

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

УДК 631.371:621.31

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

проф., д.т.н.

КАПЛІН В.В.

(підпис)

доц., к.т.н.

ОКУШКО О.В.

(підпис)

« » 2023 р.

« » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІЮЩОЇ СИСТЕМИ
ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЯХ»

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.

OO (ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Синявський О.Ю.

(ПІБ)

Виконав

Сметанюк Р.В.

(ПІБ)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, 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

Сметанюку Роману Вікторовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Розроблення та дослідження світлодіодної системи
опромінення рослин у зимових теплицях»

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»; матеріали практики.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз виробничо-господарської діяльності та стану електрифікації господарства
2. Виконати проектування електрифікації та автоматизації виробничих процесів у зимовій теплиці на малоб'ємній гідропонії.
3. Провести дослідження світлодіодної системи опромінення рослин у теплицях.
4. Виконати розрахунок елементів системи електропостачання тепличного комбінату.
5. Обґрунтувати заходи з монтажу, налагодження та технічної експлуатації електрообладнання у теплиці.
6. Розробити заходи з охорони праці у тепличному господарстві.
7. Провести техніко-економічне обґрунтування використання широкопуглової системи опромінення рослин з резонансним електроживленням

Дата видачі завдання 07.03.2023

Керівник магістерської роботи

Синявський О.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Сметанюк Р.М.

(підпис)

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 114 с., 22 рис., 23 табл., 29 джерел.

Об'єкт досліджень – технологічний процес вирощування рослин у блях теплиць на малооб'ємній гідропоніці із штучним опроміненням.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи автоматизованого електрообладнання для вирощування овочевих культур у теплицях із застосуванням світлодіодної системи опромінення рослин.

Методи дослідження та апаратура: моделювання, методи математичної статистики та ін.

Обґрунтоване технологічне та електротехнічне обладнання для підтримання мікроклімату та забезпечення режиму мінерального живлення рослин у теплицях на малооб'ємній гідропоніці.

Проведене дослідження автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин в теплицях на малооб'ємній гідропоніці.

Розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та безпеки праці на тепличному комбінаті.

Розроблено і досліджено широкосмугову систему опромінення з резонансною системою живлення, проведено математичне моделювання спектрального складу світлодіодного опромінювача, обґрунтована структура і проведено розрахунок резонансної системи живлення опромінювачів, розроблений широкосмуговий енергозберігаючий опромінювач та наведені результати експериментальних досліджень світлодіодної системи опромінення рослин з резонансною системою електроживлення.

Наведено техніко-економічні показники застосування широкосмугової системи опромінення з резонансним електроживленням у теплицях.

Галузь застосування – тепличне овочівництво.

НУБІП України

ЗМІСТ

| | |
|--|--|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ | 7 |
| ВСТУП | 8 |
| РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ | 11 |
| 1.1. Напрямок та основні показники виробничо-господарської діяльності ПРАТ «Київська овочева фабрика» | 11 |
| 1.2. Стан електрифікації господарства | Ошибка! Закладка не определена. |
| 1.3. Характеристика об'єкту проектування | 13 |
| РОЗДІЛ 2 ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЗИМОВІЙ ТЕПЛИЦІ НА МАЛООБ'ЄМНІЙ ГІДРОПОНЦІ | 15 |
| 2.1. Вибір технологічного обладнання для вирощування рослин в теплицях | 15 |
| 2.2. Розрахунок і вибір обладнання для створення необхідного мікроклімату в теплиці | 16 |
| 2.3. Розрахунок водопостачання тепличного господарства | 20 |
| 2.4. Вибір обладнання для мінерального живлення рослин у теплицях .. | 23 |
| 2.4.1. Вибір технологічного обладнання для краплинного поливання рослин у теплицях | 23 |
| 2.4.2. Розрахунок і вибір електропривода насоса подачі води і розчинів мінеральних добрив | 25 |
| 2.4.3. Розробка принципіальної електричної схеми поливання рослин у теплицях і підживлення мінеральними добривами | 30 |
| 2.5. Розрахунок освітлення, вибір освітлювального обладнання | 34 |
| 2.6. Вибір обладнання для підживлення рослин CO ₂ | 38 |
| 2.7. Вибір пультів керування, апаратури захисту та керування | 39 |

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ТЕПЛИЦЯХ.....

3.1. Застосування опромінювальних установок в теплицях..... 42

3.2. Значення спектрального спектру світла для розвитку рослин..... 43

3.3. Математичне моделювання спектрального складу світлодіодного опромінювача..... 44

3.4. Обґрунтування структури і розрахунок резонансної системи живлення опромінювачів рослин..... 50

3.5. Оптимізація параметрів і розробка широкосмугового енергозберігаючого опромінювача..... 52

3.6. Результати експериментальних досліджень світлодіодної системи опромінення рослин з резонансною системою електроживлення..... 56

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ..... 59

4.1. Розрахунок електронавантажень, вибір джерела живлення..... 59

4.2. Розрахунок електромережі 0,38 кВ..... 60

4.3. Перевірка мережі 0,38кВ на допустиме зниження напруги при запуску електричного двигуна із коротко-замкненим ротором..... 61

4.4. Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах короткого замикання..... 64

РОЗДІЛ 5 ЗАХОДИ З МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.....

5.1. Заходи з монтажу та налагодження електрообладнання..... 67

5.2. Визначення об'єму робіт з експлуатації електрообладнання і кількості обслуговуючого персоналу..... 68

5.3. Планування робіт з ремонту та обслуговування електрообладнання..... 79

5.4. Заходи по підвищенню надійності електропостачання зимової теплиці та визначення втрат від перерви в електропостачанні..... 82

| | |
|--|----|
| 5.5. Визначення річного споживання електроенергії та втрат в трансформаторній підстанції і лінії 0,38кВ..... | 82 |
| 5.6. Організація обліку електричної енергії, заходи з її раціонального використання..... | 83 |

| | |
|--|----|
| Н6.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві..... | 85 |
| У6.2. Безпечність об'єкта проектування..... | 90 |
| Р 6.2.1. Визначення категорій приміщення та класів виробничих зон..... | 90 |
| Е Теплиця..... | 90 |

| | |
|--|----|
| Р 6.2.2. Визначення потенційно небезпечних частин електроустановок..... | 91 |
| Л 6.2.3. Визначення небезпечних і шкідливих факторів виробництва..... | 91 |
| І 6.3. Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на об'єкті проектування..... | 92 |
| К6.4. Розрахунок потреби та вибір захисних засобів..... | 93 |

| | |
|---|----|
| 6.5. Розрахунок заземлюючих пристроїв..... | 93 |
| 6.6. Блискавкозахист будівель і споруд на об'єкті проектування..... | 98 |

РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ

ШИРОКОСМУГОВОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН З

| | |
|-------------------------------------|-----|
| РЕЗОНАНСНИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ..... | 100 |
| ВИСНОВКИ..... | 107 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 109 |

О

С

2

6

2

5

2

8

0

9

"

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКРОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НУБІП України

Q – продуктивність;

H – напір;

НУБІП України

g – прискорення вільного падіння;

ρ – питома густина;

η – ККД;

v – швидкість;

НУБІП України

d – діаметр;

M – момент;

ω – кутова швидкість;

s – ковзання;

P – потужність;

НУБІП України

L – індуктивність;

C – ємність;

U – напруга;

I – струм;

НУБІП України

E – освітленість;

S – площа;

λ – довжина хвилі.

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Для підвищення ефективності тепличного овочівництва необхідно впровадити енерго- і ресурсозберігаючі гідропонні технології, які дають змогу підвищити урожайність овочевих культур на 25-30 % при зменшенні витрати води та мінеральних добрив відповідно на 30 % і 40 %.

Використовуючи штучне опромінення в теплиці, можна скоротити час вирощування розсади на 25...30 днів та підвищити урожайність овочевих культур на 25...30 %.

Більшість тепличних господарств використовують для опромінення рослин натрієві лампи високого і низького тиску, а також металогалогенні лампи ДРИ. При цьому споживана потужність досягає 125 Вт/м^2 . Спектр натрієвих ламп лише частково заміняє природний спектр, необхідний для росту і розвитку рослин.

Науково і практично доведено, що для опромінення рослин можна використовувати джерела світла на основі світлодіодів різного кольору. Застосування в якості штучних джерел світла світлодіодів дозволить створити широкосмуговий опромінювач з регульованим спектром.

Для світлодіодного опромінення зі змінним спектром випромінювання потрібне застосування великого числа живлячих проводів для кожного кольору окремо або складна і дорога система керування.

Застосування резонансної системи електроживлення джерел світла дозволяє позбутися від великої кількості проводів.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи автоматизованого електрообладнання для вирощування овочевих культур у теплицях із застосуванням світлодіодної системи опромінення рослин.

Об'єктом досліджень є технологічний процес вирощування рослин у блоці теплиць на малооб'ємній гідропонії із штучним опроміненням.

Предмет досліджень – структура автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у теплицях на малооб'ємній гідропонії та параметри відповідного електрообладнання.

Методи дослідження та апаратура: моделювання, методи математичної статистики та ін.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електрообладнання для створення мікроклімату і мінерального живлення рослин у теплицях на малооб'ємній гідропонії зі світлодіодною системою опромінення.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці системи електрообладнання, яка дає можливість підтримувати параметри мікроклімату та режим мінерального живлення рослин на заданому рівні.

На захист магістерської роботи виносяться:

1. Система автоматизованого електрообладнання для теплиці на малооб'ємній гідропонії.
2. Широкосмугова енергозберігаюча система опромінення рослини з багатоканальною резонансною системою живлення.
3. Математична модель опромінювача, яка дозволяє визначити оптимальний спектральний склад опромінення.
4. Методика розрахунку резонансної системи живлення.
5. Заходи з експлуатації електрообладнання та охорони праці у теплиці.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання досліджень:

1. Обґрунтувати можливість використання широкосмугової системи опромінення рослин у теплицях з резонансним електроживленням.
2. Розробити математичну модель для визначення оптимального спектрального складу опромінювача.
3. Обґрунтувати параметри електрообладнання для широкосмугової системи опромінення з резонансною системою живлення.

4. Провести економічну оцінку розробленої системи електрообладнання в теплицях.

У магістерській кваліфікаційній роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для підтримання мікроклімату та забезпечення

режиму мінерального живлення рослин у теплицях на малооб'ємній гідропонії,

розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та

безпеки праці в тепличному комбінаті, розроблена широкопasmова система опромінення рослин у теплицях з резонансним електроживленням та проведені

її дослідження, наведені техніко-економічні показники застосування

розробленого автоматизованого електрообладнання у теплицях на малооб'ємній гідропонії.

Результати досліджень опубліковані в праці: Сметанюк Р.М., Синявський О.Ю. Світлодіодна система опромінення рослин у теплицях. Збірник тез 76

науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення,

електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК» С. 49.

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

1.1. Напрямок та основні показники виробничо-господарської діяльності ПРАТ «Київська овочева фабрика»

ПРАТ „Київська овочева фабрика” спеціалізується на вирощуванні тепличних овочів та розсади протягом року. Воно розташоване в м. Києві.

Господарство розташоване в зоні помірно континентального клімату.

Середня температура найтеплішого місяця (липня) складає - 19°С, найхолоднішого (січня) - -6°С. Середньорічна кількість опадів складає 600 мм.

Площа теплиць складає 9,9 га.

На території господарства розташовані (з урахуванням теплиць): електроцех, котельня, насосна, машинний двір, склад матеріалів, трансформаторні підстанції.

Вирощування овочів в господарстві рентабельне. Це впливає з деяких економічних показників виробництва овочів з розрахунку на 1м² площі:

| | | |
|-----------------|-------------------------|---------|
| Овочі в цілому: | - вихід продукції | 30,3 кг |
| | - рівень рентабельності | 80 % |
| Огірок | - вихід продукції | 27,2 кг |
| | - рівень рентабельності | 123 % |
| Томат: | - вихід продукції | 20,7 кг |
| | - рівень рентабельності | 88 % |

Затрати праці всього за рік на 1 га площі складають - 24 051 люд.год., на 1 ц продукції - 7,9 люд.год.

| | | |
|---------|-------------------|-----------------|
| Огірок: | - на 1га теплиць | 21 380 люд.год. |
| | - на 1ц продукції | 7,8 люд.год. |
| Томат: | - на 1га теплиць | 20 598 люд.год. |
| | - на 1ц продукції | 9,9 люд.год. |

Штат працівників і службовців ПРАТ „Київська овочева фабрика” складає: Адміністративно-господарчий персонал – 16 осіб

| | |
|---------------------|-------------------|
| Виробничий персонал | – 66 осіб |
| Тепличний персонал | – 32 особи |
| Механізатори | – 26 осіб |
| Персонал КВПіА | – 6 осіб |
| Допоміжний персонал | – 50 осіб |
| ВСЬОГО: | – 199 осіб |

1.2 Стан електрифікації господарства

Відповідно до „Норм технологічного проектування теплиць та тепличних комбінатів для вирощування овочів і розсади” за ступенем забезпечення надійності електропостачання на тепличних комбінатах індивідуальні прибудовні котельні, насосні групи теплових пунктів тепличних блоків, насосні системи водопостачання та каналізації, центральні теплові пункти, насосні пункти для подачі живильного розчину в гідропонних теплицях відносять до споживачів II категорії. Інші електроенергоживачі тепличних комбінатів відносять до споживачів III категорії.

Живлення ПРАТ «Київська овочева фабрика» здійснюється від різних секцій Святошинської підстанції 35/10 кВ.

На напрузі 10 кВ прийнята одинарна, секціонована двома роз'єднувачами на дві секції система збірних шин, до якої може бути приєднано до 4-х ліній, два силових трансформатори потужністю 160 кВ·А.

На напрузі 0,4 кВ прийнята одинарна секціонована автоматом на дві секції система збірних шин. Живлення секцій шин здійснюється від силових трансформаторів, які під'єднуються до щитка через рубильник та запобіжник.

На території ПРАТ «Київська овочева фабрика» розташовано п'ять трансформаторних підстанцій.

У трансформаторних підстанціях є у повному складі такі вимірювальні прилади:

- Вольтметри на кожній секції шин 0,4 кВ.
- Амперметри з боку 0,4 кВ, які відходять від силових трансформаторів.
- Амперметри з боку 0,4 кВ силових трансформаторів.

Лічильники активної та реактивної енергії з боку 0,4 кВ силових трансформаторів.

В усіх приміщеннях ТП прийняте робоче освітлення на напрузі 380/220 В. Ремонтне та переносне освітлення виконане на напрузі 36 В. В приміщенні щитової, котельні, насосної, теплицях передбачена установка телефонного апарату, який під'єднаний до телефонної розподільної коробки, розташованої в побутових та допоміжних приміщеннях.

У господарстві багато силового електрообладнання, до якого відносяться електродвигуни різних вузлів та агрегатів. Під'єднання силового обладнання здійснюється кабелем АНРТ: в щитовій – у каналі, в теплопункті – у лотках та трубах, в з'єднувальних коридорах – у лотках, в теплицях – в лотках і по будівельним конструкціям.

Всі металеві неструмоведучі частини електроустановок, які можуть потрапити під напругу у разі пробиття ізоляції, занулені.

Для занулення електрообладнання використовуються нульові жили кабелів; в щитовій та теплопункті передбачений внутрішній контур занулення із полосової сталі.

В цілому стан електрифікації ПРАТ «Київська овочева фабрика» можна вважати задовільним.

1.3. Характеристика об'єкту проектування

Об'єктом проектування є блок теплиць на малооб'ємній гідропонції. Блок теплиць площею 6 га має конструкцію із спеціальних полегшених профілів.

Складається блок із шести однокотлярних теплиць із своїми котельними та господарськими цехами. Теплиці з'єднані коридором 6,4 м, до якого прилягають три теплиці з кожної сторони. Кожна теплиця складається із 22 ланок шириною 6,4 м, що визначає її довжину 140,8 м. Висота споруди по карнизу 2,4 м, в коньку 4 м, довжина 75 м, площа ланки $75 \cdot 6,4 \text{ м} = 480 \text{ м}^2$, площа однієї теплиці $480 \text{ м}^2 \cdot 22$

$= 10500 \text{ м}^2$, включаючи внутрішню бетоновану доріжку шириною 3 м, з воротами вкінці для механізованого транспорту. В одній із шести теплиць розміщене розсадне відділення, обладнане опромінювачами та підієленою системою

обігріву. Споруда розрахована на мінімальну зовнішню температуру мінус 40°C, швидкісний напір вітру до 45 кг/м², снігове навантаження до 15 кг/м².

Блок зимових теплиць на малооб'ємній гідропоніці обладнаний обладнанням для створення необхідного мікроклімату та мінерального живлення рослин. Більшість процесів електрифіковані та автоматизовані. Підтримання на заданому рівні температури, вологості, концентрації CO₂ в повітрі, а також регулювання поливного режиму здійснюється автоматично.

В теплицях використовуються технологія вирощування овочів та квітів на мінераловатних субстратах. Специфіка цієї технології полягає в тому, що мінераловатні плити розміщують паралельними смугами на поліетиленовій плівці, яку попередньо розстилають на піщану основу, яка є підлогою теплиці. Між смугами субстрату залишають проходи шириною 0,5-1 м для догляду за рослинами і збором урожаю. Краї прозорої плівки завертають на смугу субстрату, частково перекриваючи його верхню частину. Для запобігання появи водоростей в субстраті і відбиття сонячних променів зверху плити по всій ширині кладуть чорно-білу поліетиленову плівку чорною стороною вниз. На ній з кроком, рівним відстані між рослинами в ряду, роблять хрестоподібні надрізи, кінці яких завертають уверх, утворюючи квадратні вікна. В ці місця встановлюють кубики з розсадою рослин. Кубики (100x100x100мм) виготовлюють з матеріалу аналогічного основному субстрату. Для підігрівання субстрату між підлогою теплиці і плитами кладуть поліетиленові труби. Поливають рослини через систему краплинного поливання.

