, мм²;

K_t – температурний коефіцієнт:

$$\hat{E}_t = [1 + \alpha \cdot (t - t_{20})] \hat{h} \quad (4.25)$$

$$K_t = [1 + 0,004 \cdot (65 - 20)] = 1,18,$$

де α – температурний коефіцієнт електричного опору, $\alpha = 0,004$;

t – розрахункова температура металу, $t = 65^\circ\text{C}$;

t_{20} – початкова температура, $t_{20} = 20^\circ\text{C}$.

$$R_{\text{конт}} = 0,015 + 0,025 + 0,03 = 0,07 \text{ Ом}$$

$$\sum R_n = 0,174 + 0,022 + 0,028 + 0,038 + 0,07 = 0,332 \hat{h}$$

$$\sum X_n = 2\tilde{\sigma}' + 2\tilde{\sigma}'' \quad (4.26)$$

де $\tilde{\sigma}'$ – зовнішній індуктивний опір обумовлений взаємодією фазним та нульовим проводом, Ом;

$\tilde{\sigma}''$ – внутрішній індуктивний опір, Ом.

$$\sum X_n = 2 \cdot (0,1451 \text{ гл}_{oi}) + 2 \cdot 0,6R_{20} \quad (4.27)$$

$$\sum X_n = 0,048 + 0,094 = 0,142 \hat{h}$$

Тоді

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_n)^2 + (\sum X_n)^2} = \sqrt{(0,332)^2 + (0,142)^2} = 0,36 \hat{h}$$

Отже, струм однофазного короткого замикання:

$$I_{\hat{\epsilon}\zeta}^{(1)} = \frac{220}{0,065 + 0,36} = 517 \text{ А}$$

Оскільки $I_{\text{к.з.}}^{(1)} \geq 3I_{\text{розч}}$, то $517 > 50 \cdot 3 = 150 \text{ А}$. Умова виконується, тобто

захист від однофазних коротких замикань буде здійснюватися автоматичним вимикачем ВА51Г31-34, який вибраний вірно.

Захисні апарати в мережі 0,38 кВ перевіряють за гранично вимикаючою здатністю за умовою [6]:

де $I_{гр.вим}$ – гранично вимикаюча здатність апарата, А. (4.28)

Перевірку виконуємо для автоматичного вимикача ВА51Г31-34, який захищає електродвигун пилорами.

Струм трифазного короткого замикання визначаємо за формулою:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R_{к})^2 + (\sum X_{к})^2}}, \text{ А}, \quad (4.29)$$

де $U_{л}$ – лінійна напруга, В;

$R_{к}$ і $X_{к}$ – відповідно сума активних і реактивних складових опорів кола трифазного короткого замикання, Ом.

У загальному випадку:

$$\sum R_{к} = R_{Т} + R_{ф}, \text{ Ом}; \quad (4.30)$$

$$\sum X_{к} = X_{Т} + X_{ф}, \text{ Ом}, \quad (4.31)$$

де $R_{Т}$ і $X_{Т}$ – відповідно активна і реактивна складові повного опору трансформатора $Z_{Т}$ при трифазному короткому замиканні, Ом;

$R_{ф}$ і $X_{ф}$ – відповідно активний і реактивний опори проводів до точки короткого замикання, Ом.

Значення параметрів $Z_{Т}$, $R_{Т}$ та $X_{Т}$ визначаємо за формулами:

$$Z_{Т} = \frac{U_{к\%} \cdot U_{л}^2}{100 \cdot S_{н}}, \text{ Ом}; \quad (4.32)$$

$$R_{Т} = \frac{\Delta P_{М} \cdot U_{л}^2}{S_{н}^2}, \text{ Ом}; \quad (4.33)$$

$$X_{Т} = \sqrt{Z_{Т}^2 - R_{Т}^2}, \text{ Ом}, \quad (4.34)$$

де $S_{н}$ – номінальна потужність трансформатора, $S_{н} = 400$ кВА;

$U_{к\%}$ - напруга короткого замикання трансформатора, %;

$\Delta P_{М}$ – втрати короткого замикання трансформатора, кВт.

НУБІП України

$$Z_T = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 400 \cdot 10^3} = 0,016 \hat{h} ;$$

$$R_T = \frac{5500 \cdot 400^2}{400000^2} = 0,005 \hat{h} ;$$

$$\tilde{O}_0 = \sqrt{(0,016)^2 - (0,005)^2} = 0,015 \hat{h} .$$

Струм трифазного короткого замикання на вводі в розподільчий пристрій:

$$I_{\epsilon\epsilon}^{(3)} = \frac{U_{\tilde{e}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R_{\tilde{e}})^2 + (\sum \tilde{O}_{\tilde{e}})^2}} \quad (4.35)$$

$$\sum R_{\tilde{e}} = R_{\tilde{c}} + R_{\tilde{a}} = 0,005 + 0,03 \cdot 1,77 + 0,044 \cdot 0,77 + 0,01 \cdot 1,9 + (0,025 + 0,015) = 0,165 \hat{h}$$

$$\sum X_{\kappa} = X_T + X_{\phi} = 0,015 + 0,048 = 0,063 \text{ Ом} .$$

Тоді струм трифазного короткого замикання

$$I_{\kappa\kappa}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,165)^2 + (0,063)^2}} = 1321 \text{ А} ,$$

$$i_{y0} = \sqrt{2} \cdot I_{\kappa\kappa}^{(3)} = 1,41 \cdot 1321 = 1849 \text{ А} .$$

Оскільки $I_{\text{гр.вим}} = 5 \text{ кА}$, то маємо: $5 > 1849 \text{ А}$.

Отже, вибраний автоматичний вимикач задовольняє умову перевірки за гранично-вимикальною здатністю.

Аналогічно виконуємо перевірку інших автоматичних вимикачів.

РОЗДІЛ 5

ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ І ТЕХНІЧНОЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

5.1 Заходи з монтажу і налагодження електрообладнання

Монтаж силового електрообладнання, освітлювальних установок, внутрішніх електричних проводок і систем автоматики у виробничих приміщеннях виконується відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок, Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, будівельних норм і правил.

Електромонтажні роботи виконуються в два етапи. На першому етапі проводяться підготовчі роботи з установки деталей в будівельних конструкціях, підготовка трас електропроводок і заземлень. На другому етапі виконуються роботи з монтажу електрообладнання, прокладка електромереж головними трасами, підключення проводів і кабелів до електрообладнання, підключення розподільчих пристроїв, освітлювальних щитів.

Пусконалагоджувальні роботи передбачають організаційно – технічну підготовку комплектування обладнання, випробування, налагодження, доведення до проєктної потужності тощо.

Організаційно – технічна підготовка складає 10 – 15 % від загальної трудомісткості робіт.

На заключному етапі налагоджувальних робіт складають технічний звіт, який містить пояснювальну записку, протоколи, схеми, креслення та інші документи, оформлені при пуско-налагоджувальних випробуваннях, а також рекомендації з найбільш ефективного застосування обладнання з урахуванням конкретних умов.

Монтаж і налагодження вважається закінченим, якщо обладнання протягом 48 годин працювало під навантаженням відповідно з проєктом.