РОЗДІЛ 2

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У
ЗИМОВІЙ ТЕПЛИЦІ НА МАЛООБ'ЄМНІЙ ГІДРОПОНІЦІ

2.1. Вибір технологічного обладнання для вирощування рослин в

теплицях

У теплицях на малооб'ємній гідропонії для формування основи для мінераловатних плит використовують автоматичну вирівнювальну машину з лазерним променем, автоматичну профілювальну машину для ґрунту та гвинтовий канавокопач системи Вейтерингс.

У теплиці застосовується краплинна система зрошення. Для приготування живильних розчинів застосовуються блоки живлення, які передбачають приготування живильного розчину заданого складу із води, концентрованих розчинів мінеральних добрив і кислоти з автоматичним контролем і регулюванням його рН та концентрації.

Для суцільного обприскування рослин пестицидами використовують електричний обприскувач ОЗГ-120А, продуктивністю 300...600 м² за зміну. При пошкодженні рослин використовують ручний ранцевий обприскувач ОРР-1 "Ера" з резервуаром місткістю 12 л і вагою 4,8 кг, а також ручний обприскувач ОРВ-1 "Вітерень" з резервуаром місткістю 10 л і вагою 6,5 кг.

Для покращення зав'язування плодів томату два рази на тиждень суцвіття оброблюють обпилювачем ОЦП-65 або ОЦП-65А.. Обробіток обпилювачем краще виконувати в похмуру погоду, так як в цей час погіршується природне відліплення пилку від тичинок.

Збирають овочі вручну з використанням допоміжних возиків. Використовують різноманітні саморобні возики з пневматичними або широкими пластмасовими колесами для переміщення ґрунтовими доріжками.

Промисловість випускає універсальний возик ТУТ-100, вантажопідйомністю 100 кг, який переміщується доріжками з твердим покриттям.

Рослинні залишки також збирають вручну. Заслужовує уваги досвід деяких господарств з частковою механізацією цієї операції. Так, в господарстві "Тепличний" Челябінської області для видалення рослинних залишків з теплиці використовують саморобний підбирач, який встановлюється на тракторі Т-25А.

Для подальшого транспортування рослинних залишків в господарстві "Московський" виготовлені і використовуються спеціальні відкидні контейнери, які перевозять за допомогою піднімача ПТУ-0,7А. Для механізованого вилучення рослинних залишків з теплиць, переміщення, планування і навантаження ґрунтів і сипких матеріалів розроблений навантажувач фронтальний ПФ-0,3.

Залишки штапату і вусики рослин зі шпалерного дрого ретельно вилучають при допомозі газової порілки. Дезинфекцію теплиць виконують двічі за допомогою електричного обприскувача ОЗГ-120А: спочатку для попередження розповсюдження збудників хвороб і шкідників під час вилучення рослинних залишків, а потім після їх прибирання. Використовують також газацию спалюванням сірчаних шапок за умовою, що металеві частини теплиць добре захищені від руйнуючої дії CO_2 .

2.2. Розрахунок і вибір обладнання для створення необхідного мікроклімату в теплиці

Необхідною умовою підвищення ефективності овочівництва, його рентабельності є підтримання заданого мікроклімату в спорудах для вирощування овочів та розсади. Основними параметрами мікроклімату в теплицях є температура і вологість внутрішнього повітря, його газовий склад, температура і вологість ґрунту.

Для підтримання необхідної температури повітря та субстрату в теплицях застосовують повітряно-водяне опалення. Водяне опалення здійснюється від котельної, розташованої на території комбінату, або від централізованої котельні. Теплоносій транспортується до споживача трубопроводами теплової

мережі, прокладених у підземних каналах або безканалним способом, а також над землею на опорах та ін.

Система опалення теплиці містить систему опалення шатра, систему цокольного та торцевого опалення, систему надґрунтового обігрівання, на які приходится відповідно 80%, 8% і 15% витрат енергії.

Вибір потужності та енергетичного типу котельної здійснюється за тепловим навантаженням тепличного об'єкту, необхідних для нього видів та параметрів теплоносіїв, з урахуванням кліматичних умов та структури теплового балансу району будівництва.

В інженерній практиці для приблизних розрахунків застосовують спрощений спосіб розрахунку системи опалення. Ігноруючи величинами сонячної радіації (нічний режим) і тепловим потоком через ґрунт, потужність системи опалення теплиці знаходимо за формулою:

$$Q_{оп} = k \cdot F_o \cdot (t_b - t_3) \cdot \eta_{инф} \quad (2.1)$$

де $Q_{оп}$ – розрахункова потужність, Вт;

k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°С), $k = 6,4$ Вт/(м²·°С);

t_b, t_3 – розрахункова температура внутрішнього і зовнішнього повітря, °С;

$\eta_{инф}$ – коефіцієнт інфільтрації, $\eta_{инф} = 1,25$;

F_o – загальна площа поверхні загородження, м².

Важливою характеристикою теплиці є коефіцієнт загородження, від якого залежать теплові втрати і потужність системи обігріву. Його визначають за формулою:

$$\eta_{заг} = F_o / F_{п} \quad (2.2)$$

Тоді формула приймає такий вид:

$$Q_{оп} = k \cdot F_{п} \cdot (t_b - t_3) \cdot \eta_{заг} \cdot \eta_{инф} \quad (2.3)$$

$$Q_{оп} = 6,4 \cdot 10000 \cdot (22 + 5) \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 237,6 \text{ кВт,}$$

Повітряний обігрів здійснюється повітряно-водними калориферами АКВС, які розміщуються в шахматному порядку в торцях кожної секції теплиці (всього 22 калорифера в однегектарній теплиці).

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика повітряно-опалювальних агрегатів типу АЦВС 70-40

| | |
|--|--------------------|
| Вентилятор | МЦ№6 |
| тип; номер; подача, м ³ /с | 3900 |
| Електродвигун: | |
| тип | 4А80А4 |
| потужність, кВт | 1,1 |
| Калорифер: | Спирально-навивний |
| тип | багатоходовий |
| кількість | 1 |
| площа поверхні нагріву, м ² | 18,3 |
| Теплова потужність агрегату, кВт: | |
| - при обігріві паром з абсолютним тиском, МПа: | |
| 0,1 | 58,2 |
| 0,2 | 67,5 |
| 0,3 | 79,7 |
| - водою з розрахунковими температурами 130...70 °С | 45,4 |
| температура повітря на вході, °С, при обігріві: | |
| - паром з абсолютним тиском, МПа: | |
| 0,1 | 59,8 |
| 0,2 | 66,8 |
| 0,3 | 76,0 |
| - водою з розрахунковими температурами 130...70 °С | 50,1 |
| Маса, кг | 167 |

Система вентиляції – природна, здійснюється фрамугами, які розташовані по коньку теплиці. Привод фрамуг здійснюється за допомогою багатобічного виконавчого механізму МЭМТ-10, через рейкову систему.

Для створення необхідного вологісного режиму використовується система зволоження і випарувального охолодження. Система випарувального охолодження включає магістральні трубопроводи із сталевих труб, колектори із сталевих оцинкованих труб і зрошувачі – з полімерних труб з розпилювачами.

Системи автоматичного регулювання (САР) параметрів мікроклімату в теплицях:

Регулювання температури повітря. САР забезпечує автоматичне дотримання у теплиці температурних режимів повітря при роботі системи обігрівання і вентиляції.

Діапазон зміни температури у межах $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, точність регулювання $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ при всіх режимах

САР компенсує можливі відхилення параметра регулювання відповідно до змін параметрів зовнішнього середовища. Це забезпечується двокаскадною системою регулювання. Перший каскад забезпечує регулювання потрібної для кожного контуру температури теплоносія у системі обігрівання. Він являє собою аналітичну безпошукову самонастроювальну автоматичну систему регулювання температури теплоносія у системі обігрівання за температурою повітря у теплиці. При цьому враховуються метеорологічні умови. Другий каскад забезпечує компенсацію відхилення температури повітря від заданого значення у кожному контурі регулювання.

Для теплиць з комбінованим обігріванням САР виконує трикаскадне регулювання температури повітря. Третій каскад дає змогу за допомогою позиційного регулятора керувати двома групами калориферів системи повітряного обігрівання.

При комбінованому обігріванні перші два каскади працюють у системах шатрового та бокового опалення.

Регулювання вентиляції. Для підтримання в теплиці заданої температури САР передбачено заміри зовнішніх метеорологічних параметрів. Враховуючи напрямок і швидкість вітру, САР вибирає сторону для відкривання фрамуг з метою вентиляції, а також запобігає відкриванню їх при швидкості вітру понад 7 м/с . Крім того, блоки математичного обробітку інформації дають змогу при зміні рівня освітленості автоматично змінювати температуру повітря в теплиці.

Регулювання підтримання температури поливної води. Регулювання температури поливної води здійснюється пропорційним регулятором. Межа

регулювання температури води 5...35°C з точністю ± 2 °C. Передбачено систему скиду поливної води при її нагріванні понад 35 °C, а також звукова сигналізація при перевищенні максимально допустимої температури поливної води.

Регулювання адіабатичного зволоження повітря у теплицях. САР передбачає вмикання системи “Туман” по захисту від перегрівання рослин.

Вмикається система за командою від сонячного інтегратора за сумою сонячного випромінювання за 1 годину. Тривалість роботи системи “Туман” задається агрослужбою або вибирається автоматично. При цьому тривалість роботи системи дорівнює різниці часу між 1 годиною і часом досягнення потрібної суми сонячного випромінювання. Найбільш ефективна робота системи “Туман” у весняно-осінній період року.

2.3 Розрахунок водопостачання тепличного господарства

Система водопостачання тепличних комбінатів по надійності подачі води відносяться до другої категорії.

Середньодобове споживання води в теплиці $Q_{\text{ср.д.}} = 60 \text{ м}^3/\text{ГОД}$.

Максимальне годинне споживання води:

$$Q_{\text{макс.год.}} = (Q_{\text{ср.д.}} \cdot \alpha_{\text{д.}} \cdot \alpha_{\text{г.}}) / 24, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.4)$$

де $\alpha_{\text{д.}}$ і $\alpha_{\text{г.}}$ – коефіцієнти добової і годинної нерівномірності споживання води.

$$Q_{\text{макс.год.}} = (60 / 1,3 \cdot 2,5) / 24 = 8,13 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахунковий об’єм бака водонапірної башти $V_{\text{б.р.}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{б.р.}} = V_{\text{рег}} + V_{\text{пож}} + V_{\text{ав}}, \quad (2.5)$$

де $V_{\text{рег}}$ – регульований об’єм води в баку, м^3 ;

$V_{\text{пож}}$ – протипожежний запас води, м^3 ;

$V_{\text{ав}}$ – аварійний запас води, м^3 .

Регульований об’єм води в баку автоматизованої водокачки орієнтовно можна визначити за формулою:

$$V_{\text{рег}} = 0,01 \cdot (Q_{\text{ср.д.}} \cdot \alpha_{\text{д.}} \cdot \alpha_{\text{г.}}) / n, \quad (2.6)$$

де n – кількість вмикань насоса за годину, $n=4$.

$$V_{\text{рег}} = 0,01 \cdot (60 \cdot 1,3 \cdot 2,5) / 4 = 0,49 \text{ м}^3,$$

Протипожежний запас води:

$$V_{\text{пож}} = 3,6 \cdot Q_{\text{пож}} \cdot n_{\text{пож}} \cdot t_{\text{пож}}, \quad (2.7)$$

де $Q_{\text{пож}}$ – витрати води на гасіння однієї пожежі, л/с; $Q_{\text{пож}} = 10$ л/с;

$n_{\text{пож}}$ – розрахункова кількість одночасних пожеж.

Для сільськогосподарських виробничих комплексів з загальною площею до 150 га $n_{\text{пож}} = 1$ пожежа;

$t_{\text{пож}}$ – тривалість гасіння пожежі, $t_{\text{пож}} = 10$ хв.

$$V_{\text{пож}} = 3,6 \cdot 10 \cdot 1 \cdot (1/6) = 6 \text{ м}^3,$$

Аварійний запас води:

$$V_{\text{ав}} = Q_{\text{макс.год}} \cdot t_{\text{ав}}, \text{ м}^3, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{ав}}$ – час, потрібний для усунення можливої аварії, $t_{\text{ав}} = 2 \dots 3$ год.

$$V_{\text{ав}} = 8 \cdot 2,5 = 20 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{б.р.}} = 0,49 + 6 + 20 = 26,49 \text{ м}^3.$$

Максимальне секундне споживання води

$$Q_{\text{р}} = 2,22 + 0,01 = 2,23 \text{ л/с}$$

Розрахункова висота водонапірної башти (від підніжжя до дна бака)

Н_{б.р.}, м:

$$N_{\text{б.р.}} = N_{\text{в}} + h + (Z_{\text{д}} - Z_{\text{б}}), \quad (2.9)$$

де $N_{\text{в}}$ – потрібний вільний напір вихідного струменя води у товщі розрахункового (найбільш вигідного) водозабору, $N_{\text{в}} = 10$ м;

h – втрати напору у водопроводі від бака водонапірної башти до диктуючої

точки, $h = 1,62$ м;

$Z_{\text{д}} - Z_{\text{б}}$ – геодезичні відмітки землі відповідно біля диктуючої точки і підніжжя башти, $Z_{\text{д}} - Z_{\text{б}} = 2$ м.

Втрати напору:

$$h = h_{\text{т}} + h_{\text{м}},$$

де $h_{\text{т}}$ – втрати напору на переборення тертя вздовж трубопроводу:

$$h_{\text{т}} = \lambda \cdot (l/d) \cdot (v^2 / 2 \cdot g), \quad (2.10)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного опору;

l – довжина труби, $l = 250$ м;

d – діаметр труби, $d=75\text{мм}$;

v – швидкість руху води в трубі, $v=0,5\text{м/с}$;

g – прискорення вільного падіння, $g=9,81\text{м/с}^2$.

$$h_{\text{т}}=0,027 \cdot (250/0,75) \cdot (0,5^2/2 \cdot 9,81)=1,15\text{м},$$

Втрати напору в місцевих опорах приймаємо приблизно рівним 5% від втрат по довжині труби, тобто:

$$h_{\text{м}}=0,05 \cdot h_{\text{т}}=0,05 \cdot 1,15=0,057\text{м}. \quad (2.11)$$

Сумарні втрати напору: $h=1,15+0,057=1,21\text{м}$.

$$H_{\text{б.р.}}=10+1,21+2=13,21\text{м}.$$

За розрахунковим об'ємом бака $V_{\text{б.р.}}$ і розрахунковою висотою башти $H_{\text{б.р.}}$, користуючись довідником [10], вибираємо уніфіковану сталеву водонапірну башту БР-50У. Ємкість бака $V_{\text{б.}}=50\text{м}^3$, діаметр бака $D_{\text{б.}}=3\text{м}$, висота ствола $H_{\text{б.}}=15\text{м}$, діаметр ствола $D_{\text{ст.}}=2,0\text{м}$.

Висота рівня води в баку:

$$H_{\text{б.}}=V_{\text{б.р.}}/S=(V_{\text{б.р.}} \cdot 4)/(\pi \cdot D_{\text{б.}}^2)=(26,49 \cdot 4)/(3,14 \cdot 3^2)=3,75\text{м}. \quad (2.12)$$

Максимальне секундне споживання води:

$$Q_{\text{макс.с.}}=Q_{\text{макс.год}}/3600=8/3600=0,0022\text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.13)$$

Розрахунковий діаметр нагнітальної труби:

$$d_{\text{р}}=1,3 \cdot \sqrt{Q_{\text{р.}}/v_{\text{рек}}}, \text{ м} \quad (2.14)$$

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

$$d_{\text{р}}=1,3 \cdot \sqrt{\frac{0,0022}{0,5}}=0,087\text{м}$$

Приймаємо трубу діаметром $d=75\text{мм}$.

Швидкість руху води в трубі:

$$v=(Q_{\text{р.}} \cdot 4)/(\pi \cdot d^2)=(0,0022 \cdot 4)/(3,14 \cdot 0,075^2)=0,5\text{м/с}. \quad (2.15)$$

Втрати напору по довжині труби:

$$\Sigma h_{\text{т}}=\lambda \cdot (l/d) \cdot (v^2/2 \cdot g)=0,028 \cdot (150/0,075) \cdot (0,5^2/2 \cdot 9,81)=0,71\text{м}. \quad (2.16)$$

Втрати напору в місцевих опорах:

$$\Sigma h_{\text{м}}=\xi \cdot (v^2/2 \cdot g), \quad (2.17)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору.

$$\sum h_m = 2 \cdot 0,1 \cdot (0,5^2 / 2 \cdot 9,81) + 10 \cdot (0,5^2 / 2 \cdot 9,81) + 2 \cdot 0,14 \cdot (0,5^2 / 2 \cdot 9,81) = 0,13 \text{ м,}$$

Розрахунковий напір насоса:

$$H_p = (Z_d - Z_6) + H_6 + H_{ок} + \sum h_m + \sum h_m, \quad (2.18)$$

$$H_p = 55 + 15 + 3,75 + 0,71 + 0,13 = 74,59 \text{ м}$$

За максимальними годинним споживанням води $Q_{\text{макс.год}} = 8,13 \text{ м}^3/\text{год}$ і розрахунковим напором $H_p = 74,59 \text{ м}$ за довідником [10] вибираємо заглиблений насос ЗЄЦВ6-10-80, який має номінальну подачу $Q_{\text{нас}} = 10 \text{ м}^3/\text{год}$ і напір $H_{\text{нас}} = 80 \text{ м}$ з електродвигуном ПЭДВ-4.5-140, $P_{\text{дв}} = 4,5 \text{ кВт}$.