5.2 Визначення об'ємів робіт з експлуатації електрообладнання

Обслуговування енергетичного обладнання на фермі здійснюється електротехнічною службою, чисельність якої визначається із об'єму робіт в умовних одиницях. Розрахунок об'єму робіт з експлуатації електрообладнання на відгодівельній фермі в умовних одиницях наведений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1
Об'єм робіт з експлуатації електрообладнання на відгодівельній фермі ВРХ в умовних одиницях

Назва електротехнічного обладнання	Одиниця вимірювання	Перевідний коефіцієнт	Кількість обладнання	Кількість умовних одиниць
1. Закритий трансформаторний пункт з одним трансформатором потужністю 100 кВА і вище.	1 пункт	2,5	1	2,5
2. Розподільчі пункти, щити управління напругою до 1000 В на тваринницьких фермах і в інших виробничих приміщеннях.	1 приєднання	0,5	58	29
3. Електрокалорифери до 40кВт	1 установка	3,16	4	12,6
4. Електроприводи стаціонарних пересувних сільськогосподарських машин і установок: 3 електро-двигунами потужністю до 10 кВт.	1 двигун	0,61	89	54,3
5. Електроприводи, з приладами автоматичного управління електродвигунами потужністю від 10 кВт і вище.	1 двигун	1,13	2	2,26
6. Світильник для опромінення тварин.	1 приєднання	0,66	4	2,64
7. Внутрішні силові і освітлювальні проводки на тваринницьких фермах і в інших виробничих приміщеннях.	100 м ² площі приміщ.	0,5	144,85	72,4
8. Електроосвітлювальні установки і світильники.	На 10 світ.	1,4	168,0	235,2
9. Зовнішнє освітлення.	10 світ.	1,35	3,0	4,05
10. Синхронні компенсатори і батареї статичних конденсаторів.	1 шт.	1,84	1	1,84
11. Всього по господарству				419,9

Загальна кількість електромонтерів, що обслуговують ферму [2]:

$$N_{\text{заг}} = \frac{A_{\text{заг.}}}{100}, \quad (5.1)$$
 де $A_{\text{заг.}}$ – об'єм робіт з обслуговування електрообладнання в умовних одиницях, $A_{\text{заг.}} = 419,9$ у.о.

100 – середньорічне навантаження на одного електромонтера, у.о.

$$N_{\text{ста}} = \frac{419,9}{100} = 4,19.$$
 Для обслуговування електроустановок необхідно 4 електромонтера, один із них старший.

Енергетичну службу на фермі очолює інженер-електрик, згідно зі штатним нормативом спеціалістів у господарстві.

Для забезпечення правильної технічної експлуатації в сільському господарстві прийнята система ПЗРЕсг, яка забезпечує високу культуру експлуатації електрообладнання, його працездатність і надійність.

За розробленими графіками проводиться огляд, технічне обслуговування та капітальний ремонт. Терміни для проведення технічного обслуговування визначаються характером навколишнього середовища і конструктивними особливостями обладнання.

При складанні графіків ТО і ПР враховані такі вимоги:

1. Технічне обслуговування повинні проводитися як правило під час перерви в роботі електрообладнання.
2. Поточний ремонт повинен здійснюватися в залежності від габаритів з попереднім демонтажем або без нього.

Затрати праці на технічне обслуговування[2]:

$$Q_{\text{ТО}} = n_1 g_1 m_1 + n_2 g_2 m_2 + \dots + n_p g_p m_p, \quad (5.2)$$
 де n – кількість електрообладнання по типах;

g – затрати праці на технічне обслуговування;

m – кількість ТО.

$$N_{\text{заг}} = \frac{A_{\text{заг.}}}{100}, \quad (5.1)$$

Таблиця розрахунку річних затрат праці на виконання ТО і ПР енергетичного обладнання

Категорія приміщення за умовами навколишнього середовища	Характеристика обладнання				Трудомісткість виконання		Кількість запланованих на рік		Річні затрати праці на виконання, люд.год/рік.	
	Тип	Синхр частот оберт. хв. ⁻¹	Потужність, кВт. до...	Кіль-ть шт.	ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
Запилені і сирі	АИР	3000	22	1	0,7	5,6	4	1	32,9	22,4
	АИР	1500	1,1	8	0,3	3,9	4	1	9,6	31,2
	АИР		1,5	22	0,4	4,3	4	1	35,2	94,6
	АИР		2,2	11	0,4	4,3	4	1	17,6	47,3
				3	8	0,4	4,3	4	1	12,8
Особливо сирі з хімічно активним середовищем			5,5	8	0,5	4,8	4	1	16	38,4
	АИР		11	9	0,6	5,4	4	1	2,4	5,4
	АИР		0,37	16	0,3	4,0	4	1	19,2	64
	АИР	1000	1,1	16	0,3	4,1	4	1	19,2	65,6
	ПЕДВ			2,8	1	0,2	7,4	4	1	0,8
Всього									166	410,7

Продовження табл. 5.2

Категорія приміщення за умовами навколишнього середовища (запилені, особливо сирі з хімічно-активним середовищем)	Дані про апарати. Номінальний струм А	Кількість шт.	Трудомісткість виконання чол. год.		Кількість запланованого на рік.		Річні трудові затрати на виконання чол. год/рік	
			ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
Пускачі електромагнітні	до 3	54	0,21	1,36	12	1	136,08	73,44
Вимикачі автоматичні триполюсні	до 10	26	0,26	1,51	12	1	81,12	39,26
Арматура світлосигнальна	до 25	40	0,28	1,58	12	1	134,4	63,2
Кнопки управління	до 50	5	0,3	1,91	12	1	18	9,55
Реле теплові триполюсні	до 50	150	0,25	1,75	12	1	450	262,5
Перемикачі універсальні до 4-х секцій	до 100	24	0,3	2,0	12	1	86,4	48
	-	20	0,05	-	12	1	12	-
	-	350	0,02	-	12	1	84	-
	-	105	0,2	0,65	12	1	252	68,25
	-	18	0,2	0,7	12	1	43,2	12,6
Всього:							1297	576,8

Продовження табл. 5.2

Категорія приміщення	Дані про обладнання	Кількість груп.	Кількість розп. пристр. шт.	Трудомісткість виконання		Кількість запланованого на рік.		Річні трудові затрати на виконання люд. год/рік		
				ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР	
										люд. год.
Сухі, вологі	З'єднання силові з ввідним рубильником	4	1	0,36	5,4	4	0,5	1,44	2,7	
		6	5	0,48	7,2	4	0,5	9,6	18	
	Пильні і сирі.	Щитки освітлювальні	2	2	0,2	3	4	0,5	1,6	3
			6	2	0,36	5,4	4	0,5	2,88	5,4
			8	2	0,44	6,6	4	0,5	3,52	6,6
			4	1	0,28	4,2	4	0,5	1,12	2,1
Особливо сирі	З'єднання силові з ввідним рубильником	6	10	0,48	7,2	8	1	38,04	72	
		4	2	0,36	5,4	8	1	5,76	10,8	
	хімічно-активним середовищем	Щитки освітлювальні	6	4	0,36	5,4	8	1	11,52	21,6
			12	3	0,6	9	8	1	14,4	27
			2	2	0,2	3	8	1	3,2	6
Всього:							93,08	175,2		