Станція керування “Каскад” 4,5-0-У2 з ящиком керування ЯГ5102-3А7Б1У2, $P = 4,5 \text{ кВт}$.

2.4. Вибір обладнання для мінерального живлення рослин у теплицях

2.4.1. Вибір технологічного обладнання для краплинного поливання рослин у теплицях

Поживні речовини рослини при вирощуванні на мінеральній ваті отримують із живильного розчину. Живильний розчин готують із концентрованих розчинів мінеральних добрив А і Б, один із яких не містить сульфатів і фосфатів, інший – кальцію, а також із 30-37% ної азотної чи ортофосфорної кислоти і води. Концентровані розчини додають до води у співвідношенні 1:100. Питому електропровідність розчину в ваті підтримують в межах 0,2-0,25 См/м при 25°C для огірків і 0,25-0,3 См/м для томатів, кислотність – 5,0-6,0 рН. Питому електропровідність і рН живильного розчину у ваті визначають один-два рази на тиждень портативними приладами. Повний хімічний аналіз проводять один-два рази на місяць.

Живильний розчин готується у вузлі його приготування. Функціональна схема вузла приготування живильного розчину показана на рис. 2.1. Вузол приготування живильного розчину складається з чотирьох баків для концентрованих розчинів мінеральних добрив А і Б, мінеральні добрива в яких

для запобігання випадання їх в осад розподілені за певною схемою; бака для кислоти; змішувальної камери та насоса подачі води і живильного розчину в теплиці. Концентровані розчини мінеральних добрив А і Б готують окремо в апаратах з мішалками і за допомогою стисненого повітря подають у вузол приготування живильного розчину.

У змішувальну камеру поступає тепла вода, кислота та концентровані розчини мінеральних добрив А і Б. У схемі передбачений інжекційний принцип приготування живильного розчину. При роботі насоса подачі води і розчинів мінеральних добрив у інжекторах трубах Вентурі створюється вакуум, внаслідок чого компоненти живильного розчину (кислота, розчини мінеральних добрив А і Б) подаються до змішувальної камери у певній пропорції до подачі насоса. Подачею кислоти та концентрованих розчинів мінеральних добрив керують електромагнітні вентиля.

Кислотність живильного розчину контролює рН-метр, а концентрацію – кондуктометр. При зниженні рН розчину нижче заданого значення вимикається вентиль подачі кислоти, а при підвищенні концентрації розчину вище заданого значення кондуктометр вимикає вентиля подачі концентрованих розчинів мінеральних добрив.

Живильний розчин подається насосом через фільтр та апарат магнітної обробки поливної води і живильного розчину в теплицю. Протек в системі контролює електроконтактний манометр, який дає команду на вимкання насоса при відсутності потоку в системі.

В кожному блоці теплиць змонтовано 6 вентилів. Роботою електромагнітних вентилів керує автомат поливу рослин.

Вода та живильний розчин подають за заданою програмою за допомогою стаціонарної системи, яка містить: магістральний трубопровід (діаметром 75мм), відгалуження (діаметром 63мм) від магістралі із запірними електромагнітними вентилями, спуском і розподільними колекторами (діаметром 40мм), зрошувачі-поливні труби «аквадроп» з водовипусками через 28 см, які прокладені вздовж полюс з рослинами. Одним клапаном вмикається 16 зрошувачів.

Витрати води через водовипуск складає 1,2-1,9 л/год, на вводі в теплицю 8064 л/год при напорі води на вводі в зрошувач і теплицю відповідно 0,5-0,7 і 2 атмосфери.

2.4.2. Розрахунок і вибір електропривода насоса подачі води і розчинів мінеральних добрив

Для подачі води і розчинів мінеральних добрив у теплицю вибираємо насос КМ20/18а з подачею 16,8 м³/год і напором 15 м. К.к.д. насоса 0,63.

Потужність насоса визначаємо за формулою:

$$P_{\text{нас}} = \frac{\rho g H_{\text{нас}} Q_{\text{нас}}}{\eta_{\text{нас}}}, \quad (2.19)$$

де ρ – питома густина води, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$H_{\text{нас.н.}}$ – напір насоса, $H_{\text{нас.н.}} = 15 \text{ м}$;

$Q_{\text{нас.н.}}$ – подача насоса, $Q_{\text{нас.н.}} = 16,8 \text{ м}^3/\text{год}$;

$\eta_{\text{нас.}}$ – коефіцієнт корисної дії, $\eta_{\text{нас.}} = 0,63$.

$$P_{\text{нас}} = 1,1 \text{ кВт.}$$

Механічна характеристика відцентрового насоса описується рівнянням:

$$M_c = M_0 + (M_{\text{сн}} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (2.20)$$

де M_c – момент статичних опорів;

M_0 – початковий момент, $M_0 = 0,05 \cdot M_{\text{сн}}$;

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

ω, ω_n – задане і номінальне значення кутової швидкості

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30} \quad n_n = 2900 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad \omega_n = 303,5 \text{ с}^{-1} \quad (2.21)$$

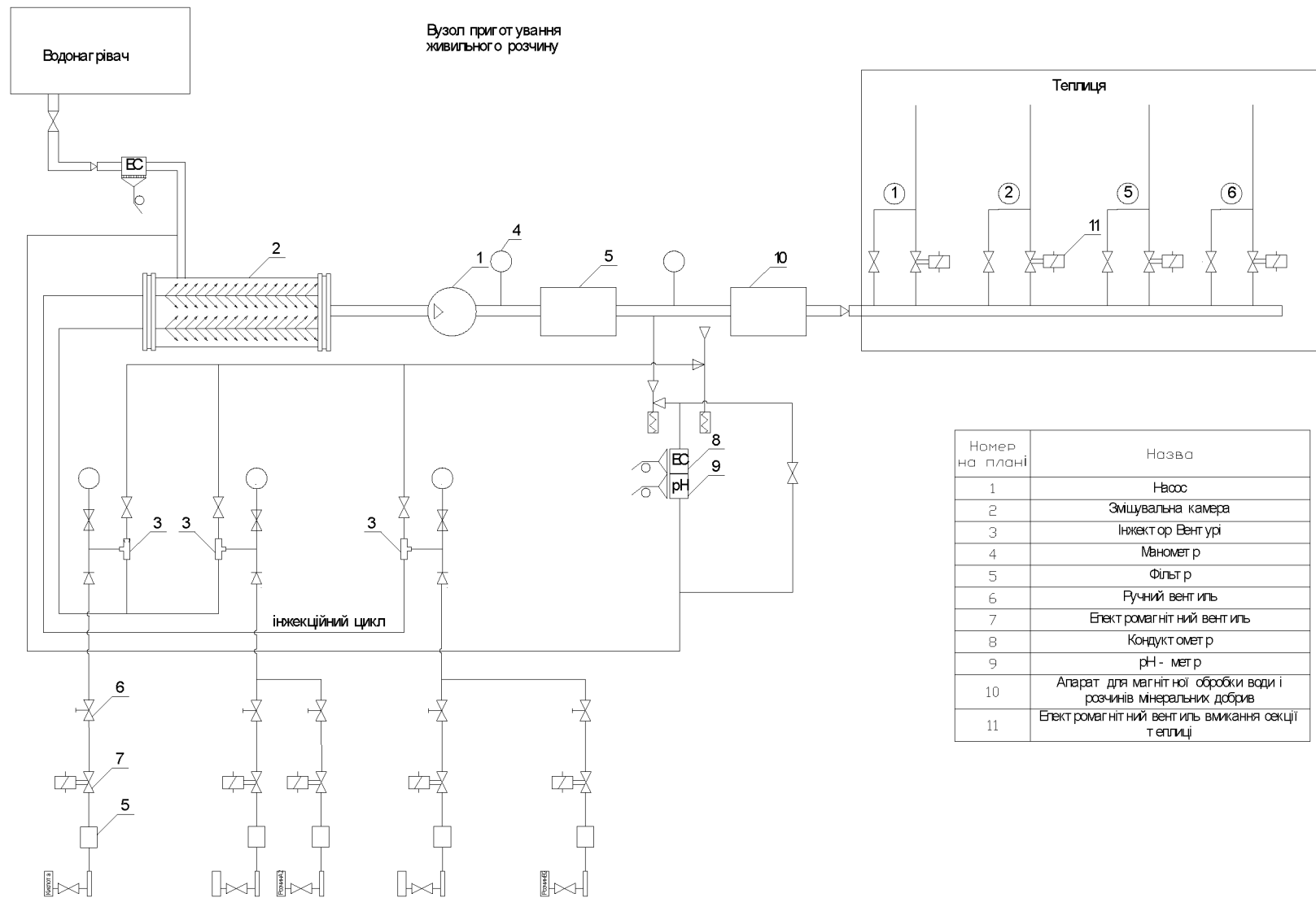


Рис. 2.1 Функціональна схема вузла приготування живильного розчину.

Момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості визначаємо за формулою:

$$M_{сн} := 9550 \cdot \frac{P_{нас}}{n_H} \quad M_{сн} = 3.62 \quad \text{Н} \cdot \text{м} \quad (2.22)$$

$$M_0 := 0.05 \cdot M_{сн} \quad M_0 = 0.18 \quad \text{Н} \cdot \text{м} \quad (2.23)$$

$$M_c = 0.18 + 3.44 \left(\frac{\omega}{303.5} \right)^3$$

Задаючись ω від 0 до 360 1/с, розраховуємо значення моменту статичних опорів. Значення записуємо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Розрахунок механічної характеристики насоса.

| ω , 1/с | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 303,5 | 360 |
|----------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| M_c , Н·м | 0,18 | 0,31 | 0,72 | 1,39 | 2,33 | 3,62 | 5,02 |

Електродвигун для привода насоса вибираємо за умовою :

$$P_{н.дв.} \geq P_c$$

де P_c – розрахункова потужність двигуна.

$$P_c = \frac{K_z \rho g H_{нас.н} Q_{нас.н}}{\eta_{нас.н} \eta_n} \quad (2.24)$$

де K_z – коефіцієнт запасу; $K_z = 1,3$;

η_n – к.к.д. передачі; $\eta_n = 1,0$.

$$P_c = \frac{1,3 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 15 \cdot 16,8}{3600 \cdot 0,63} = 1,4 \text{ кВт}$$

Для привода насоса вибрано електродвигун АИР80А2ЖУ2, потужністю 1,5 кВт і номінальною частотою обертання 2850 об/хв.

Побудову механічної характеристики електродвигуна виконуємо за характерними точками:

$$\bar{1} \cdot \bar{S} = 0 \quad \omega_0 = 314 \text{ c}^{-1} \quad M = 0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$2. \quad S_H = \frac{n_0 - n_H}{n_0} \quad \omega_H = \frac{3.14 \cdot 2850}{30} \quad M_H = 9550 \cdot \frac{1.5}{2850}$$

$$S_H = 0.05 \quad \omega_H = 298.3 \text{ c}^{-1} \quad M_H = 5.026 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$3. \quad \mu_K = 2.2 \quad \mu_{\text{пуск}} = 2.1 \quad \mu_1 = \frac{\mu_K}{\mu_{\text{пуск}}} = 1.048$$

$$S_H + \frac{S_H \cdot (\mu_K - 1)}{\sqrt{(\mu_1 - 1)}}$$

$$S_K = \frac{S_H}{1 + \frac{S_H \cdot (\mu_K - 1)}{\sqrt{(\mu_1 - 1)}}} \quad S_K = 0.552$$

$$\omega_K = 314 \cdot (1 - 0.55) \quad \omega_K = 141.3 \text{ c}^{-1}$$

$$M_K = \mu_K \cdot M_H \quad M_K = 11.058 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$4. \quad S_{\text{мін}} = 0.8 \quad \omega_{\text{мін}} = 314 \cdot (1 - 0.8) \quad \mu_{\text{мін}} = 1.5 \quad \omega_{\text{мін}} = 62.8 \text{ c}^{-1}$$

$$M_{\text{мін}} = \mu_{\text{мін}} \cdot M_H \quad M_{\text{мін}} = 7.539 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$5. \quad S_{\text{пуск}} = 1 \quad \omega_{\text{пуск}} = 0 \quad M_{\text{пуск}} = \mu_{\text{пуск}} \cdot M_H$$

$$M_{\text{пуск}} = 10.555 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Побудова механічної характеристики електродвигуна з урахуванням допустимого відхилення моментів:

$$1. \quad \omega_0 = 314 \text{ (1/c)}; \quad M' = 0.$$

$$2. \quad \omega_H = 298,3 \text{ (1/c)}; \quad M_H' = 5,026 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$3. \quad \omega_K = 141,3 \text{ (1/c)}; \quad M_K' = 0,9 \cdot 11,058 = 9,96 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$4. \quad \omega_{\text{мін}} = 62,8 \text{ (1/c)}; \quad M_{\text{мін}}' = 0,8 \cdot 7,54 = 6,44 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$5. \quad \omega_{\text{пуск}} = 0; \quad M_{\text{пуск}}' = 0,85 \cdot 10,56 = 8,98 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Побудова механічної характеристики електродвигуна з урахуванням допустимого відхилення напруги $\Delta U = -5\%$:

$$1. \quad \omega_0 = 314 \text{ (1/c)}; \quad M' = 0.$$

$$2. \quad \omega_H = 298,3 \text{ (1/c)}; \quad M_H'' = 0,95^2 \cdot 5,026 = 4,53 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$3. \quad \omega_{\text{ж}} = 141,3 \text{ (1/с)}; \quad M_{\text{ж}}'' = 0,95^2 \cdot 9,96 = 8,97 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$4. \quad \omega_{\text{мін}} = 62,8 \text{ (1/с)}; \quad M_{\text{мін}}'' = 0,95^2 \cdot 6,44 = 5,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$5. \quad \omega_{\text{пуск}} = 0; \quad M_{\text{пуск}}'' = 0,95^2 \cdot 8,98 = 8,08 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Будуємо механічну характеристику двигуна і насоса (рис.2.2).

Для визначення часу пуску двигуна знаходимо динамічний момент

$$M_{\text{д}} = M_{\text{д}}'' - M_{\text{с}} \quad (2.25)$$

$$\Delta t_i = \frac{J_{\text{зв}} \Delta \omega_i}{M_{\text{д}}} \quad (2.26)$$

Інтервал швидкостей ділимо на ділянки $\Delta \omega_i$, для кожної з яких визначаємо середнє значення динамічного моменту $M_{\text{дср}}$ і розраховуємо приріст часу:

$$J_{\text{зв}} = J_{\text{рот}} + J_{\text{нас}} \quad (2.27)$$

де $J_{\text{зв}}$ - зведений момент інерції привода;

$J_{\text{рот}}$ - момент інерції ротора двигуна, $j_{\text{рот}} = 0,007 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$;

$J_{\text{нас}}$ - момент інерції насоса, $j_{\text{нас}} = 0,03 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$

$$J_{\text{зв}} = 0,007 + 0,03 = 0,037 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

$$\Delta t_1 = \frac{0,037 \times 30}{7,2} = 0,154 \text{ с}$$

$$\Delta t_2 = \frac{0,037 \times 30}{6} = 0,185 \text{ с}$$

$$\Delta t_3 = \frac{0,037 \times 30}{5,7} = 0,195 \text{ с}$$

$$\Delta t_4 = \frac{0,037 \times 30}{6,5} = 0,17 \text{ с}$$

$$\Delta t_5 = \frac{0,037 \times 30}{7,5} = 0,148 \text{ с}$$

$$\Delta t_6 = \frac{0,037 \times 30}{7,5} = 0,148 \text{ с}$$

$$\Delta t_7 = \frac{0,037 \times 30}{6,7} = 0,166 \text{ с}$$

$$\Delta t_8 = \frac{0,037 \times 30}{5,5} = 0,202 \text{ с}$$

$$\Delta t_9 = \frac{0,037 \times 30}{4} = 0,278 \text{ с}$$

$$\Delta t_{10} = \frac{0,037 \times 33}{1,6} = 0,763 \text{ с}$$



Рис.2.2. Визначення часу пуску електродвигуна

Час пуску:

$$t_{\text{пуску}} = \sum \Delta t_i \quad (2.28)$$

$$t_{\text{пуску}} = 0,154 + 0,185 + 0,195 + 0,17 + 0,148 + 0,148 + 0,166 + 0,202 + 0,278 + 0,763 = 2,4 \text{ с.}$$

Перевищення температури двигуна під час пуску:

$$t_{\text{пуск}} = v_t \cdot t_{\text{пуску}}, \quad (2.29)$$

де v_t – швидкість нагрівання двигуна, $v_t = 7,9 \text{ }^\circ\text{C/с.}$

$$t_{\text{пуск}} = 7,9 \cdot 2,4 = 19 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Отже, $t_{\text{пуск}} < t_{\text{доп.}}$

2.4.3. Розробка принципіальної електричної схеми поливання рослин у теплицях і підживлення мінеральними добривами

Принципіальна електрична схема системи автоматичного керування мінеральним живленням рослин в теплицях показана на рис. 2.3

Схема передбачає ручне і автоматичне керування. Режим роботи задається перемикачами SA1 та SA2.

При автоматичному керуванні автоматичні перемикачі SA1 та SA2 ставлять в положення "А". Роботою насоса подачі води і живильного розчину в

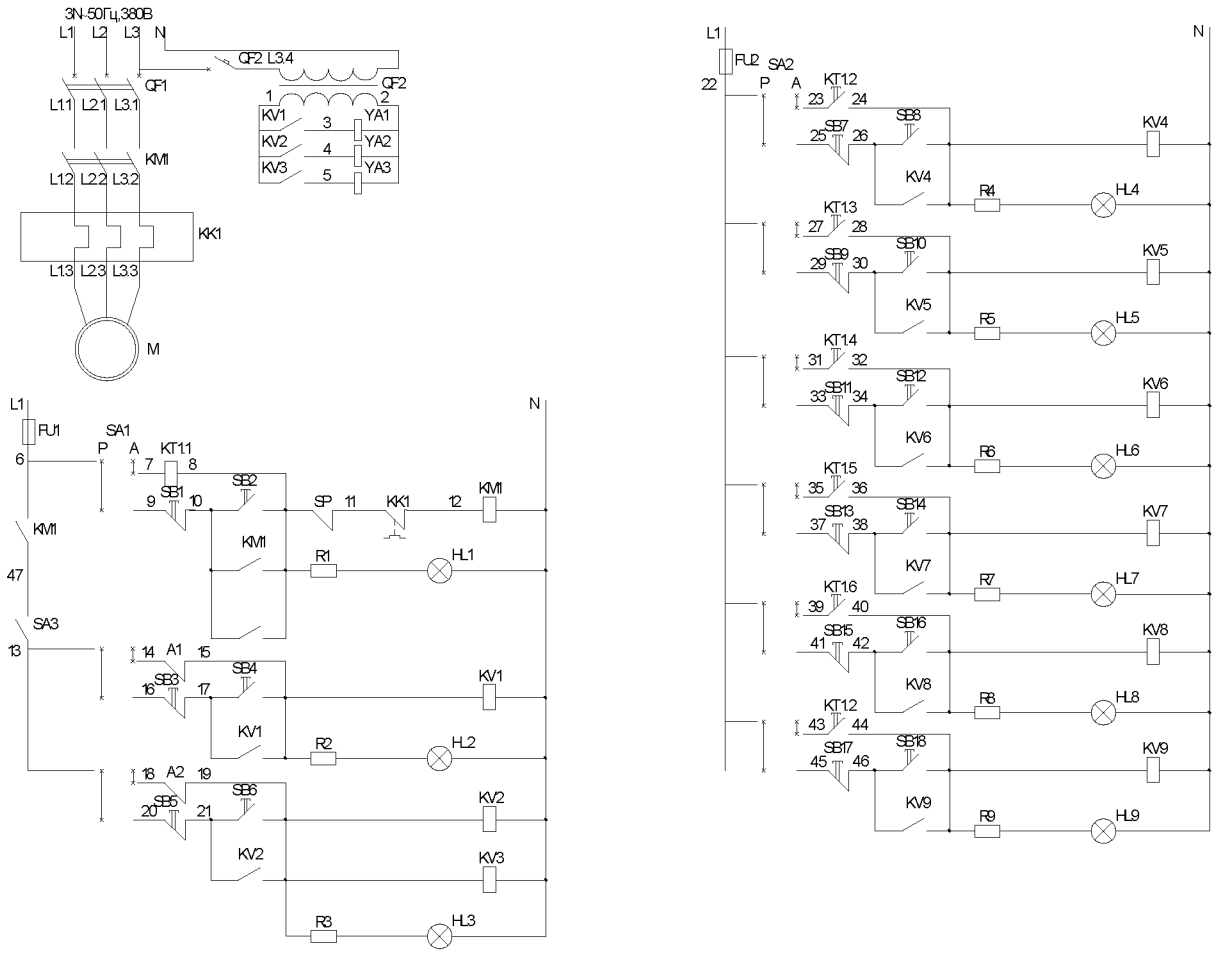
теплицю керує автомат поливу рослин КТ1. При замиканні контакту К1.1 в певні проміжки часу у відповідності із заданою програмою спрацьовує пускач КМ1 і вмикається двигун насоса М одночасно замикається контакт КТ1.2 і спрацьовує проміжне реле KV4, яке вмикає вентиль подачі живильного розчину в першу секцію теплиці. При відсутності протоку в системі, електроконтактний манометр SP вмикає насос з роботи.

При поливанні рослин водою перемикач SA3 розімкнений. При поливанні рослин розчином мінеральних добрив вмикають перемикач SA3. Приготуванням живильного розчину керують рН-метр А1 і кондуктометр А2. Якщо рН вищий заданого значення контакт рН-метра А1 замкнений, спрацьовує проміжне реле KV1, яке вмикає електромагнітний вентиль подачі кислоти YA1. Якщо концентрація розчину нижче заданого значення, контакт кондуктометра А2 замкнений, спрацьовують проміжні реле KV2 і KV3, які вмикають електромагнітні вентиля подачі концентрованих розчинів мінеральних добрив А і Б в теплицю (YA2 та YA3). Якщо рН стане менше заданого значення, контакт рН-метра А1 розмикається і відповідно вмикається вентиль подачі кислоти YA1. Якщо концентрація поливального розчину перевищить задане значення, розмикається контакт кондуктометра А2 і вмикаються вентиля YA2 та YA3 подачі концентрованих розчинів мінеральних добрив.

Поливання рослин в теплицях здійснюється автоматом поливу, який в задані проміжки часу своїми контактами КТ1.2...КТ1.7 вмикає через проміжні реле KV4...KV9 відповідні вентиля подачі води і живильного розчину в секції теплиці.

В ручному режимі насос подачі води і живильного розчину, а також електромагнітні вентиля подачі кислоти, концентрованих розчинів мінеральних добрив та електромагнітні вентиля подачі води і розчинів мінеральних добрив в секції теплиці вмикаються і вмикаються відповідними кнопками SB1...SB18.

На основі принципіальної електричної схеми розроблена схема з'єднань ящика керування, яка показана на рис. 2.4.



| Познач | Найменування | Кіл | Примітка |
|----------|--|-----|------------|
| A1 | pH-метр рН-220 | 1 | |
| A2 | Кондуктометр АКК-М-01 ТУ25-74.6.0.169-88 | 1 | |
| FU1, FU2 | Запобіжник ГРГ-6 ТУ16.522.112-74 | 2 | Інпвст.=6А |
| KK1 | Теплове реле РТЛ-1008-04 ТУ16.523.549-82 | 1 | Іуст=4А |
| KM1 | Електромагнітний пускач ПМЛ-1200-046 ТУ16.644.001-83 | 1 | Укот=220В |
| KT1 | Програмне реле часу 2РВМ | 1 | |
| KV1, KV9 | Проміжне реле РТ21-200-046 ТУ16.523.583-80 | 9 | Укот=220В |
| M | Електродвигун АИР80А2У2 ТУ16-88/ІАКФ.525000.025 | 1 | |
| QF1 | Автоматичний вимикач ВА51Г25-340010Р-30-УХЛ3 ТУ16.641.020-84 | 1 | Іуст=4А |
| QF2 | Автоматичний вимикач ВА51Г25-1200100-30-УХЛ3 ТУ16.641.020-84 | 1 | Іуст=6,3А |
| SA1, SA2 | Перимикач універсальний УГБ3В-С309У3 ТУ16.524.074-75 | 2 | |
| SA3 | Тумблер ТПН-2 | 1 | |
| SB | Пост.кнопковий ПКС22-2У2 ТУ16.642.006-83 | 9 | |
| YA | Електромагнітний вентиль СВМ-50 | 3 | Укот=24В |

Рис. 2.3 Принципова електрична схема керування електрообладнанням для краплинного поливу рослин у теплицях.

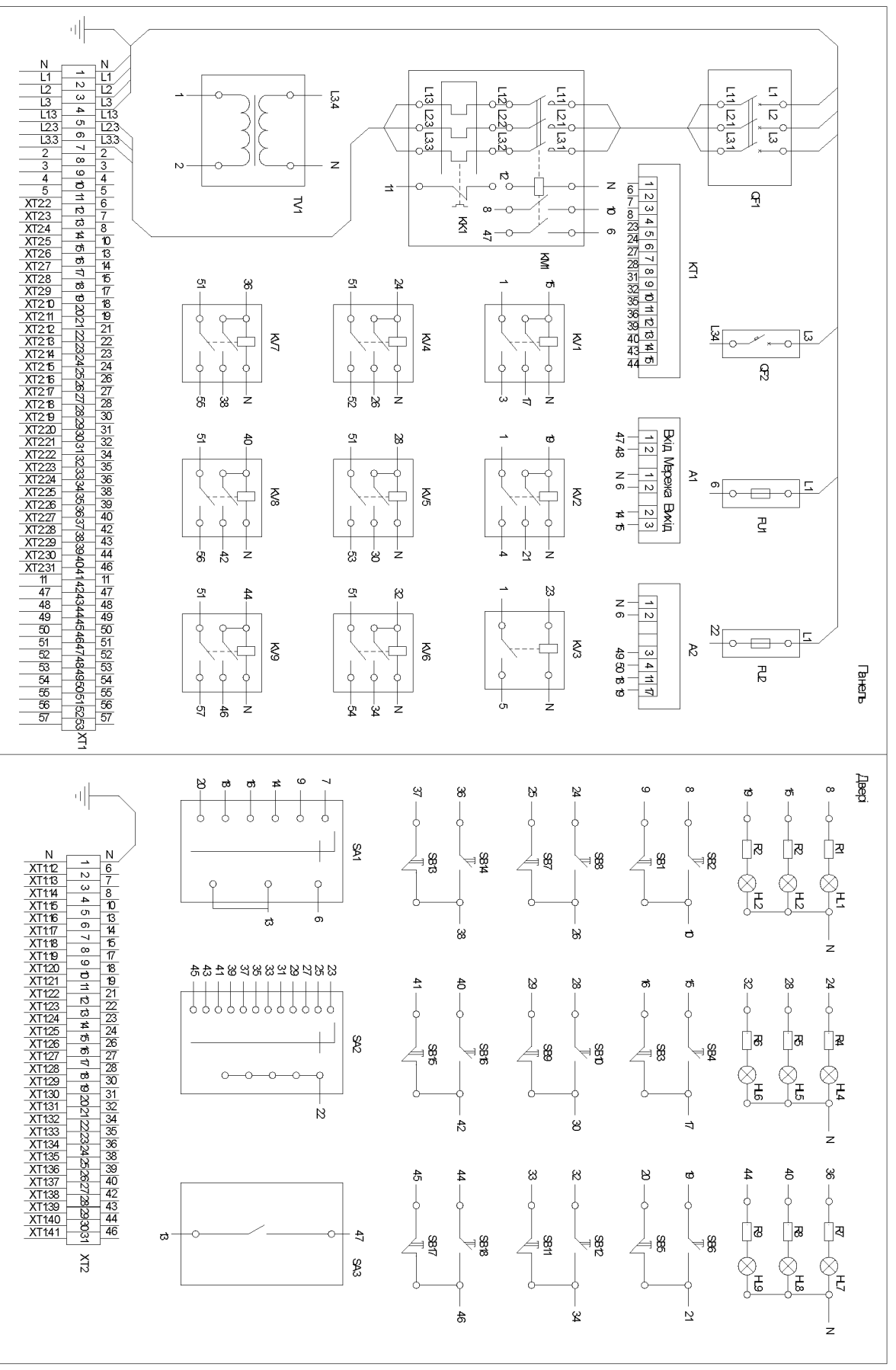


Рис. 2.4. Схема з'єднань ящика керування електрообладнанням системи краплинного поливу.

2.5. Розрахунок освітлення, вибір освітлювального обладнання

Розрахунок освітленості проводимо для одного приміщення теплиці. Для всіх останніх розрахунок проводимо аналогічно. Результати розрахунків зводимо у світлотехнічну відомість.

Виконуємо розрахунок освітленості методом коефіцієнта використання світлового потоку.

В теплицях передбачається тільки чергове освітлення проходів. Розміри проходу: довжина $A=78,4\text{м}$, ширина $B=25\text{м}$, висота $H=3,7\text{м}$.

Для джерела світла використовуємо люмінесцентні лампи. Освітленість проходів повинна складати $E=10\text{лк}$, коефіцієнт запасу $k=1,3$. Приміщення вогке, тому вибираємо світильники 11ПВУЛМ(2x40). Число світильників вибираємо, виходячи із їх найвигіднішого розміщення.

Найвигідніша відносна відстань: $\lambda=L/h=2,0\dots 2,5\text{м}$,

де L – відстань між світильниками, м;

h – розрахункова висота, м ($h=3,7\text{м}$).

Тоді $L=\lambda\cdot h=2\cdot 3,7=7,4\text{м}$.

Число світильників у ряду: $n=A/L=78,4/7,4=10,6$ шт.

Приймаємо 11 світильників.

Розрахунок освітленості виконуємо за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Індекс приміщення: $i=(A\cdot B)/(H\cdot(A+B))=(78,4\cdot 25)/(3,7\cdot(78,4+25))=5,12$

Необхідний потік лампи, лм:

$$\Phi=(E\cdot k\cdot S\cdot z)/(n\cdot \eta), \quad (2.30)$$

де E – освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу;

S – площа приміщення;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z=1,1$;

n – кількість світильників, шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta=0,61$.

$$\Phi=(10\cdot 1,3\cdot 78,4\cdot 25\cdot 1,1)/(2\cdot 11\cdot 0,61)=2088\text{ лм},$$

Вибираємо люмінесцентну лампу ЛБР-40 із світловим потоком 2200 лм

Підвіску світильників виконуємо на тросі в один ряд.

Розрахункове навантаження освітлення:

$$P_{\text{розр.}} = P_{\text{обл.}} \cdot n \cdot 0,001, \text{ кВт} \quad (2.31)$$

$$P_{\text{розр.}} = 80 \cdot 11 \cdot 0,001 = 0,88 \text{ кВт}$$

Вибираємо щиток освітлення ОЩВ-6.

Переріз проводів вибираємо за допустимим струмом.

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{розр.}}, \text{ А}$$

де $I_{\text{розр.}}$ – розрахунковий струм схеми освітлення, А.

$$I_{\text{розр.}} = P_{\text{розр.}} / U_{\text{р}} = (0,88 \cdot 10^3) / 220 = 4 \text{ А} \quad (2.32)$$

Приймаємо провід АНРГ перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ ($I_{\text{доп.}} = 19 \text{ А}$). Перевіряємо вибраний провід на допустимий спад напруги в мережі.

$$\Delta U\% = \Sigma M / (c \cdot S), \% \quad (2.33)$$

де M – момент навантаження, кВт·м;

c – коефіцієнт, що залежить від напруги, числа фаз;

S – переріз проводу, мм^2 .

Так як навантаження рівномірне, то момент навантаження:

$$M = P_{\text{розр.}} \cdot 0,001 \cdot (l/2) \cdot l, \text{ кВт} \cdot \text{м}, \quad (2.34)$$

де l – довжина ділянки, м.

$$M = 880 \cdot 0,001 \cdot (1/2) \cdot 78,4 = 31,36 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Коефіцієнт c для двофазної лінії змінного струму:

$$c := \frac{\gamma \cdot (U_{\text{ф}})^2}{2 \cdot 10^5} \quad c := \frac{32 \cdot 220^2}{2 \cdot 10^5} \quad c := 7,700 \quad (2.35)$$

де γ – питома провідність, $\gamma = 32 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

$$\text{Тоді } \Delta U\% = 31,36 / (7,7 \cdot 2,5) = 1,63 \%$$

$$1,63\% < \Delta U\% = 2,5$$



| Схема | Автоматичний вимикач | | | | Марка проводів | Кількість жил та їх переріз, мм² | Довжина, м | Спосіб прокладки | Встановлена потужність, кВт | Розрахунковий струм, А | Найменування освітлювального приміщення |
|-----------|----------------------|---------|----------------|-------------------|----------------|----------------------------------|------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|---|
| | № груп | Тип | Нмін. струм, А | Струм уст. авт. А | | | | | | | |
| ЦС (2.11) | 1 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 180 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | Теплиця №1 |
| | 2 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 180 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | Теплиця №2 |
| | 3 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 90 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | Теплиця №3 |
| | 4 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 90 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | Теплиця №4 |
| | 5 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 90 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | Теплиця №5 |
| | 6 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 90 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | Теплиця №6 |
| | 7 | ВА60-26 | 25 | 6 | АВВГ | 2x2,5 | 210 | У лоток будівельної конструкції | 0,88 | 4 | З'єднувальний коридор |

Рис. 2.5. План мережі електроосвітлення

Таблиця 2.2. Світлотехнічна відомість.

| Найменування приміщення | Дані приміщення | | | | | | Загальне освітлення | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------|-----------------------|-----------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|
| | Довжина, м | Ширина, м | Площа, м ² | Висота, м | Характеристика оточуючого середовища | Коефіцієнт відбиття | | Нормоване освітлення | Коефіцієнт запасу | Світильник | | | Загальна потужність, Вт | Питома потужність, Вт |
| | | | | | | Стін | Підлоги | | | Тип | Потужність ламп, Вт | Кількість, шт | | |
| Теплиця | 78,4 | 25 | 78,4 | 3,7 | ОВ | 10 | 10 | 10 | 1,3 | 11ПВЛМ | 2x40 | 11 | 880 | 0,45 |
| Котельня | 5 | 4 | 20 | 3 | В | 10 | 30 | 30 | 1,15 | НСП01 | 100 | 2 | 200 | 10 |
| Бойлерна | 6 | 4 | 24 | 3 | В | 10 | 30 | 30 | 1,15 | НСП01 | 100 | 2 | 200 | 8,3 |
| Санвузол | 3 | 2 | 6 | 3 | ВзХ.А.С | 30 | 50 | 50 | 1,15 | НСП01 | 40 | 1 | 40 | 7,2 |
| Склад інвентарю | 7 | 4 | 28 | 3 | С | 10 | 10 | 20 | 1,15 | НСП01 | 40 | 4 | 160 | 5,7 |
| Приміщення електриків | 6 | 4 | 24 | 3 | С | 10 | 50 | 100 | 1,15 | НСП01 | 100 | 6 | 600 | 24 |
| Приміщення сантехніків | 6 | 4 | 24 | 3 | С | 10 | 50 | 100 | 1,15 | НСП01 | 100 | 6 | 600 | 24 |
| Кімната відпочинку | 6 | 4 | 24 | 3 | С | 30 | 50 | 100 | 1,3 | НСП01 | 40 | 12 | 480 | 20 |
| Насосна | 3 | 4 | 12 | 3 | ОВ | 10 | 10 | 30 | 1,15 | НСП01 | 60 | 2 | 120 | 10 |
| Склад міндобрив | 4 | 5 | 20 | 3 | ХА | 10 | 10 | 10 | 1,15 | НСП01 | 40 | 2 | 80 | 4 |

ВзХ.А.С – вологе з хімічно активним середовищем;

В – вологе;

ОВ – особливо вологе;

С – сухе;

ХА – хімічно активне

2.6. Вибір обладнання для підживлення рослин CO_2

Ще й зараз у типових проектах блочних теплиць зустрічаються системи вуглекислотного підживлення рослин з використанням генератора УГ-6, але ці системи практично не використовуються, тому що мають багато недоліків, які суттєво впливають на розвиток та ріст рослин:

→ зпалення газу викликає перегрів теплиць, тому використання генераторів CO_2 практично неможливе в часи максимальної освітленості, коли теплиці перегріваються під дією сонячного проміння, але якраз у цей час потреба в CO_2 найбільша;

→ генератори CO_2 виділяють токсичні продукти горіння, тому їх експлуатація небезпечна для обслуговуючого персоналу; → при відкритих фрамугах перегріта вуглекислота інтенсивно випаровується, тому вмикання генераторів CO_2 практично не впливає на кількість вуглекислого газу в атмосфері теплиць.