Продовження табл. 5.2

Категорія приміщення	Дані про проводку Спосіб прокладання, кількість проводів, площа поперечного перерізу, мм ²	кількість Довжина тис. м.	Трудомісткість виконання		Кількість запланованого на рік.		Річні трудові затрати на виконання люд. год/рік	
			ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
			люди год.		рік.		год/рік	
Сирі і пильні	Провід АВТВ 2(1* 2,5) трос	0,248	4,2	66	2	0,5	2,08	8,2
	Провід АПВ 4(1 * 2,5) труба	0,26	4,2	66	2	0,5	2,18	8,58
Сухі і вологі	Провід АПВ (3 * 10 + 1 * 4) труба	0,01	5,0	75	2	0,5	0,01	0,15
	Провід АПВ 2 (1* 2,5) скр.	0,351	3,6	54	2	0,5	2,52	9,47
Особливо сирі з хімічно активним середовищем	Провід АПВ 3 (1* 2,5) скр.	0,107	3,6	54	2	0,5	0,77	2,88
	Провід АПВ 2 (1* 2,5) труба	6,285	1,2	18	3	0,66	22,6	74,7
	Провід АПВ 1 (4 * 4) труба	2,4	1,2	18	3	0,66	8,64	28,5
	Провід АПВ 1 (4 * 2,5) труба	0,576	1,2	18	3	0,66	2,07	6,8
	Кабель АВРГ 1 (4* 2,5) труба	6,532	4,2	66	3	0,66	82,3	284,5
	Кабель АВРГ 1 (3 * 2,5) труба	3,75	4,2	66	3	0,66	47,25	163,35
Всього:							170,4	587,1

Затрати праці на поточний ремонт[2]:

$$Q_{TP} = n_1 \cdot g'_1 \cdot m_1 + n_2 \cdot g'_2 \cdot m_2 + \dots + n_n \cdot g'_n \cdot m_n, \quad (5.3)$$

де g'_1, g'_2, g'_n - затрати праці на ПР одиниці електрообладнання.

Загальні затрати праці:

$$Q_{заг.} = Q_{ТО} + Q_{TP}, \quad (5.4)$$

$$Q_{заг.} = Q_{ТО} + Q_{TP} = 1726,48 + 1749,8 = 3476,28 \text{ люд.год.}$$

Таблиця 5.3

Зведена таблиця розрахунку затрат праці на виконання ТО і ПР

електрообладнання

Тип обладнання.

Річні затрати праці люд. год/рік.

	Річні затрати праці люд. год/рік.	
	ТО	ПР
1. Електродвигуни.	166	410,7
2. Апарати керування і захисту.	1297	576,8
3. Внутрішні електропроводки.	170,4	587,1
4. Низьковольтні розподільчі пристрої.	93,08	175,2
5. По всіх видах обладнання		
окремо по ТО і ПР	1726,48	1749,8
Всього	3476,28	

Кількість електромонтерів групи ремонту визначають за формулою:

$$N_{ем.р.} = \frac{Q_{заг.}}{N \cdot t}, \quad (5.5)$$

де N - кількість робочих днів в році, $N = 270$;

t - тривалість робочого дня, $t = 8$ год.

$$N_{аі.о.} = \frac{3476,3}{270 \cdot 8} = 1,6.$$

Приймаємо 2 електромонтера групи ремонту.

Кількість електромонтерів групи експлуатації.

$$N_{\text{ем.}} = N_{\text{ем.}} - N_{\text{ем.р.}} = 4 - 2 = 2. \quad (5.6)$$

5.3 Організація обліку і раціонального використання електроенергії

Облік електроенергії необхідний для фінансового розрахунку за споживану енергію. Він дає можливість аналізувати її споживання, визначати економічну ефективність і причини її перевитрат. Для розрахунку за електроенергію з електропостачальною компанією користуються необхідними приладами обліку. Облік електроенергії на фермі здійснюється трифазними лічильниками активної енергії типу СА4У-И672М з трансформаторами струму ТК-20, 600/5. Прилади обліку встановлені на трансформаторних підстанціях 10/0,4 кВ.

Для економії електричної енергії на відгодівельній фермі доцільно проводити комплекс таких заходів:

1. Обмеження холостого ходу електродвигунів.
2. Періодичний контроль завантаження електродвигунів і при недовантаженні заміна їх на двигуни меншої потужності.
3. Своєчасне технічне обслуговування.
4. Автоматизація управління виробничими процесами і вуличним освітленням.
5. Вдосконалення методів визначення рівня споживання електроенергії на перспективу.

Одним із методів раціонального використання електроенергії є компенсація реактивної потужності з використанням конденсаторної установки.

Реактивна потужність після компенсації розраховується за формулою:

$$Q_{\text{опт.}} = Q_{\text{max.}} - P \cdot \text{tg}\varphi_{\text{опт.}} \quad (5.7)$$

де $Q_{\text{max.}}$ – максимальна реактивна потужність, кВАр;

P – розрахункова активна потужність, кВт;

$\text{tg}\varphi_{\text{опт.}}$ – tg кута зсуву фаз.

$$\text{tg}\varphi_{\text{опт.}} = \frac{K \cdot 3 \cdot U_{\text{н}}^2}{2 \cdot B \cdot R_x \cdot P \cdot 4} \quad (5.8)$$

де K – коефіцієнт амортизаційних відрахувань, $K = 0,063$;

z_e – витрати на компенсаційний прилад, $z_e = 12$ грн./квар;

B – тариф на електроенергію, $B = 0,2436$ грн/кВт·год;

R – приведений опір елементів мережі до напруги 0,4 кВ;

$ч$ – число годин найбільших втрат, $ч = 2500$ год.

Приведений опір елементів мережі:

$$R = R_T + R_{л10}, \quad (5.9)$$

де R_T – активна складова повного опору трансформатора;

$R_{л10}$ – опір ліній електропередач 10 кВ, приведений до напруги 0,4 кВ.

Активний опір трансформатора:

$$R_T = \frac{\Delta R_m \cdot U_{л}^2}{S_n^2} \text{ Ом}, \quad (5.10)$$

де ΔR_m – втрати короткого замикання трансформатора, $\Delta R_m = 5500$ Вт;

S_n – номінальна потужність трансформатора $S_n = 400$ кВА.

$$R_T = \frac{5500 \cdot 400^2}{400^2 \cdot 10^6} = 0,005 \text{ Ом}$$

Визначимо активний опір мережі 10 кВ, приведений до напруги 0,4 кВ. Для

ліній 10 кВ, виконаної проводом А50, $r_0 = 0,58$ Ом/км, довжина лінії 4,2 км.

$$R_{л10} = r_0 \cdot l = 4,2 \cdot 0,58 = 2,44 \text{ Ом}. \quad (5.11)$$

Приведемо активний опір лінії 10 кВ до напруги 0,4 кВ:

$$R_{л.} = R_{л10} \left(\frac{U_{0,4}}{U_{10}} \right)^2 = 2,44 \left(\frac{0,4}{10} \right)^2 = 0,0039 \text{ Ом}. \quad (5.12)$$

Розрахуємо сумарний опір лінії і трансформатора:

$$R = R_T + R_{л.} = 0,0039 + 0,0005 = 0,0089 \text{ Ом}.$$

Тоді

$$\text{tg} \varphi_{\text{опт.}} = \frac{0,063 \cdot 12 \cdot 400^2}{2 \cdot 0,02436 \cdot 0,0089 \cdot 2500 \cdot 300 \cdot 10^3} = 0,56.$$

$$Q_{\text{max.}} = S \cdot \sin \varphi = 400 \cdot 0,66 = 264 \text{ кВАр}. \quad (5.13)$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 400 \cdot 0,75 = 300 \text{ кВт}. \quad (5.14)$$

$$Q_{\text{опт.}} = Q_{\text{max.}} \cdot P \cdot \text{tg} \varphi_{\text{опт.}} = 264 - 300 \cdot 0,56 = 96 \text{ кВАр}. \quad (5.15)$$

Вибраємо конденсаторну установку ККУ-0,38-III, потужністю 160 кВАр, яка встановлюється безпосередньо біля трансформаторної підстанції в спеціальній шафі. Підключення батареї здійснюється через автоматичні вимикачі ліній.