Розроблено принципіально нову систему вуглекислого підживлення рослин каталітично очищеними відхідними газами котельних. Цей спосіб полягає в тому, що відхідні гази, перед подачею їх у теплиці, підлягають каталітичній очистці не тільки від угарного газу, але і від вуглеводнів, бензопірену, окислів азоту.

Відхідні гази проходять через палатирований катализатор (ВКМ-65), де очищуються (рис.2.6) від шкідливих домішок, потім забираються із газоходів димососами і подаються по системі магістральних трубопроводів до блоку теплиць. Тривалість підживлення рослин 6...10 годин на добу. Передбачено автоматичне підтримання заданої концентрації CO_2 , контроль за наявністю шкідливих домішок в межах ГДК, а також аварійна сигналізація і вимкнення системи.

Ця система використовується також в теплицях, де теплозабезпечення здійснюється від власних котельних з котлами ДКВР, ДК, ПТВМ, які працюють на газовому паливі.

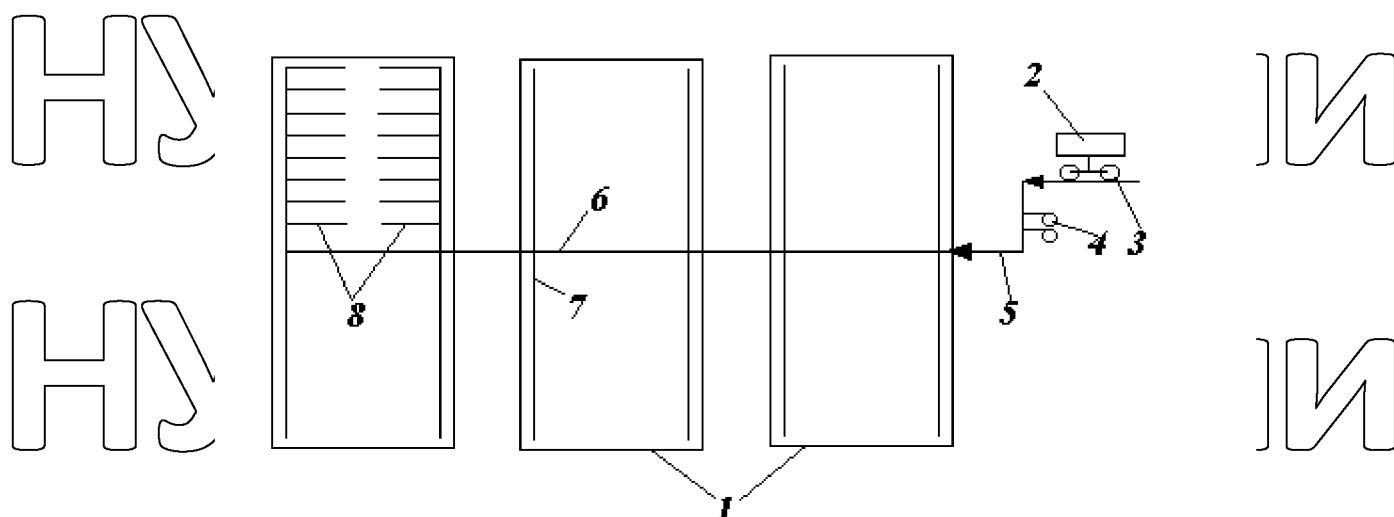


Рис.2.6. Схема підживлення рослин в теплицях:

1 – блок теплиць на 6 га; 2 – котельня; 3 – димосос; 4 – підкачуюча вентиляційна установка (вентилятори ВВД №8); 5 – зовнішній газопровід ($d=300\text{мм}$); 6 – розподільчий трубопровід в з'єднувальному коридорі; 7 – розподільчий трубопровід в теплицях ($d=80\dots160\text{мм}$); 8 – перфорований розподільчий рукав з поліетиленової плівки ($d=80\text{мм}$).

2.7. Вибір пультів керування, апаратури захисту та керування

Апаратуру захисту та керування вибираємо для двигуна приводу вентилятора.

Виходячи із $P_c = 11\text{кВт}$ і $n_c = 1450\text{об/хв}$, вибираємо двигун АИР-132М4У2.
 $P_n = 11\text{кВт}$; $n_n = 1450\text{об/хв}$; $I_n = 22\text{А}$; $I_{\text{пуск}} / I_n = 7,5$.

Автоматичний вимикач вибираємо із умови:

1. $U_{\text{н.авт.}} \geq U_{\text{мер.}}$
2. $I_{\text{н.авт.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$
3. $I_{\text{н.розч.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$
4. $I_{\text{відс.}} \geq K_3 \cdot K_{\text{ру}} \cdot K_{\text{рс}} \cdot K_i \cdot I_{\text{н.дв.}}$

де K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3=1,1$

$K_{\text{ру}}$ – коефіцієнт розкиду уставок струмів неспрацювання електромагнітного розчіплювача, $K_{\text{ру}} = 1,25$;

$K_{рс}$ – коефіцієнт, який враховує допустиме відхилення пускового струму, $K_{рс} = 1,2$.

Вибираємо автоматичний вимикач ВА51Г25340010Р30УХЛ3

триполюсний з комбінованим розчіплювачем без додаткових розчіплювачів і вільних контактів.

$$I_{н.ав.} = 25A; I_{уст.розч.} = 25A;$$

$$I_{відс.} = 14 \cdot 25 = 350A;$$

$$14 \cdot 25 \geq 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 22$$

$$350 \geq 272,3$$

Умова виконується.

Електромагнітний пускач вибираємо із умови.

$$1. I_{п.пуск.} \geq I_{мер.}$$

$$2. I_{н.пуск.} \geq I_{н.дв.}$$

$$3. U_{кат.} = U_{кола керув.}$$

Вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ 210004Б. $I_{н.мп.} = 25A$,

нереверсивний без теплового реле, ступінь захисту IP00 без кнопок. Вибираємо низьковольтний комплектний пристрій Я5101-3474У2.

Для розподілу електроенергії в теплицях вибираємо розподільчий пункт

ПРМ.

Захист електродвигуна насоса від короткого замикання здійснюється автоматичним вимикачем серії ВА51Г, який вибирається за умовою:

$$1. U_{ном} \geq U_{мережі} \quad 660B \geq 380B$$

$$2. I_{н.ав.} \geq I_{нав} \quad 25A \geq 3,3A$$

$$3. I_{розг} \geq I_{н.дв} \quad 4A \geq 3,3A$$

$$4. I_{відс.} \geq I_{пуск} \cdot K_z \cdot K_{рс} \cdot K_{ру}$$

$$I_{відс.} = 14 \cdot I_{розг} = 14 \cdot 4 = 56A$$

$$56A \geq 7 \cdot 3,31 \cdot 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 = 38,2A \text{ – умова виконується}$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА51Г25340010Р30УХЛ3.

Електромагнітний пускач вибираємо за умовою:

1. $U_{пуск} \geq U_{морскі}$ $380В \geq 380В$
 2. $I_{н.пуск.} \geq I_{н.ДЕ}$ $10А \geq 3,3А$
 3. $I_{тепл.розш.} \geq I_{н.ДВ}$
 4. $U_{кот} = U_{кола.керування}$

Приймаємо електромагнітний пускач серії ПМЛ 120004Б з тепловим реле

РТЛ-1008-04 з $I_{уст.} = 2,4 \dots 4А$.

Для керування електродвигуном приймаємо посткнопочвий ПКЕ 622/2У2

Всю апаратуру захисту і керування вмонтовується в ящик Я5101-2674У2.

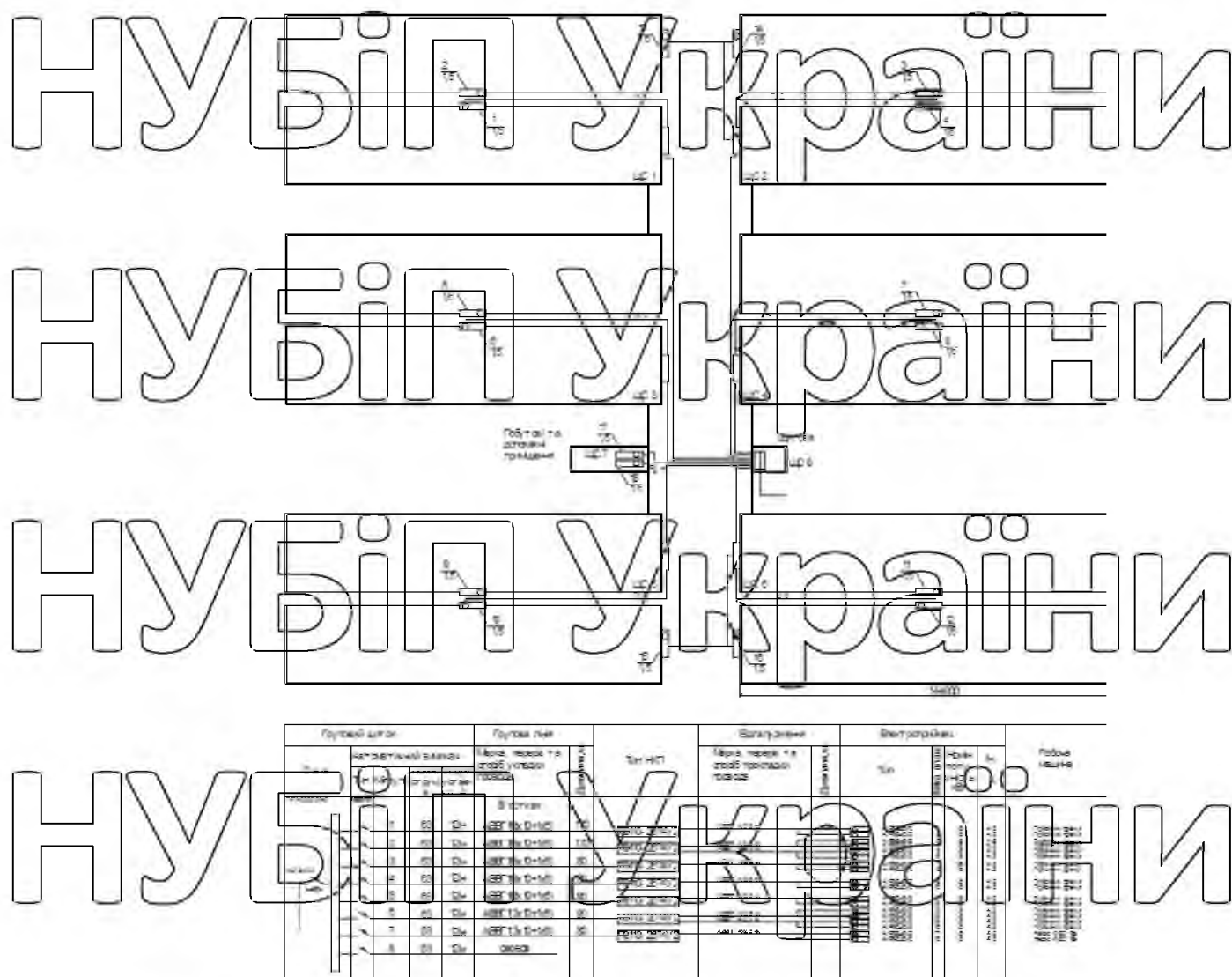


Рис. 2.7. План силової електромережі

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ТЕПЛИЦЯХ

3.1. Застосування опромінювальних установок в теплицях

Важливим фактором оточуючого середовища для росту рослин є світло, під дією якого виконується процес фотосинтезу. Зимом і ранньою весною освітленість недостатня, також недостатня кількість енергії, яка знаходиться в природному променевому потоці. Тому використовують штучне електричне досвічування, яке скорочує час вирощування розсади на 25 – 30 днів і підвищує урожайність на 25 – 30 %.

Більшість тепличників господарств використовують для опромінення рослин натрієві лампи високого і низького тиску та металогалогенні лампи ДРИ.

При цьому споживана потужність на квадратний метр досягає 125 Вт. Спектр натрієвих ламп лише частково замінює природний спектр, необхідний для росту і розвитку рослин.

Науково і практично доведено, що для освітлення рослин можна використовувати джерела світла на основі світлодіодів різного кольору свічення.

Сучасна промисловість випускає спеціальні світильники для рослинництва на основі світлодіодів синього і червоного кольору, але доведено, що можна значно підвищити врожайність і підвищити якість продукції розширенням і регулюванням спектра штучного джерела світла.

Застосування світлодіодів в якості штучних джерел світла дозволить створити широкосмуговий опромінювач з регульованим спектром.

Для світлодіодного освітлення із змінним спектром випромінювання потрібне застосування великого числа живлячих проводів для кожного кольору окремо або складна і дорога система управління.

Застосування резонансної системи електроживлення джерел світла дозволяє позбутися від великої кількості проводів. У зв'язку з цим виникає завдання з розробкою технічних засобів на основі резонансної системи живлення

світлодіодних джерел світла.

Розробка технічних засобів широкосмугового електричного освітлення з резонансним електроживленням потребує наукового обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів світильників, системи живлення.

3.2. Значення спектрального спектру світла для розвитку рослин

Роль спектрального складу світла для нормального росту і високої фотосинтетичної продуктивності рослин дуже істотна. Фізико-біохімічні ефекти, що викликаються дією червоного або синього світла або навіть простою зміною співвідношення червоних і синіх променів в джерелах світла настільки істотні, що стає актуальною регуляція фотосинтетичної діяльності рослин за допомогою зміни спектрального складу світла.

Узята окремо кожна область спектра фотосинтезно-активної радіації (ФАР) малоефективна при вирощуванні рослин, тільки певне співвідношення енергії по спектру в різних пропорціях допомагає досягти оптимальних результатів при вирощуванні повноцінних рослин, так як у рослин є системи фоторецепторів, що забезпечують поглинання енергії по всій області спектру ФАР.

На певних стадіях росту і розвитку рослин потрібні різні ділянки видимого світла в діапазоні 400-700 нм, але з переважанням червоних, синіх і фіолетових променів. На стадії цвітіння можуть виявитися продуктивним додавання жовтого або оранжевого світла. У період плодоношення і дозрівання для деяких видів рослин зростає роль, наприклад, зеленого світла (огірки, томати).

Відсутність у випромінюванні ламп окремих ділянок спектра може призвести до порушення нормального росту рослин при їх тривалому вирощуванні. Опроміненням рослин займалися Аверчева О.В., Валєєв Р.А., Воскресенська Н. П., Єрохін А. Н., Клєшнін А. Ф., Ключка Є. П., Кондратьєва Н. П., Живолісцев Є. Н., Жилинський Ю. М., Лєман В. М., Лямцев А. К., Малишев В. В., Мальчевський В. П., Мошков Б. С., Нічипорович А. А., Овчукова С. А.,

Прищеп Д. Г., Протасова М. М., Свентицький І. І., Тихомиров А. А., Шарупич В. П. та ін.

У лампах, які широко використовуються нині в теплицях, спектр в області ФАР, як правило, лінійчатий і неповноцінний. Забезпечити рослини випромінюванням спектра з необхідним рівнем фотосинтезно-активної радіації можна застосуванням світлодіодів для освітлення рослин. Отримати широкий спектр можливо за рахунок комбінування світлодіодів різного кольору світіння, а при регулюванні спектра це дозволить забезпечити фітоценоз з максимальною фотосинтезною продуктивністю відповідно до видових особливостей і етапу онтогенезу рослин.