5.4 Визначення втрат електроенергії в трансформаторах і мережі

0,38 кВ

Річні втрати електроенергії в споживчій трансформаторній підстанції визначаються за формулою:

$$\Delta W_{\text{тр.}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_0 + K_{\phi}^2 \cdot \rho^2 \cdot P_{\text{ез.}} \cdot T_0, \quad (5.16)$$

де $\Delta P_{\text{хх}}$ – втрати холостого ходу трансформатора, $P_{\text{хх}} = 0,95$ кВт;
 K_{ϕ} – коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора, $K_{\phi} = 1,05$;
 ρ – коефіцієнт завантаження трансформатора:

$$\rho = \frac{W}{S_{\text{н}} \cdot \cos \phi \cdot T_0}, \quad (5.17)$$

де $S_{\text{н}}$ – номінальна потужність трансформатора, $S_{\text{н}} = 400$ кВА;
 T_0 – число годин роботи трансформатора за розрахунковий період;

$$T_0 = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

W – кількість електроенергії, що споживається в рік, кВт·год.;

$$W = P_{\text{max}} \cdot T_{\text{max}}, \quad (5.18)$$

де T_{max} – час використання максимального навантаження, год.

Для трансформатора, потужністю $S_{\text{н}} = 400$ кВА, $T_{\text{max}} = 2200$ год.

$$W = 227,2 \cdot 2200 = 499840 \text{ кВт·год.}$$

$$\rho = \frac{499840}{400 \cdot 0,75 \cdot 8760} = 0,19$$

$$\Delta W_{\text{тр.}} = 0,82 \cdot 8760 + 1,05^2 \cdot 0,19^2 \cdot 3,3 \cdot 8760 = 8333,7 \text{ кВт·год/рік.}$$

5.5 Збитки від перерви в електропостачанні на відгодівельній фермі

ВРХ

За надійністю електропостачання відгодівельна ферма ВРХ відноситься до 2 категорії, де тривалість перерви в електропостачанні при планових відключеннях не повинна перевищувати 3,5 годин. Протягом доби допускаються повторні планові відключення через 2 години. При цьому планові відключення не допускаються під час роботи електрифікованих кормороздавачів. Збитки від перерви електропостачання складаються з простого електрообладнання, робочої сили, зриву виробництва продукції, її пошкодження, загибелі тварин, зниження їх продуктивності.

Для визначення збитків у господарстві ведеться „Журнал відключень електропостачання організацією” в якому вказується дата і час відключення, кількість енергії, електричної, фактичні збитки, нанесені господарству через простий електрообладнання.

Збитки від перерв у електропостачанні визначаються за формулою:

$$Y = y \cdot x \cdot t, \quad (5.19)$$

де Y – величина збитків, грн.;

y – питомі збитки 0,36 грн/гол. год

x – кількість тварин, $x = 1000$ голів;

t – час перерви електропостачання, $t = 3,5$ год.

$$Y = 0,36 \cdot 1000 \cdot 3,5 = 1260 \text{ грн.}$$

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз стану охорони праці на відгодівельній фермі ВРХ

Заходи з охорони праці на відгодівельній фермі СВК «Деснянський» проводяться на основі річного плану номенклатурних заходів з охорони праці. Ведеться паспорт санітарно – технічного стану і наявності засобів охорони праці, журнал інструктажу з техніки безпеки. На робочих місцях знаходяться плакати та інструкції з техніки безпеки.

Безпосереднє управління розробкою і проведенням заходів з безпеки праці, а також контроль за дотриманням трудового законодавства є обов'язками інженера з охорони праці і головних спеціалістів.

6.2 Безпечність відгодівельної ферми ВРХ

6.2.1 Визначення класів виробничих зон і категорії приміщень

Класи виробничих зон і категорії приміщень представлені у таблиці 6.1. Із неї випливає, що деякі приміщення ферми за умов навколишнього середовища відносяться до сирих і особливо сирих приміщень з хімічно – активним середовищем, у яких відносна вологість перевищує 75%. В повітрі знаходяться пари аміаку, які здійснюють руйнівну дію на ізоляцію проводів. Для видалення з приміщень аміаку і вологи передбачена припливно-витяжна вентиляція.

6.2.2 Визначення потенційно – небезпечних частин електроустановок

У телятнику при експлуатації електрообладнання повинні дотримуватись такі умови і вимоги:

1. марка і переріз нульового проводу в лінії 380/220 В, яка живить телятник вибирається такого ж перерізу як і фазних проводів;

Таблиця 6.1

Класи виробничих зон і категорії приміщень

За навколишнім середовищем	За ступеню раження електро-струмом	За блискавкозахис-том	Клас приміщення за пожежонебезпечкою	Клас приміщення за вибухонебезпечкою	Клас за ступенем вогнестій-кості	За ступенем займання матеріалу	Найменування приміщень
Сухо опалене	Без підв. небезпеки	III	II-II	B-IIa	II	Важко згор.	Адмінспоруда з санітарним пропускником
Особливо сире з хімічно акт. середов.	Особ. неб	III	II-II	B-IIa	II	Важко зг.	Телятник на 280 голів
Сухо	Без підв.	III	II-II	B-IIa	II	Важко зг.	Будівля приймання худоби
Сире	З підв.неб	III	II-II	B-IIa	II	Важко зг.	Хлів сіна на 200 голів
Сухо опалене	Без підв. небезп.	III	II-II	B-IIa	II	Важко зг.	Вагове з перехідним коридором
							Дезинфекційна площадка з обігрівом

2. з метою захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом металічні частини установок, які можуть бути під напругою внаслідок порушення ізоляції, заземляються і зануляються;

3. з метою забезпечення електробезпеки телят передбачається установка обладнання для вирівнювання електричних потенціалів у стійловому приміщенні. Обладнання для вирівнювання електричних потенціалів складається з повздожніх металічних провідників діаметром 6 мм, які закладаються у кожному ряді розміщення тварин під передніми ногами.

6.2.3 Визначення шкідливих і небезпечних факторів виробництва

Шкідливі і небезпечні фактори виробництва на відгодівельній фермі ВРХ представлені у таблиці 6.2.

6.3 Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на

відгодівельній фермі ВРХ

На фермі передбачається куточок з охорони праці. Для обслуговуючого персоналу передбачені побутові приміщення. Весь персонал ферми оснащений спецодягом.