Застосування світлодіодного освітлення із змінним спектром випромінювання потребують застосування складної і дорогої системи живлення і управління.

Науково доведено, що світлодіоди можуть працювати від резонансної системи електроживлення. Резонансна система живлення дозволяє скоротити переріз проводів, втрат електроенергії, зменшує вартість освітлювального обладнання та має можливість регулювання рівня опромінення. Резонансними системами передачі електроенергії займалися Авраменко С. В., Некрасов А. І.,

Ропин О. А., Стребков Д. С., Трубников В. З. та Юферев Л. Ю.

3.3. Математичне моделювання спектрального складу світлодіодного опромінювача

Відомо, що у листа рослини є загальна залежність спектра дії фотосинтезу зеленого листа. Джерела світла повинні мати спектральну характеристику близьку до цієї залежності. Різними вченими встановлено однаковий характер усередненого спектра дії фотосинтезу у зелених рослин, який може бути представлений у вигляді рівняння, отриманого за допомогою апроксимації:

$$g(\lambda) = 1,28 \cos(0,005 \cdot \lambda)^2 \cos(0,63 + \sin(2,21 \sin(0,009 \lambda + 0,45 \sin(0,09 \lambda))) \times \cos(0,63 + 1,66 \sin(0,009 \lambda)))^2 \cos(0,63 \lambda + 1,66 \sin(0,009 \lambda)), \quad (3.1)$$

де λ - довжина хвилі в нм від 380 нм до 700 нм,

$g(\lambda)$ - функція, заснована на спектрі дії фотосинтезу, яка отримана за даними робіт Маккрі [McCree, 1972], Інада [Inada, 1976, 1977].

Для оптимізації штучного джерела світла повинно виконуватися три умови:

1. Кількість кольорів світлодіодів в світильнику повинна прагнути до одиниці;
2. Частка збігу спектрального розподілу джерела світла з функцією, заснованою на спектрі дії фотосинтезу повинна прагнути до одиниці;
3. Потужність опромінення повинна знаходитися в діапазоні від 5 до 200

Вт/м² ФАР.

$$f_{\text{опроміновача}} = \frac{\int_{380}^{700} (\sum_{i=1}^n K_i \varphi_i(\lambda)) d\lambda}{\int_{380}^{700} g(\lambda) d\lambda}, \quad (3.2)$$

де $f_{\text{опроміновача}}$ - частка збігу спектрального розподілу джерела світла з функцією, заснованої на спектрі дії фотосинтезу;

$\int_{380}^{700} (\sum_{i=1}^n K_i \varphi_i(\lambda)) d\lambda$ - сумарне значення спектрального розподілу енергії джерела

світла у відносних одиницях в спектральному діапазоні ФАР,

$\int_{380}^{700} g(\lambda) d\lambda$ - сумарне значення спектрального розподілу функції, заснованої на

спектрі дії фотосинтезу в відносних одиницях.

Сучасні світлодіоди різних кольорів світіння мають діапазон випромінювання від 370 до 1000 нм. На їх основі можна створювати системи освітлення з керованим спектральним складом випромінювання в області ФАР для рослинництва в захищеному ґрунті. Для мінімізації кількості кольорів світлодіодів визначимо оптимальний спектр штучного джерела світла.

Розглянемо різні світлодіоди і розрахуємо їх спектральні характеристики на основі паспортних даних:

Для червоного світлодіода отримана функція спектральної щільності випромінювання (похибка апроксимації 0,044):

$$\varphi_{\text{червоний}}(\lambda) = 0,000492 \frac{2,12 \cos(107\lambda) - 0,0322\lambda}{1,26 \cdot 10^3 \lambda + 133 \cos(6,11 - 0,115\lambda) - 3,95 \cdot 10^5 \lambda} - 2,16 \cdot 10^{-6} \lambda. \quad (3.3)$$

Для синього світлодіода отримана функція спектральної щільності випромінювання (похибка апроксимації 0,031):

$$\varphi_{\text{синій}}(\lambda) = \frac{2,19 \cdot 10^{-8} \lambda^4}{7,74 \cdot 10^8 \lambda + 2,1 \cdot 10^4 \lambda^2 + 0,0159 \lambda^4 - 6,58 \cdot 10^6 \lambda - 29,8 \lambda^3} - 6,02 \cdot 10^{-5}. \quad (3.4)$$

Модель для двох кольорів червоної + синій така:

$$\varphi_{\text{ч+син}}(\lambda) = K_{\text{ч}} \varphi_{\text{ч}}(\lambda) + K_{\text{син}} \varphi_{\text{син}}(\lambda), \quad (3.5)$$

де $K_{\text{ч}} = g(\lambda_{\text{чр}}) = 0,994$, $\lambda_{\text{чр}}$ - робоча довжина хвилі червоного світлодіода;

$K_{\text{син}} = g(\lambda_{\text{синр}}) = 0,51$, $\lambda_{\text{синр}}$ - робоча довжина хвилі синього світлодіода.

В опромінювача, який містить червоний і синій кольори, виходить невеликий збіг спектрального розподілу джерела світла з функцією, заснованої на спектрі дії фотосинтезу (рис. 3.1).

$$f_{\text{ч+син}} = \frac{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{ч+син}}(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{700} g(\lambda) d\lambda} = \frac{34,3}{216,7} = 0,158. \quad (3.6)$$

Можна використовувати світлодіоди інших кольорів, наприклад, УФ і зеленого. Для УФ світлодіода отримана функція спектральної щільності випромінювання (похибка апроксимації 0,023):

$$\varphi_{\text{УФ400}}(\lambda) = \frac{\lambda}{1,76 \cdot 10^9 + 6,63 \cdot 10^4 \lambda^2 + 0,00693 \lambda^4 - 1,76 \cdot 10^7 \lambda - 111 \lambda^3}. \quad (3.7)$$

Для зеленого світлодіода отримана така функція спектральної щільності випромінювання (похибка апроксимації 0,054):

$$\varphi_{\text{зел}}(\lambda) = \frac{151 + 180 \sin(-0,0318 \lambda)}{2,71 \cdot 10^5 + \lambda^2 - 1,04 \cdot 10^3 \lambda} - 0,00364 - 0,0048 \sin(-0,032 \lambda). \quad (3.8)$$

Модель для чотирьох кольорів: червоної, синій, зеленої і УФ - буде такою:

$$\varphi_{\text{ч+син+зел+УФ}}(\lambda) = K_{\text{ч}} \varphi_{\text{ч}}(\lambda) + K_{\text{син}} \varphi_{\text{син}}(\lambda) + K_{\text{зел}} \varphi_{\text{зел}}(\lambda) + K_{\text{УФ}} \varphi_{\text{УФ}}(\lambda), \quad (3.9)$$

де $K_{\text{ч}} = g(\lambda_{\text{чр}}) = 1$, $\lambda_{\text{чр}}$ - робоча довжина хвилі червоного світлодіода;

$K_{\text{син}} = g(\lambda_{\text{син} p}) = 0,51, \lambda_{\text{син} p}$ - робоча довжина хвилі синього світлодіода;
 $K_{\text{зел}} = g(\lambda_{\text{зел} p}) = 0,55, \lambda_{\text{зел} p}$ - робоча довжина хвилі зеленого світлодіода;
 $K_{\text{УФ}} = g(\lambda_{\text{УФ} p}) = 0,31, \lambda_{\text{УФ} p}$ - робоча довжина хвилі ультрафіолетового світлодіода.

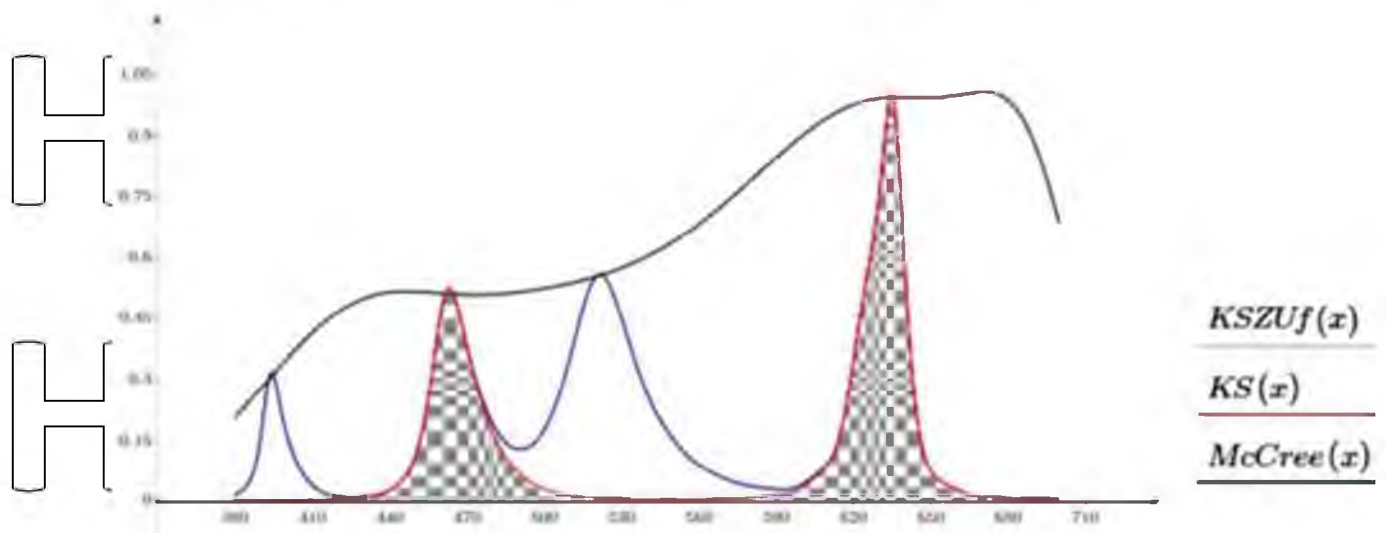


Рис. 3.1. Порівняння розрахованих спектрів сумарної дії чотирьох світлодіодів, спектру дії фотосинтезу та комбінації червоного та синього світлодіодів

Як впливає із отриманого графіка при комбінації цих кольорів, у спектрі сумарної дії все рівно є значні пропуски.

Частка збігу спектрального розподілу енергії в поточному випромінюванні чотирьохколірного світельника з функцією, заснованою на спектрі дії фотосинтезу, така:

$$f_{\text{фотосинтезу}} = \frac{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{фотосинтезу}} \Phi(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{700} g(\lambda) d\lambda} = \frac{59,956}{216,7} = 0,277. \quad (3.10)$$

Нині з'явилися широкосмугові сранижові світлодіоди. Для оранжевого світлодіода отримана така функція спектральної щільності випромінювання (похибка апроксимації 0,041):

$$\varphi_{\text{оранж}}(\lambda) = \frac{2,12 \cos(2,4 + 0,00632\lambda) \cos(1,5 + 0,00632\lambda) - 459 \cos(2,4 + 0,00632\lambda)^3 \cos(1,5 + 0,00632\lambda)}{2,66 \cdot 10^{-3} \cos(5,48 + 0,0118\lambda)} \quad (3.11)$$

Модель для чотирьох кольорів: оранжевий, синій, зелений та УФ така.

$$\Phi_{\text{оранж-син-зел-УФ}}(\lambda) = K_{\text{оранж-син-зел-УФ}} \Phi_{\text{оранж}}(\lambda) + K_{\text{син}} \Phi_{\text{син}}(\lambda) + K_{\text{зел}} \Phi_{\text{зел}}(\lambda) + K_{\text{УФ}} \Phi_{\text{УФ}}(\lambda), \quad (3.12)$$

де $K_{\text{оранж-зел}} = g(\lambda_{\text{оранж}p}) = 0,86$, $\lambda_{\text{оранж}p}$ - робоча довжина хвилі червоного світлодіода;
 $K_{\text{син}} = g(\lambda_{\text{син}p}) = 0,51$, $\lambda_{\text{син}p}$ - робоча довжина хвилі синього світлодіода;

$K_{\text{зел}} = g(\lambda_{\text{зел}p}) = 0,51$, $\lambda_{\text{зел}p}$ - робоча довжина хвилі зеленого світлодіода;

$K_{\text{УФ}} = g(\lambda_{\text{УФ}p}) = 0,31$, $\lambda_{\text{УФ}p}$ - робоча довжина хвилі ультрафіолетового світлодіода.

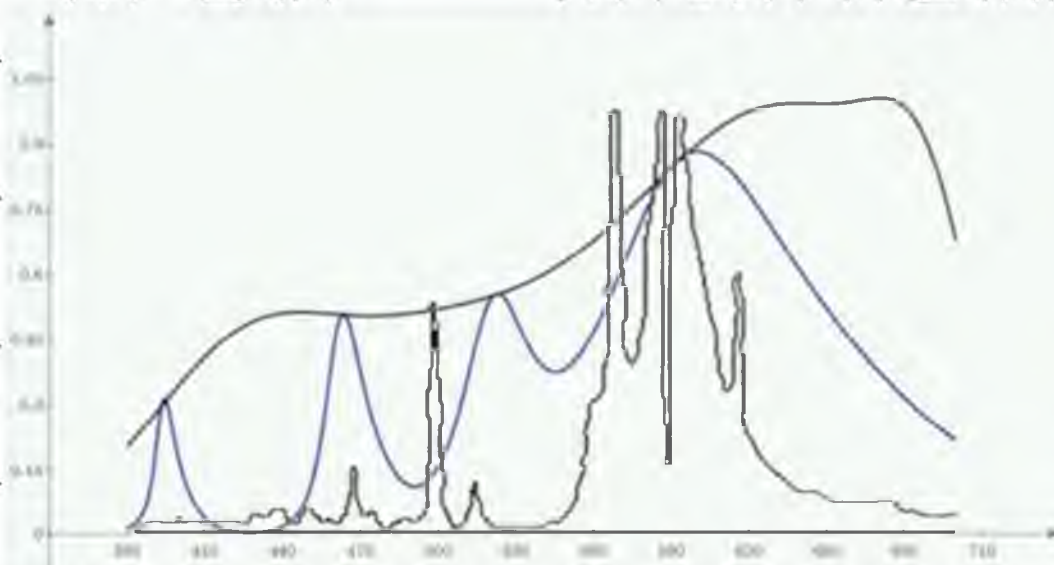


Рис. 3.2 Порівняння спектру сумарної дії чотирьох світлодіодів ламп для опромінення рослин ДНаЗ та спектру дії фотосинтезу

Частка збігу спектрального розподілу енергії в потоці випромінювання чотирикольорового світильника з функцією, заснованої на спектрі дії фотосинтезу, така:

$$\frac{\int_{380}^{700} \Phi_{\text{оранж-син-зел-УФ}} \Phi(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{700} g(\lambda) d\lambda} = \frac{125,02}{215,7} = 0,577. \quad (3.13)$$

Визначимо співвідношення потужностей світлодіодів чотирикольорової моделі:

$$PC_{\text{оранж}} = \frac{\int_{380}^{700} \Phi_{\text{оранж-син-зел-УФ}} K_{\text{оранж}} d\lambda}{\int_{380}^{700} \Phi_{\text{оранж-син-зел-УФ}} d\lambda} \cdot 100\% = 70,4\%$$

$$PC_{\text{син}} = \frac{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{син}} K_{\text{син}} d\lambda}{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{оранж+син+зел+УФ}} d\lambda} \cdot 100\% = 10,8\%$$

$$PC_{\text{зел}} = \frac{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{зел}} K_{\text{зел}} d\lambda}{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{оранж+син+зел+УФ}} d\lambda} \cdot 100\% = 16,1\%$$

$$PC_{\text{УФ}} = \frac{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{УФ}} K_{\text{УФ}} d\lambda}{\int_{380}^{700} \varphi_{\text{оранж+син+зел+УФ}} d\lambda} \cdot 100\% = 3,2\%$$

де $PC_{\text{оранж}}$ - відсоток потужності оранжевого світлодіода в світильнику;

$PC_{\text{син}}$ - відсоток потужності синього світлодіода в світильнику;

$PC_{\text{зел}}$ - відсоток потужності зеленого світлодіода в світильнику;

$PC_{\text{УФ}}$ - відсоток потужності ультрафіолетового світлодіода в світильнику;

З розрахунків видно, що теплична натрієва лампа має частку збігу спектрального розподілу в 2,4 рази менше порівняно з чотириколіровою широкосмуговою системою. Це дозволяє розраховувати на покращення продуктивності рослин і якості продукції при застосуванні нового варіанту опромінювача.

Додавання в модель ще одного кольору (Червоний 660 нм) покращує частку збігу на 6,1 %, але ускладнює систему живлення. Тому для створення широкосмугової системи освітлення на основі кольорових світлодіодів вибираємо чотириколірну систему, яка складається з таких світлодіодів: УФ 400 нм, Синій 470 нм, Зелений 525 нм, Оранжевий 600 нм.

Таблиця 3.1

Дослідження світлодіодних опромінювачів рослин

| Опромінювач | Кількість | Сумарне значення | Частка збігу |
|-------------|-----------|------------------|--------------|
|-------------|-----------|------------------|--------------|

| | кольорів світлодіодів в опромінюва чі | спектрального розподілу енергії джерела світла в спектральному діапазоні ФАР, у.о. | спектрального розподілу джерела світла з функцією, заснованої на спектрі дії фотосинтезу |
|---|---|--|--|
| Червоний+Синій СД | 2 | 34,258 | 0,158 |
| Червоний+Синій + +Зелений+УФ СД | 4 | 59,956 | 0,277 |
| Оранжевий+Синій+ +Зелений+УФ СД | 4 | 125,02 | 0,577 |
| Оранжевий+Синій+ +Зелений+ УФ+Червоний СД | 5 | 138,245 | 0,638 |
| ДНаЗ | - | 48,403 | 0,240 |

* - сумарне значення спектрального розподілу функції, заснованої на спектрі дії фотосинтезу - 216,687 у.о.