Для безпечної роботи обслуговуючого персоналу передбачено заземлення електроустановок.

Передбачено відключення пошкоджених ділянок автоматичними вимикачами при пошкодженні ізоляції.

Для запобігання травм і нещасних випадків всі обертові деталі і вузли механізмів огорожують захисними кожухами і сіточними огороженнями.

В кімнатах для відпочинку і на робочих місцях передбачаються аптечки для надання першої допомоги.

6.4 Розрахунок потреби та вибір захисних засобів

Передбачається забезпечення обслуговуючого персоналу від ураження електричним необхідними засобами захисту відповідно до вимог ПТЕ і ПБЕЕС.

У таблиці 6.3 наведені результати розрахунків захисних засобів.

Таблиця 6.3
Розрахунок необхідної кількості захисних засобів для відгодівельної ферми

ВРХ

Найменування	Марка, тип	Од.вимірюв.	Кількість
Вказівник напруги	ВНН-1	шт.	4
Діелектричні рукавички		пар	4
Комплект інструментів	МН-64	комплект	4
Заземлення переносні для ВА-10кВ	ШЗП-1	комплект	2
Плакати і знаки безпеки		комплект	6
Діелектричні боти		пар	4
Діелектричний ковбик		шт.	6
Респіратор	У-2К	шт.	4
Очки захисні	033-9	шт.	4
Пояс захисний	ПЄ-1	шт.	4
Універсальні кігті лазів		пар	4
Шоломи захисні		шт.	4

6.5 Заземлення та захисні заходи електробезпеки

Розрахункові дані для Київської області:

- питомий опір першого шару ґрунту $\rho_1 = 250 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- питомий опір другого шару ґрунту $\rho_2 = 80 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- глибина залягання першого шару $h_1 = 4 \text{ м}$.

Еквівалентний опір ґрунту визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot \ell}{\rho_1 (t_1 + k \cdot \ell - h_1) + \rho_2 (h_1 - t_1)}, \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (6.1)$$

де k – коефіцієнт, при $\rho_1 > \rho_2$ $k = 1$;

ℓ – довжина стержнів, $\ell = 6$ м;

t_1 – висота заглиблення, $t_1 = 0,8$ м.

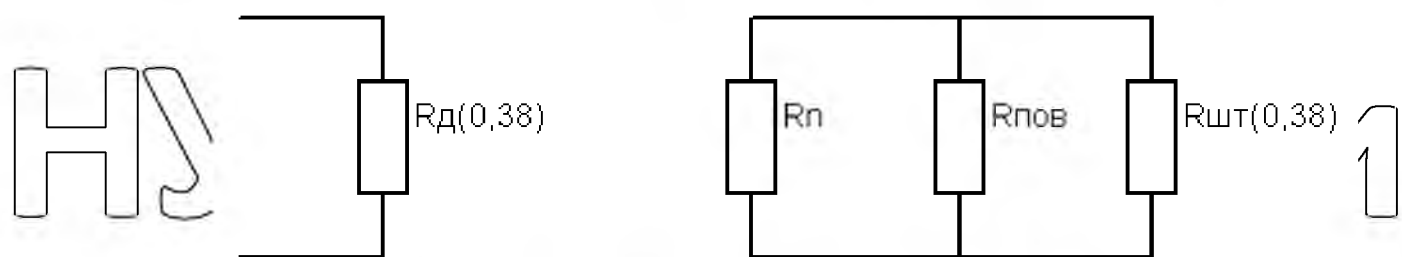
$$\rho_{\text{екв}} = \frac{250 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 6}{250(0,8 + 1 \cdot 6 - 4) + 80(4 - 0,8)} = 337,35 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Оскільки еквівалентний опір ґрунту більший 100 Ом, то допустимий опір

допускається збільшувати в $\rho/100$ раз. Приймаємо

$$R_{\text{д}} = 4 \cdot 3,37 = 13,48 \text{ Ом}$$

Схема заміщення заземлюючого пристрою наведена на рисунку 6.1



6.1. Схема заміщення лінії 0,38 кВ

Опір природного заземлювача визначаємо за формулою:

$$R_{\text{пр}} = 0,5 \frac{\rho_{\text{екв}}}{\sqrt{S}}, \text{ Ом} \quad (6.2)$$

де S – площа фундаменту, $S = 50$ м²

$$\rho_{\text{екв}} = \rho_1 \left(1 - e^{-\frac{\alpha \cdot \ell}{\beta}}\right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\frac{\alpha \cdot \ell}{\beta}}\right) \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (6.3)$$

де α, β – відповідно при $\rho_1 > \rho_2$; $\beta = 0,1, \alpha = 3,6$.

$$\rho_{\text{екв}} = 250 \left(1 - e^{-\frac{3,6 \cdot 6}{0,1}}\right) + 80 \left(1 - e^{-\frac{0,1 \cdot 6}{3,6}}\right) = 425,52 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R_{\text{пр}} = 0,5 \frac{425,52}{\sqrt{50}} = 30,1, \text{ Ом}$$

Опір повторних заземлень ліній, які відходять від ТП, розраховуємо відповідно до схеми повітряних ліній (рис. 6.2).

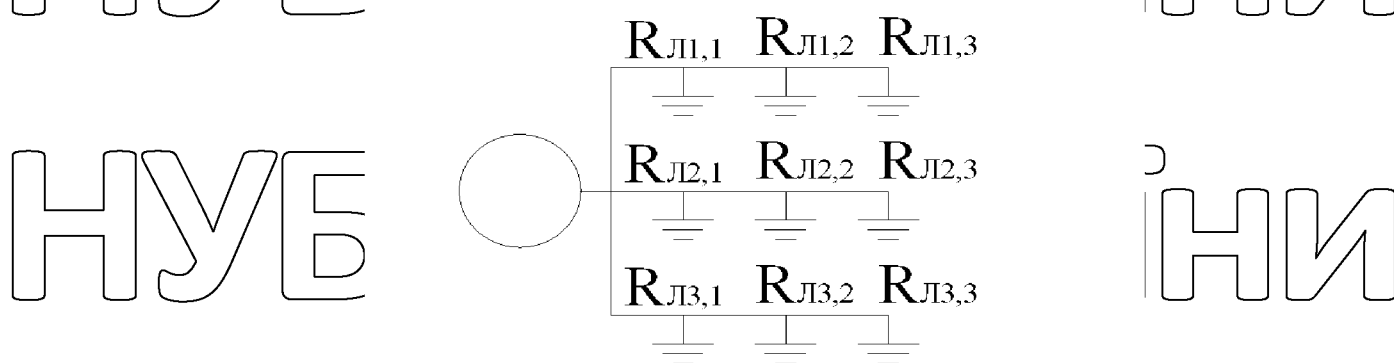


Рис. 6.2 Схема повітряних ліній відгодівельної ферми ВРХ

$$R_{Л1,1}=R_{Л1,2}=R_{Л1,3}=R_{Л2,1}=R_{Л2,2}=R_{Л2,3}=R_{Л3,1}=R_{Л3,2}=R_{Л3,3}=30 \frac{\rho_{\text{екв}}}{100} = 101,1 \text{ Ом.}$$

$$R_{Л1}=R_{Л2}=R_{Л3}=10 \cdot \frac{\rho_{\text{екв}}}{100} = 33,7 \text{ Ом.}$$

Загальний опір повторного заземлення визначасмо по всіх лініях, які відходять від ТП.

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_{Л1}} + \frac{1}{R_{Л2}} + \frac{1}{R_{Л3}} \text{ Ом} \quad (6.4)$$

$$R_{Л1} = \frac{101,1}{3} = 33,7 \text{ Ом}; R_{Л2} = \frac{101,1}{3} = 33,7 \text{ Ом}; R_{Л3} = \frac{101,1}{3} = 33,7 \text{ Ом.}$$

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{33,7} + \frac{1}{33,7} + \frac{1}{33,7} = 0,09 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{0,09} = 11,11 \text{ Ом.}$$

Сумарний опір природного і повторного заземлення визначасмо за формулою:

$$R_{\Sigma \text{екв}} = \frac{R_{\text{пр}} \cdot R_{\Sigma}}{R_{\text{пр}} + R_{\Sigma}}, \text{ Ом.} \quad (6.5)$$

$$R_{\Sigma \text{екв}} = \frac{30,1 \cdot 11,11}{30,1 + 11,11} = 8,11 \text{ Ом.}$$

де k_c – коефіцієнт сезонності, що враховує збільшення опору від пори року, $k_c = 1,5$;
 d – діаметр стержня, $d = 0,012$ м;
 ℓ – довжина стержня, $\ell = 6$ м;

h – відстань від поверхні землі до середини стержня, м.

$$h = 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 3,8 \text{ м.}$$

$$R_{\text{ст.}} = \frac{337,35 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \left(\ln \frac{2 \cdot 6}{0,012} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 3,8 + 6}{4 \cdot 3,8 - 6} \right) = 98,44 \text{ Ом.}$$

Провідність вертикального стержня визначаємо за формулою:

$$g_{\text{в.}} = \frac{1}{R_{\text{ст.}}} \text{ См} \quad (6.10)$$

$$g_{\text{в.}} = \frac{1}{98,44} = 0,01 \text{ См.}$$

Кількість вертикальних стержнів визначаємо за формулою:

$$n_{\text{в.}} = \frac{R_{\text{ст.}}}{R_{\text{шт.}}}, \text{ шт} \quad (6.11)$$

$$n_{\text{в.}} = \frac{98,44}{23,83} = 4,13 \text{ шт}$$

Приймаємо чотири стержні $n_{\text{в.}} = 4$ шт.

Опір горизонтальних стержнів визначаємо за формулою:

$$R_{\text{г}} = \frac{k_{\text{с.г}} \cdot \rho_{\text{екв.г}}}{2 \cdot \pi \cdot \ell_{\text{г}}} \cdot \lg \frac{2 \cdot \ell_{\text{г}}^2}{b \cdot t}, \text{ Ом} \quad (6.12)$$

де b – ширина смуги зв'язку, $b = 0,04$ м;
 $\ell_{\text{г}}$ – довжина смуги зв'язку, $\ell_{\text{г}} = 40$ м;
 $\rho_{\text{екв.г}}$ – знаходимо за допомогою методу інтерполяції за допомогою графіків.

$$X = \frac{1,8 - 0,72}{5 - 3} (3,5 - 3) + 1,72 = 1,74; \quad X = \frac{1,74 - 1,48}{2 - 1} (1,6 - 1) + 1,48 = 1,636;$$

$$\rho_{\text{екв.г}} = 1,636 \cdot \frac{\rho_{\text{екв.г}}}{\rho_2} = 1,636.$$

$$\rho_{\text{екв.г}} = 1,636 \cdot 80 = 130,88 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R_{\text{г}} = \frac{2 \cdot 130,88}{2 \cdot 3,14 \cdot 40} \cdot \ln \frac{2 \cdot 40^2}{0,04 \cdot 0,8} = 41,97 \text{ Ом}$$

Провідність горизонтального заземлювача визначаємо за формулою:

$$g_{\text{г}} = \frac{1}{R_{\text{г}}} = \frac{1}{41,97} = 0,024 \text{ См} \quad (6.13)$$

Опір штучного заземлення визначаємо за формулою:

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{\eta(\rho_{\text{в}} \cdot g_{\text{в}} + g_{\text{г}})}, \text{ Ом} \quad (6.14)$$

де η – коефіцієнт використання заземлення.

Коефіцієнт використання заземлення для заземлювача у вигляді гребінки визначаємо за формулою:

$$\eta = B_1 \cdot n^{-\sqrt{B}}, \quad (6.15)$$

$$B_1 = 0,88 \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{0,0645} = 0,88 \cdot 1,6^{0,0645} = 0,91$$

$$\sqrt{B} = 0,242 \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{-0,083} = 0,242 \cdot 1,6^{-0,083} = 0,232$$

$$\eta = 0,91 \cdot 4^{-0,232} = 0,66.$$

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{0,66 \cdot (4 \cdot 0,01 + 0,024)} = 23,67 \text{ Ом}.$$

Оскільки $23,67 \text{ Ом} < 23,83 \text{ Ом}$, то розраховане заземлення на ТП задовольняє умові розрахунку.

6.6 Блискавкозахист будівель і споруд

На території відгодівельної ферми ВРХ блискавкозахист передбачається встановлювати на телятниках та кормоцеху. Виконаємо розрахунок

блискавкозахисту для телятника. На даній споруді улаштований блискавкозахист категорії III із зоною захисту Б, що має ступінь надійності 35% і вище.

Блискавкозахист здійснюється за допомогою одиночного тросового блискавковідводу – пристрою, утвореного горизонтальним тросом, закріпленим на двох опорах, на кожній з яких прокладається струмовідвід, що приєднується до окремого заземлювача.

З урахуванням стріли провисання тросу перерізом 30-50 мм² при відомій висоті $h_{\text{оп.}}$ і довжині прольоту $a < 120$ м висота тросу $h = h_{\text{оп.}} - 2$.

Розміри зони захисту одиночного тросового блискавковідводу типу Б:

$$h_0 = 0,92 \cdot h, \text{ м} \quad (6.16)$$

де $h = h_{\text{оп.}} - 2 = 10 - 2 = 8$ м.

$$h_0 = 0,92 \cdot 8 = 7,36 \text{ м.}$$

Межі зони захисту на рівні землі визначаємо за формулою:

$$r_0 = 1,7 \cdot h, \text{ м} \quad (6.17)$$

$$r_0 = 1,7 \cdot 8 = 13,6 \text{ м.}$$

Межі зони захисту на рівні h_x визначаємо за формулою:

$$r_x = 1,7 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right), \text{ м} \quad (6.18)$$

де h_x – висота споруди, $h_x = 5,1$ м.

$$r_x = 1,7 \left(8 - \frac{5,1}{0,92} \right) = 4,18 \text{ м.}$$

Блискавковідвід складається з блискавкоприймача, струмовідводу і заземлювача.

Опори тросових блискавковідводів виконуємо із кутникової сталі товщиною 8 мм.

6.7 Система протипожежного захисту

Протипожежна профілактика поділяється на організаційну і технічну.

На відгодівельній фермі ВРХ передбачені такі організаційні заходи:

- створення добровільної пожежної дружини;
- проведення масової роз'яснювальної роботи серед робітників ферми.