3.4. Обґрунтування структури і розрахунок резонансної системи живлення опромінювачів рослин

Для електроживлення системи опромінення розроблена резонансна система живлення, що дозволяє скоротити число проводів. При цьому для кожного кольору буде свій окремий перетворювач.

Резонансна Система живлення складається з перетворювача напруги, (рис.3), лінії електропередачі і зворотного перетворювача, до складу якого входить трансформатор і випрямляч.

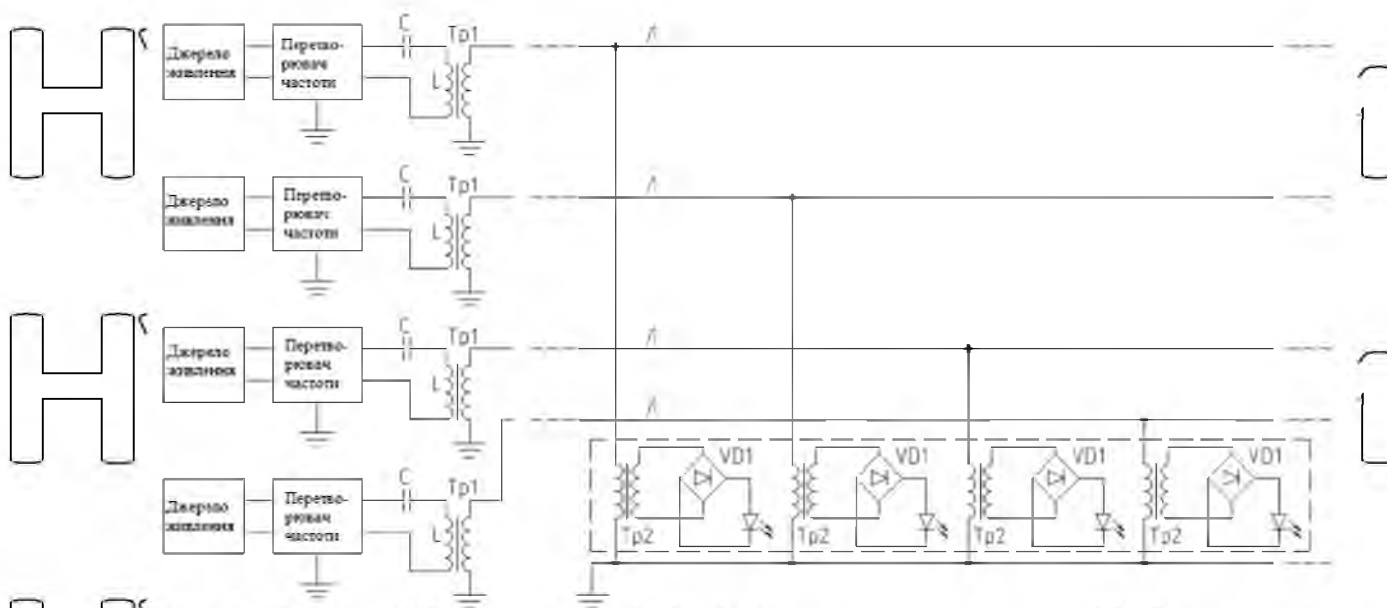


Рис. 3.3. Структурна система резонансної системи живлення світлодіодних опромінювачів

Резонансна система живлення світлодіодів працює так: напруга мережі, що підводиться до перетворювача частоти, перетворюється в напругу високої частоти, і подається на резонансний трансформатор, що складається з LC-контура і вихідної обмотки, з якого подається в лінію, до неї підключені приймальні трансформатори з випрямлячами, від яких живляться світлодіоди.

Для розрахунку резонансної системи живлення входять розрахунок параметрів резонансного трансформатора, вихідної потужності, прийомних трансформаторів і обслуговувальних даних трансформаторів.

Основним реактивним елементом, що задає вихідну потужність резонансного контуру, є ємність:

$$C = \frac{1,3 P_{вих}}{U_{вих} U_{вх} \omega} \quad (3.14)$$

де $P_{вих}$ - потужність передавального перетворювача,

$U_{вих}$ - напруга на LC контурі,

$U_{вх}$ - напруга на вході LC контура (напруга на виході інвертора),

ω - кутова частота ($\omega = 2\pi f$).

З формули Томпсона визначаємо індуктивність

$$C = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \rightarrow I = \frac{1}{\omega^2 C} \quad (3.15)$$

Реактивний струм в контурі:

$$I_{\text{конт}} = \frac{U_{\text{вих}}}{X_C} = U_{\text{вих}} \omega C. \quad (3.16)$$

Розрахунок габаритної потужності осердя визначаємо за формулою:

$$P = 0,44 \frac{S_c S_o f B_{\text{макс}}}{150}, \quad (3.17)$$

$$I_{\text{конт}} = \frac{U_{\text{вих}}}{X_C} = U_{\text{вих}} \omega C$$

де S_c - площа перерізу ($D \times B$), см^2 .

S_o - площа перерізу вікна ($h^2 \times (CD)$), см^2 .

$B_{\text{макс}}$ - магнітна індукція, Тл,

0,44 - коефіцієнт запасу з урахуванням роботи трансформатора в резонансному режимі.

Первинна обмотка повинна бути розрахована на максимальний реактивний струм I , що протікає через неї. Знаючи максимальний реактивний струм I і густину струму в обмотці J (в $\text{А} / \text{мм}^2$), а також площу вікна осердя S_o (в см^2) та коефіцієнту його заповнення K_o , можна визначити за стандартними методиками кількість витків.

Приймальний трансформатор розраховується за відомими методиками.

Оскільки кожен канал має різну максимальну потужність, то розрахунки для них проводяться аналогічним чином окремо.

3.5. Оптимізація параметрів і розробка широкосмугового енергозберігаючого опромінювача

На основі розрахованих спектральних характеристик чотирикольного світильника для відсіку теплиці $6,4 \times 75$ м необхідно мати 100 світильників потужністю 300 Вт, де загальна споживана потужність становить 31,2 кВт. Виходячи із визначеного кольорового співвідношення світлодіодів в опромінювачі буде становити 1 кВт, 3,2 кВт, 5 кВт та 22 кВт для кожного кольору

окремо, при цьому напруга в лінії електропередачі становить 950 В.

Розраховані параметри передавального резонансного трансформатора, розраховані за формулами (3.14) – (3.17), наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

| Найменування параметра | Ємність, С, мкФ | Індуктивність, L, мГн | Реактивний струм в контурі, І _{конт} , А | Напруга в контурі, U, В | Резонансна частота, f, кГц |
|------------------------|-----------------|-----------------------|---|-------------------------|----------------------------|
| для 1 кВт | 0,05 | 8,42 | 4,73 | 2000 | 8 |
| для 3,2 кВт | 0,15 | 2,632 | 15,1 | | |
| для 5 кВт | 0,24 | 1,684 | 23,6 | | |
| для 22 кВт | 1,04 | 0,383 | 104 | | |

Для кожного каналу розрахований передавальний трансформатор з запасом за потужністю, обрані осердя (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

| Канал з довжиною хвилі | Потужність каналу P, Вт | Осердя-конфігурації "EE" | Габаритна потужність осердя P, Вт | Число витків первинної обмотки W1 | Зазор осердя 6, мм | Число витків вторинної обмотки W2 |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 400 нм | 1000 | EE110/18,5 | 1069 | 199,5 | 3,9 | 94,2 |
| 470 нм | 3200 | EE128 | 3460 | 82,1 | 5,2 | 38,8 |
| 525 нм | 5000 | EE160A | 6848 | 85,2 | 8,4 | 40,2 |
| 600 нм | 22000 | EE240 | 22735 | 54,8 | 23,8 | 25,9 |

Для світильників розраховані приймальні трансформатори для кожного каналу (табл. 3.4)

Таблиця 3.4

| Канал для колорьора світлодіода | Осердя конфігурації "Ш" | Габаритна потужність осердя P, Вт | Число витків первинної обмотки W1 | Струм первинної обмотки I _{вх} , А | Струм вторинної обмотки I _{вих} , А | Переріз провона первинної обмотки S _{вх} , мм ² | Переріз провона вторинної обмотки S _{вих} , мм ² | Число витків вторинної обмотки W2 |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|--|---|--|-----------------------------------|
| 400 нм | Ш7x7 | 15,88 | 2870 | 0,018 | 0,66 | 0,005 | 0,19 | 76,5 |
| 470 нм | Ш10x10 | 59,13 | 1406 | 0,066 | 2,46 | 0,019 | 0,71 | 37,5 |
| 525 нм | Ш10x10 | 59,13 | 1406 | 0,066 | 2,46 | 0,019 | 0,71 | 37,5 |
| 600 нм | Ш16x20 | 380,27 | 439,5 | 0,423 | 15,8 | 0,122 | 4,58 | 11,7 |

Світильники підвісні зі світлодіодними джерелами світла. Корпус з АБС сополімеру, знімна металева панель, на якій розташовані світлодіоди. Розсіювач - ударостійкий полкарбонат.

Споживана потужність світильника для опромінення 20 Вт/м² ФАР тановить 300 Вт.

Для кращої рівномірності освітленості необхідно розрахувати оптичний кут опромінювача. Розрахунок зроблений на прикладі фрагмента теплиці 3м на 4 м з висотою підвісу світильників 2 м. Мінімальний радіус опромінення розрахуємо за формулою:

$$R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} = \frac{\sqrt{1,5^2 + 2^2}}{2} = 1,25 \text{ м.} \quad (3.18)$$

де a - половина ширини фрагменту теплиці; b - половина довжини фрагменту теплиці.

Обчислимо кут розсіювання лінзи світильника:

$$\frac{a}{2} = \frac{R}{H} = \frac{1,25}{2} = 0,625 \rightarrow \frac{\alpha}{2} = 32^\circ \rightarrow \alpha = 64^\circ \quad (3.19)$$

Для рівномірного опромінення площі 12 м^2 необхідно розмістити 4 джерела світла так, щоб радіус освітлення від кожного світильника був $1,25 \text{ м}$.

Для цього при висоті підвісу $1,5 \text{ м}$ відстань між опромінювачами повинна бути $1,5 \text{ м}$, а між рядами опромінювачів

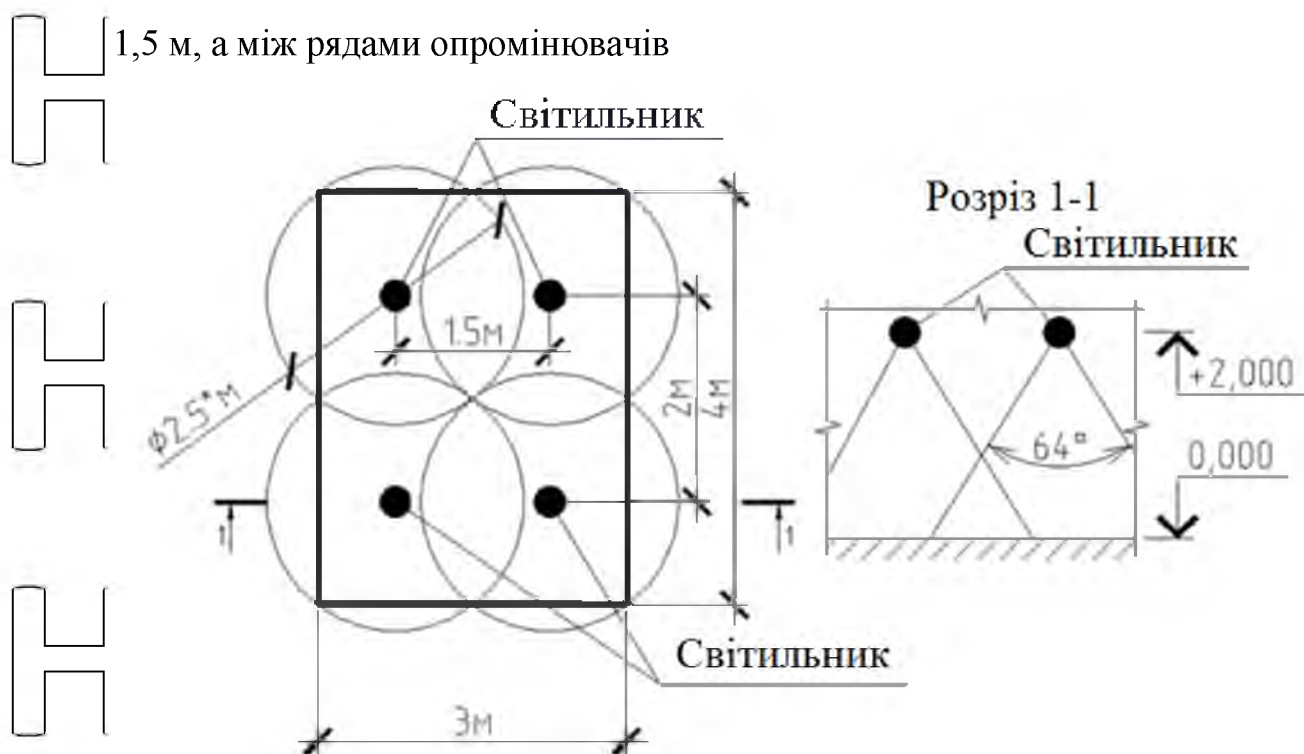


Рис. 3.4. Розміщення опромінювачів у фрагменті теплиці

Отже, використовуючи 4 опромінювача, необхідно отримати опроміненість $(E) - 10000 \text{ лм/м}^2$ (20 Вт/м^2 ФАР). Розрахунок опроміненості проводимо з використанням коефіцієнта використання світлового потоку:

$$E = N \frac{F}{S} K_z, \quad (3.20)$$

де N - кількість світильників; F - світловіддача; S - площа; K_z - коефіцієнт запасу.

Знайдемо необхідний потік опромінення:

$$F = \frac{ES}{LK} = \frac{10000 \times 0,0}{4 \times 1,} = 20000 \text{ лм}$$
 Таким чином, для забезпечення необхідної опроміненості фрагмента теплиці площею 12 м² необхідно мати 4 світильника з лінзами розсіювання в 64°,

у складі яких 4 світлодіодних матриці (оранжевий, синій, зелений і УФ) загальною потужністю 300 Вт.

3.6. Результати експериментальних досліджень світлодіодної системи опромінення рослин з резонансною системою електроживлення

Лабораторні випробування проводилися для порівняння інтенсивності потоку випромінювання тепличного опромінювача ЖСП 10-600 "AGRO" на основі натрієвої лампи високого тиску ДНаЗ-600 і нової багатоканальної широкосмугової світлодіодної системи опромінення рослин потужністю 100 Вт, що містить світлодіоди з довжинами хвиль 400 нм, 470 нм, 525 нм і 600 нм, з оптимальним співвідношенням потужностей 3,2 %; 10,3 %; 16,1 %; 70,4 % відповідно.

Для оцінки корисної потужності використовувався прилад-індикатор потужності ФАР. Від натрієвих газорозрядних ламп високого тиску потужністю 600 Вт опроміненість ФАР на відстані 1,5 м склала 18,9 Вт/м² ФАР, а опроміненість від нової системи потужністю 100 Вт склала 8,4 Вт/м² ФАР. З цього випливає, що ефективність нової системи приблизно в 2 рази більше, що дозволить значно скоротити витрату електроенергії на опромінення рослин в теплицях, використовуючи світлодіодні опромінювачі потужністю 300 Вт.

У двох теплицях з однаковими параметрами були засіяні кріп, петрушка і салат. У першій теплиці отримували тільки природне світло протягом 10 годин, у другій теплиці світловий день з додатковим опроміненням потужністю 50 Вт становив 15 годин. Система освітлення забезпечувала додаткове опромінення 8,4 Вт/м² ФАР (2500 лк) при висоті підвісу 0,45. Оцінку потужності світильника проводили приладом-індикатором потужності фотосинтезно-активної радіації.

Протягом 33 днів були отримані дані, відображені в табл. 4.5. Ріст салату

"Московський парниковий" і петрушки "Італійський гігант" при природному освітленні в теплиці були приблизно в півтора рази менші порівняно з салатом і петрушкою, опроміненними додатково (рис. 3.6, а, б). Результати досвічування кропу "Алігатор" показують майже подвійну перевагу в розмірах досвічених рослин проти тих, які отримали тільки природне світло. (рис. 3.6, в).



Рис. 3.5. Експериментальні світлодіодні світильники

За увесь період випробувань витрата електроенергії склала 24,75 кВт·год на м². Період вегетації рослин, що знаходилися під додатковим опроміненням, скоротився приблизно на 5 днів.