До технічних засобів відносять:

– застосування електрообладнання, апаратури керування і захисту відповідно до умов оточуючого середовища;

– передбачають блискавкозахист будівель;

– передбачають протипожежну ємність для ліквідації пожежі;

– біля входів у виробничі приміщення встановлюють пожежні щитки, укомплектовані інвентарем.

Пожежі в електроустановках, що знаходяться під напругою необхідно гасити ручними або перевізними вуглекислотними вогнегасниками.

Застосування пінних вогнегасників заборонено, так як піна і піноутворювачі розчини проводять електричний струм.

При гасінні пожежі струменем води бризок повинен бути надійно заземленим гнучким багатожильним мідним проводом перерізом не менше 10 мм².

Таблиця 6.4

Пристрої і засоби пожежогасіння на відгодівельній фермі

Назви пристроїв і засобів пожежогасіння	Тип, марка	Місце встановлення	Кількість	Характеристика пристрою пожежогасіння
Вогнегасник вуглекислотний	ОУ-5	В приміщенні	4	5 л
Вогнегасник хім.-пін.	ОХП-10	На щиті	4	10 л
Відро		На щиті	4	
Лом		На щиті		
Сокира		На щиті		
Бугор		На щиті		
Лопата		На щиті		
Ящик з піском		Біля щита		1 м ³

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЛІОНАГРІВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОДЦЕВЛЬНОЇ ФЕРМИ ВРХ

На сучасному етапі розвитку електрифікації та автоматизації в сільському господарстві одним з важливих питань є економія електроенергії. В даному дипломному проекті розраховувалась геліонагрівальна установка, яка дає можливість економити електричну енергію за рахунок використання енергії сонця. Доцільність застосування на практиці даної геліонагрівальної установки визначається її економічною ефективністю. Основними показниками ефективності є капітальні вкладення та строк окупності установки.

Капіталовкладення в геліонагрівальну установку визначають за формулою:

$$K_{уст} = V_{уст} + V_{пер} + V_{вст} + V_{пал}, \quad (7.1)$$

де $V_{уст}$ – вартість установки, $V_{уст} = 25000$ грн;

$V_{пер}$ – затрати на транспортування, $V_{пер} = 600$ грн;

$V_{вст}$ – затрати на встановлення установки та налагодження (25% від $V_{уст}$).

$$K_{уст} = 25000 + 600 + 6250 = 31850 \text{ грн}$$

Вартість умовного палива до використання геліоустановки:

$$K_{ум.} = K_{ел} \cdot 0,36 \cdot 10^{-3} \cdot 750 \quad (7.2)$$

де $K_{ел}$ – кількість електроенергії, яка використовується без геліонагрівальної установки, кВт·год;

$0,36 \cdot 10^{-3}$ – кількість тон умовного палива необхідного для вироблення 1 кВт·год електроенергії;

750 – вартість однієї тонни умовного палива, грн.

$$K_{ел} = (P_{н.е} + P_{нас.}) \cdot 3 \cdot 365, \text{ кВт}\cdot\text{год}, \quad (7.3)$$

де $P_{н.е}$ – потужність тенів водонагрівальної установки, кВт.

$P_{нас}$ – потужність двигуна насоса водонагрівальної установки, кВт.

$$K_{ел} = (11 + 0,75) \cdot 3 \cdot 365 = 12866 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

$$K_{\text{уп.}} = 12866 \cdot 0,36 \cdot 10^{-3} \cdot 750 = 3473,8 \text{ грн.}$$

Економія умовного палива від впровадження геліонагрівальної установки.

Кількість теплоти $Q_{\text{уст}}$, ГДж, що вироблена геліоустановкою за рік

визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{уст}} = A \cdot \eta_p \cdot \sum q_i, \quad (7.4)$$

де η_p – річний (сезонний) ККД установки;

z – кількість місяців роботи установки;

y – кількість днів у місяці.

q_i – інтенсивність падаючої сонячної радіації для кожного світлового дня,

Вт/м² (з розділу 3).

Залежно від характеристик сонячних колекторів A_c , м²/(ГДж·добу);

V_c , м³/(ГДж·добу), які відповідають одиниці добового теплового навантаження

гарячого водопостачання, визначають за формулами:

$$A_c = \frac{10^6 \cdot A}{Q_i \cdot 8 \cdot 3600}, \quad (7.5)$$

$$V_c = \frac{10^6 \cdot V}{Q_i \cdot 8 \cdot 3600}. \quad (7.6)$$

Результати розрахунків:

$$A_c = \frac{10^6 \cdot 20}{6,08 \cdot 8 \cdot 3600} = 114 \text{ м}^2/\text{(ГДж·добу)},$$

$$V_c = \frac{10^6 \cdot 1,48}{6,08 \cdot 8 \cdot 3600} = 8,5 \text{ м}^3/\text{(ГДж·добу)}.$$

$\eta_p = 0,68$, а $\eta_r = 0,06$ – приймаються виходячи з попередніх розрахунків V_c .

$$Q_{\text{уст}} = 20 \cdot 0,68 \cdot 183 \cdot 0,06 = 149,3 \text{ ГДж.}$$

Кількість зекономленого за рік умовного палива завдяки використанню сонячної радіації, Вт:

$$B = \frac{0,0342 \cdot Q_{\text{уст}}}{\eta_{\text{зам}}}, \quad (7.7)$$

де $Q_{\text{уст}}$ – сумарна кількість теплоти, виробленої установкою за сезон;

$\eta_{\text{зам}}$ - ККД заміненого джерела теплоти.

$$B = \frac{0,0342 \cdot 149,3}{0,8} = 6,4 \text{ т у.п.}$$

$$6,4 \text{ т у.п.} = 4800 \text{ грн.}$$

Строк окупності геліоустановки:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{уст}} / B = 31850 / 4800 = 6,6 \text{ років.} \quad (7.8)$$

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень:

$$E = 1 / T_{\text{ок}} = 1 / 6,6 = 0,15 \quad (7.9)$$

$$E > E_{\text{н}} \quad 0,15 > 0,12$$

Отже, дана установка буде рентабельною і може застосовуватися в господарстві, оскільки коефіцієнт ефективності капіталовкладень є вище нормованого та строк окупності геліонагрівальної установки не перевищує 8 років.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз стану електрифікації виробничих процесів у СВК «Деснянський», на основі якого визначені завдання для проектування електрифікації технологічних процесів на відгодівельній фермі ВРХ.

2. Обґрунтовано та вибрано технологічне обладнання для відгодівельної ферми ВРХ, яке забезпечує механізацію основних технологічних процесів на фермі.

3. Обґрунтована система електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, прибирання гною, освітлення виробничих приміщень і опромінення телят.

4. Проведений розрахунок електричної мережі 0,38 кВ та визначена потужність трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.

5. Розроблені заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтована структура електротехнічної служби та визначена її чисельність, складені графіки технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки на фермі.

6. Обґрунтована функціональна схема геліоустановки для відгодівельної ферми ВРХ та проведений її розрахунок. Розроблена принципова електрична схема керування геліоустановкою, вибрані апарати захисту і керування.

7. Досліджена робота електропривода насоса геліоустановки при відхиленні напруги живлення.

Встановлено, що при відхиленні напруги продуктивність, тиск і потужність насосів та вентиляторів змінюються за складними алгоритмами. При зниженні напруги на 20 % їх продуктивність знижується до 3 %, тиск – до 5, потужність – до 9 %.

При зміні частоти струму продуктивність насосів і вентиляторів змінюється прямо пропорційно зміні частоти струму, напір – квадрату частоти струму, потужність – кубу частоти струму. При зниженні частоти струму на 2%

продуктивність насосів і вентиляторів змінюється на 2%, тиск – на 4, потужність – на 6%.

8. Ефективність застосування геліоустановки для відгодівельної ферми ВРХ підтверджують економічні розрахунки. Строк її окупності складає 6,6 років, а коефіцієнт ефективності капіталовкладень 0,15, що свідчить про рентабельність застосування геліоустановки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ramata A. Ventilation of piggeries in cold and humid climate // A. Ramata // 7th International Cold Climate HVAC Conference; Calgary, Canada; 12 – 14 November 2012, P. 176-183 (Scopus)

2. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д.Т. Войтюк, В.П. Лисенко, І.І. Мартиненко [та ін.] // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – №1(6). – С. 3–12.

3. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г. Б., Козирський В. В., Лут М. Т., Радько І.П., Синявський О.Ю. – 2-е вид., перероб. і доп. – К., 2014. – 5 с.

4. ДНАОП 0.00. – 1.32 – 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ПП „Фірма Гранма”, 2001. – 117 с.

5. Довідник сільського електрика / за редакцією В.С. Олійника. – К.: Урожай, 1989 – 264 с.

6. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

7. ДСТУ 2304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1993. 50 с.

8. ДСТУ 2365-94 Машини електричні асинхронні потужністю до 400 кВт включно. Двигуни. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1994. 27 с.

9. ДСТУ 2649-94 (ГОСТ 30195-94) Електродвигуни асинхронні заглибні. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1994. 32 с.

10. ДСТУ 2649-94 (ГОСТ 30195-94) Електродвигуни асинхронні заглибні. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1994. 18 с.

11. ДСТУ 2846-94 (ГОСТ 11206-93) Контактори електромагнітні низьковольтні. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1994. 19 с.

12. ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення

13. ДСТУ 2936-84 Реле електричні. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1994. 38 с.

14. ДСТУ 3020-95 (ГОСТ 12434-95) Апарати комутаційні низьковольтні. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1995. 36 с.

15. ДСТУ 3025-95 (ГОСТ 9098-93) Вимикачі автоматичні низьковольтні. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1995. 21 с.

16. ДСТУ 3349-96 (ГОСТ 26430-96) Вимикачі (перемикачі) шляхові безконтактні. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України, 1996. 71 с.

17. ДСТУ 3623-97 Лампи електричні. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1997. 41 с.

18. ДСТУ 3786-98 Запобіжники топкі. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1998. 8 с.

19. ДСТУ 3827-98 Обертові електричні машини. Характеристики машин. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1994. 32 с.

20. ДСТУ ІЕС 60034-5:2005 Машини електричні обертові. Ч.5. Ступені захисту, забезпечувані цілісною конструкцією обертових електричних машин (ІР – код). Класифікація (ІЕС 60034-5:2000, ІДТ). К.: Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.

21. ДСТУ ІЕС 60034-7:2005 Машини електричні обертові. Ч.7. Класифікація типів за конструкцією, установчим монтажем та розміщенням клемної коробки (ІМ – код). (ІЕС 60034-7:2001, ІДТ). К.: Держспоживстандарт України, 2008. 18 с.

22. ДСТУ ІЕС 60034-8:2005 Машини електричні обертові. Ч.8. Маркування виводів і напрямок обертання (ІЕС 60034-8:2002, ІДТ). К.: Держспоживстандарт України, 2014. 18 с.

23. ДСТУ ІЕС 60269-2:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч.2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників промислового призначення (ІЕС 60269-2:1995, ІДТ). К.: Держспоживстандарт України, 2001. 4 с.

24. ДСТУ ІЕС 60598-1-2002 Світильники. Ч.1. Загальні вимоги й випробування (ІЕС 60598-1:1999, IDT). К.: Держспоживстандарт України, 2003. 114 с.

25. ДСТУ ІЕС 60598-2-1-2002 Світильники. Ч.2. Окремі вимоги. Розділ 1. Світильники стаціонарні загального призначення (ІЕС 60598-2-1:1979, IDT) К.: Держспоживстандарт України, 2003. 8 с.

26. ДСТУ ІЕС 60947-6-1:2007 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Ч.6-1.Багатофункціональне обладнання. Перемикальне комутаційне обладнання (ІЕС 60947-6-1:2005, IDT). К.: Держспоживстандарт України, 2007. 65 с.

27. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поғокових ліній / Є.П.Жулай, Ю.М.Лавріненко, О.С.Марченко, Д.Г.Войтюк. - К. „Урожай”, 2001 – 288 с.

28. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.

29. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 с.

30. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч. / В. В. Козирський, В. В. Камлун, С. М. Волошин. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

31. Лисенко В.П., Гладкий А.М., Синявський О.Ю. Вплив відхилення напруги і частоти струму на технологічні характеристики насосів і вентиляторів //Науковий вісник НУБіП України. – К., 2009. – Вип. 139. – С. 21-27.

32. Лут М.П., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків: Факт, 2008. – 438 с.

33. Лут М.П., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків: Факт, 2008. – 438 с.

34. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012- 430 с.

35. Мартиненко І.І., Лисенко В.П., Тищенко Л.П., Лукач В.С. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства – К.: Вища шк., 1999. – 201 с.

36. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. -

380с.
37. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

38. Правила користування електричною енергією. Затверджено постановою НКРЕ 31.07.96 N 28 у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005 N 910. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 2005 р. за N 1399/11679

39. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.

40. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.

41. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) - 2015).

42. Правила устройства электроустановок /Минэнерго СССР. -6-е изд., перераб. и доп. С изменениями N1 и N2 - М.: Энергоатомиздат, 1985. -640с.

43. Растишев С.А. Требования к тепловому режиму животноводческих помещений. Вопросы энергосбережения // Труды 2-й Международной научно-технической конференции. – Москва, 3-5 октября 2000г., ч.2. – М., 2000. – С.173-180.

44. Синявський О.Ю., Лісовий О.М. Вплив відхилення напруги на кутову швидкість електроприводів // Науковий вісник НУБіП України. – К.: 2010. Вип. 148. – С. 79-86.

45. Синявський О.Ю., Савченко В.В. Вплив відхилення показників якості електроенергії на технологічну складову збитку в тваринництві. Енергетика і автоматика. 2016. №2 (28). С. 14-22.

46. Сотник Н. И. Энергоэффективность электродвигателя как критерий выбора диапазона работы электромеханических агрегатов / Н. И. Сотник, В. С. Бойко // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2013. - № 6. - С. 72-77 (Scopus)

47. Справочник по электрическим машинам. В 2 т. / Под общей ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т. 1. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 456с.

48. ССБН ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".

49. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. -214с

50. Чміль А.І., Лут М.Т. Безпека праці в сільських електроустановках. – К.: Урожай, 1996.