Результати спостереження росту рослин

| Культура | Тип опромінення | 19 день | 26 день | 33 день |
|----------|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| Кріп | Природне освітлення+доосвічування | 40мм | 55мм | 80мм |
| | Природне освітлення | 20мм | 30мм | 55мм |
| Салат | Природне освітлення+доосвічування | 30мм | 40мм | 65мм |
| | Природне освітлення | 20мм | 25мм | 50мм |
| Петрушка | Природне освітлення+доосвічування | 5 мм | 25мм | 35мм |
| | Природше освітлення | 2мм | 15мм | 22мм |

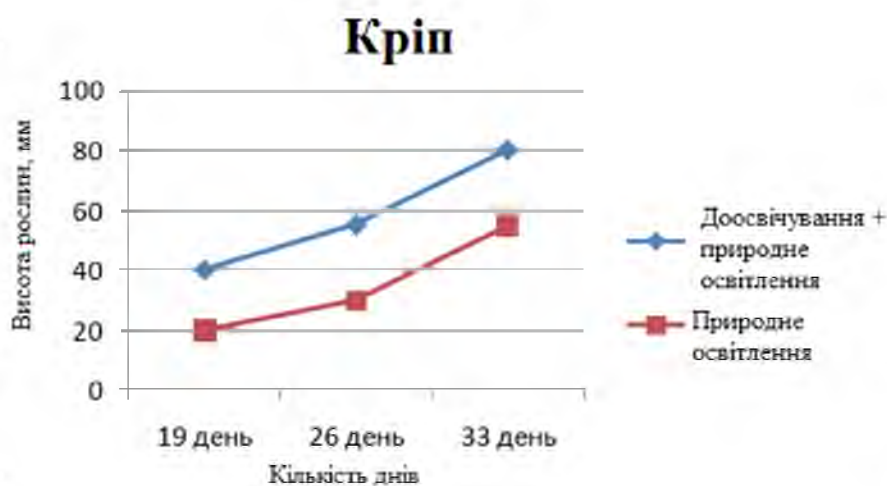
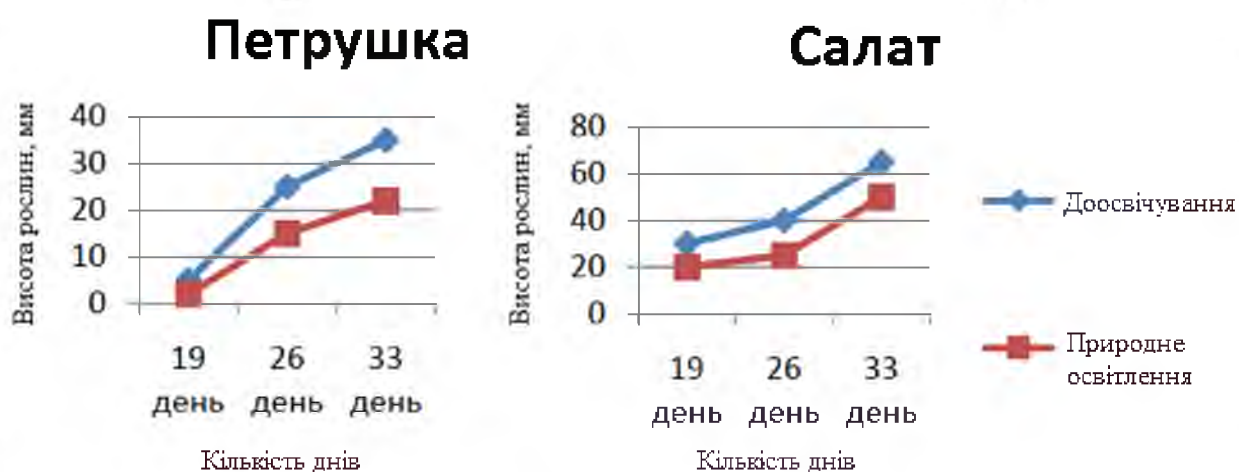


Рис. 3.6. Біометричні показники рослин при природньому освітленні та світлодіодній системі опромінення

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

4.1. Розрахунок електронавантажень, вибір джерела живлення

Для визначення потужності на ввіді в теплицю користуємось методом графіків. Метод графіків передбачає складання технологічного графіка роботи електрообладнання, яке встановлене в теплиці, з показниками значень споживаної потужності, яка визначається за формулою.

$$P_{сп}=(P_n \cdot k_3)/\eta, \text{ кВт}; \quad (4.1)$$

де k_3 – коефіцієнт завантаження;

P_n – номінальна потужність двигуна;

η – ККД двигуна.

Складаємо технологічний графік роботи електрообладнання (таблиця 4.1)

Таблиця 4.1

Технологічний графік роботи електрообладнання

| Найменування операції. | Тип робочої машини. | Руст., кВт. | η , ККД. | Кз. | Рспож. КВт. | Час роботи, год. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|-------------|---------------|-----|-------------|------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-24 | | | | | |
| Опромінення рослин | СД | 115 | - | - | 115 | 6 | 6-9 | ----- | | | | | | | | | | | | | | | | 17-20 | ----- | | | | | | | |
| Ел.двигун насоса подачі води | КМ 20/18а | 1,5 | 0,81 | 0,7 | 2,6 | 4 | 8-9 | ----- | | | | | | | | | | | 11-12 | ----- | | | | | | 17-18 | ----- | | | | | |
| Обігрів повітря теплиці | АНВС-70 | 135 | 0,8 | 0,7 | 118,1 | 24 | 0-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Освітлення приміщень | - | 5,46 | - | - | 5,46 | 4 | 7-9 | ----- | | | | | | | | | | | | | | | | 17-19 | ----- | | | | | | | |
| Вентиляція теплиць | МЭМТ-10 | 42 | 0,8 | 0,7 | 36,8 | 2 | ----- | | | | | | | | | | | 10-11 | ----- | | | | | | 14-15 | ----- | | | | | | |

Визначаємо погодинний максимум електронавантажень за графіком у тому місці ділянки, де за півгодини споживається потужність найбільша.

$$P_{\max} = 238,6 \text{ кВт.}$$

Потужність трансформаторної підстанції визначаємо за формулою:

$$S_{\text{т}} := \sqrt{(1,06 \cdot P)^2 + Q^2} \quad (4.2)$$

$$S := \sqrt{(1,06 \cdot 238,6)^2 + 210,4^2}$$

$$S := 329 \text{ кВА} \quad (4.3)$$

де Q – реактивна потужність, $Q = 210,4$ кВАр.

Вибираємо трансформаторну підстанцію КТП250-10/0,4 з трансформатором ТМ-250, яка відповідає вибору трансформаторної підстанції за економічними інтервалами:

$$241 \leq 329 \leq 375.$$

4.2. Розрахунок електромережі 0,38 кВ

Кабель вибираємо із умови:

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{макс.тр.}}, \quad (4.4)$$

де $I_{\text{доп.}}$ – допустимий струм, А;

$$I_{\text{макс.тр.}} = \frac{10^3 \cdot P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \Phi} \quad (4.5)$$

де $I_{\text{макс.тр.}}$ – максимальний тривалий робочий струм, А.

Удвід електричної енергії від ТП до розподільчого щита здійснюється трьома кабелями АНРГ 3x50+1x25. $I_{\text{доп.}} = 175$ А, $I_{\text{макс.тр.}} = 161$ А.

Втрати напруги (в процентах), з урахуванням індуктивних опорів проводів розраховуємо за формулою:

$$\Delta U_{\text{л}}, \% = (100 \cdot (r_0 \cdot P + x_0 \cdot Q) / U_{\text{н}}^2) \quad (4.6)$$

де r_0 та x_0 – активний та індуктивний опір, Ом/км ($r_0 = 0,4340$ Ом/км);

P – активна потужність, $P=79,5$ кВт;

Q – реактивна потужність;

l – довжина лінії, км ($l=200\text{м}=0,2\text{км}$);

U_n – номінальна лінійна напруга електромережі, В ($U_n=380\text{В}$).

$$\Delta U_{л, \%} = (100 \cdot 0,434 \cdot 79,5 \cdot 0,2 \cdot 10^3) / 380^2 = 4,8 \%$$

Умова допустимої втраги напруги виконується.

4.3 Перевірка мережі 0,38кВ на допустиме зниження напруги при

запуску електричного двигуна із коротко-замкненим ротором

Найбільш потужним є двигун привода насоса АИР180S4У2, $P_n=22$ кВт.

Номінальний пуск двигуна можливий при умові, якщо фактичне відхилення (зниження) напруги на його затискачах $\Delta V_{ф.н.}$ не перевищує

максимально допустимого $\Delta V_{доп.н.}$, тобто $\Delta V_{ф.н.} \leq \Delta V_{доп.н.}$. Якщо ця умова не

виконується, то слід зменшити втрати напруги в електромережі, збільшивши перерізи проводів, застосовуючи двигуни з фазним ротором, тощо.

Фактичне зниження напруги на затискачах електродвигуна під час його пуску $\Delta U_{ф.}$, визначають як алгебраїчну суму відхилення напруги $\Delta U_{в.}$, на шинах

10кВ споживчої ТП 10/0,4 кВ, надбавки напруги $\Delta V_{т.}$ на трансформаторі цієї підстанції, сумарних втрат напруги $\Delta U_{п.}$, створених пусковим струмом, у

трансформаторі та на всіх ділянках лінії 0,38кВ від підстанції до затискачів двигуна, втрат напруги в трансформаторі $\Delta U_{т.}$ у лінії 0,38кВ $\Delta U_{л.}$, створених

попередньо ввімкненим навантаженням, тобто:

$$\Delta V_{ф.} = (\pm \Delta V_{в.}) + \Delta V_{т.} - \Delta U_{п.} - \Delta U_{т.} - \Delta U_{л.}, \quad (4.7)$$

Таблиця допустимих відхилень напруги складена для трансформаторної підстанції.

Таблиця 4.2

Відхилення та втрати напруги в електромережі

| Елементи розрахунку | Навантаження, % | |
|---|-----------------|------|
| | 100 | 25 |
| Шини 10кВ ТП35/10 кВ: | | |
| Відхилення напруги | +5 | 0 |
| Допустимі втрати напруги в лінії 10кВ | -6 | -1,5 |
| Трансформатор споживчої ТП 10/0,4кВ: | | |
| надбавка | +7,5 | +7,5 |
| втрати | -4 | -1 |
| Допустимі втрати напруги в лінії 380/220 В | -7,5 | 0 |
| Відхилення напруги на затискачах електроприймачів | -5 | +5 |

Втрати напруги в електромережі (в процентах), створені пусковим струмом визначаємо за формулою:

$$\Delta U_{\text{п}}\% = ((Z_{\text{T}} + Z_{\text{л}}) / (Z_{\text{T}} + Z_{\text{л}} + Z_{\text{дв}})) \cdot 100, \quad (4.8)$$

де Z_{T} – повний опір трансформатора, Ом;

$Z_{\text{л}}$ – повний опір лінії 0,38кВ від трансформатора до затискачів двигуна, пуск якого здійснюється, Ом;

$Z_{\text{дв}}$ – повний опір короткого замикання електродвигуна, Ом.

Повний опір трансформатора, Ом:

$$Z_{\text{T}} = (U_{\text{н.ф.}} \cdot U_{\text{к.з.}}\%) / (100 \cdot I_{\text{н.ф.}}), \quad (4.9)$$

де $U_{\text{н.ф.}}$ і $I_{\text{н.ф.}}$ – номінальні фазні значення напруги, В і струму, А трансформатора;

$U_{\text{к.з.}}\%$ – напруга к.з. трансформатора, %.

$$Z_{\text{T}} = (220 \cdot 4,5) / (100 \cdot 380) = 0,026 \text{ Ом},$$

Повний опір лінії, Ом:

$$Z_{\text{л}} := \sqrt{(r_0 \cdot l)^2 + (x_0 \cdot l)^2} \quad (4.10)$$

де r_0 і x_0 – активний та індуктивний опір лінії, Ом/км;

l – довжина ділянки, км.

$Z = \sqrt{(0,434 \cdot 0,2)^2 + (3,1 \cdot 0,03)^2} = 0,2 \text{ Ом}$
 Внутрішня проводка виконана кабелем АНРГ 3х10+1х6.
 Повний опір короткого замикання двигуна, Ом:

$$Z_{дв} = (U_{н.ф.}) / (k_i \cdot I_{н.ф.}), \quad (4.11)$$

де k_i – кратність пускового струму двигуна;

$U_{н.ф.}$ і $I_{н.ф.}$ – номінальні фазні значення напруги, В і струму, А двигуна:

$$U_{н.ф.} = 220 \text{ В}, \quad I_{н.ф.} = 42 \text{ А}$$

$$Z_{дв} = (220) / (7 \cdot 42) = 0,75 \text{ Ом},$$

$$\Delta U_{л\%} = ((0,026 + 0,2) / (0,026 + 0,2 + 0,75)) \cdot 100 = 23 \%,$$

Втрати у попередньо навантаженій лінії:

$$\Delta U_{л\%} = (100 \cdot 0,434 \cdot 37,5 \cdot 0,2 \cdot 10^3) / 380^2 = 2,25\%$$

Втрати напруги в обмотках трансформатора:

$$\Delta U_{т} = (S_{м} / S_{н}) \cdot (U_{а*} \cdot \cos\varphi + U_{р*} \cdot \sin\varphi), \quad (4.12)$$

де $S_{м}$ – максимальна потужність навантаження, кВА;

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

$U_{а*}$ – активна складова напруги короткого замикання трансформатора, %;

$U_{р*}$ – реактивна складова напруги к.з. трансформатора, %;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності навантаження, $\cos\varphi = 0,8$.

Активна складова напруги к.з., %:

$$\Delta U_{а*} = (\Delta P_{м} / S_{н}) \cdot 100, \quad (4.13)$$

де $\Delta P_{м}$ – втрати потужності у міді трансформатора, $\Delta P_{м} = 3,7$ кВт.

$$\Delta U_{а*} = (3,7 / 250) \cdot 100 = 1,48 \, \%$$

Реактивна складова напруги к.з. трансформатора:

$$\Delta U_{р*} = \sqrt{(U_{к.з.*})^2 - (U_{а*})^2}, \quad (4.14)$$

де $U_{к.з.*}$ – напруга к.з. трансформатора, % ($U_{к.з.*} = 4,5 \, \%$).

$$\Delta U_{р*} = \sqrt{(4,5)^2 - (1,48)^2} = 4,25 \, \%$$

$$\Delta U_{т} = (329 / 250) \cdot (1,48 \cdot 0,8 + 4,25 \cdot 0,6) = 4,9 \, \%$$

Фактичне зниження напруги:

$$\Delta V_{ф.} = (5 - 6) \cdot 7,5 - 23 - 4,9 - 2,25 = -23,65 \, \%$$

Максимально допустиме зниження напруги на зажимах електродвигуна, пуск якого здійснюється, %:

$$\Delta U_{\text{дол}} = \left(1 - \sqrt{\frac{M_{зр} + M_{над}}{M_n}} \right) \cdot 100, \quad (4.15)$$

де $M_{зр}$ – момент зрушення робочої машини, Н·м;

$M_{над}$ – надлишковий момент двигуна, потрібний для забезпечення необхідного прискорення агрегату під час пуску, Н·м;

M_n – номінальний пусковий момент двигуна, Н·м.

Приймають, що надлишковий момент дорівнює 20...30 % номінального моменту M_n .

$$\Delta U_{\text{дол}} = \left(1 - \sqrt{\frac{0,65 + 0,3}{1,7}} \right) \cdot 100 = 25\%. \quad (4.16)$$

Фактичне відхилення напруги на затискачах двигуна ΔV_f не перевищує максимально допустимого значення $\Delta V_{\text{доп}}$, тобто $23,65\% \leq 25\%$.

4.4. Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах короткого замикання

Розрахунок ведемо для найбільш віддаленого двигуна – двигуна калориферної установки. Апарати захисту у всіх режимах повинні забезпечувати вимикання небезпечної ділянки при короткому замиканні в кінці лінії, яку вони захищають.

Вибраний автоматичний вимикач, яким виконується захист, ВА51Г2534 має $I_{н.р.} = 4$ А, $I_{відс.} = 14 I_{н.р.}$

Умова перевірки для електромагнітного розніплювача:

$$I_{к.з.} \geq K_з \cdot K_{р.} \cdot I_{відс.}, \text{ А}, \quad (4.17)$$

де $K_з$ – коефіцієнт запасу, $K_з = 1,1$;

$K_{р.}$ – коефіцієнт розкиду струмів, $K_{р.} = 1,2$.

$$I_{к.з.} \geq 1,1 \cdot 1,2 \cdot 14 \cdot 4 = 73,9 \text{ А.}$$

Струм $I_{к.з.}$ розраховуємо за формулою:

$$I_{к.з.} = (U_{ф}) / ((Z_{тр./3}) + Z_{петлі}), \text{ А}, \quad (4.18)$$

де $R_{тр.}$ – повний опір трансформатора при замиканні на корпус, Ом;

$Z_{петлі}$ – опір петлі фаза-нуль, Ом.

$$Z_{тр./3} = 26 / S_{тр} = 26 / 250 = 0,104 \text{ Ом}. \quad (4.19)$$

$$\text{Опір петлі: } R_{петлі} = \sqrt{(\sum R_{п})^2 + (\sum X_{п})^2}, \text{ Ом},$$

де $\sum R_{п} = R_{ф.} + R_{н.} + R_{кон.}$ – сума активних опорів, Ом;

$\sum X_{п}$ – сума реактивних опорів, Ом.

Опір фазного проводу:

$$R_{ф.} = k_t \cdot \rho_{20} \cdot (l/S) \quad (4.20)$$

де ρ_{20} – питомий опір провуда при температурі 20°C;

k_t – температурний коефіцієнт, $k_t = 1 + \alpha \cdot (t - 20)$.

$$k_t = 1 + 0,004 \cdot (65 - 20) = 1,18$$

$$R_{ф1.} = 1,18 \cdot 31,4 \cdot (0,2/50) = 0,148 \text{ Ом}.$$

$$R_{ф1.} = 1,18 \cdot 31,4 \cdot (0,35/50) = 0,69 \text{ Ом}.$$

Опори нульових проводів:

$$R_{н1.} = 1,18 \cdot 31,4 \cdot (0,2/25) = 0,3 \text{ Ом}.$$

$$R_{н1.} = 1,18 \cdot 31,4 \cdot (0,25/10) = 1,3 \text{ Ом}.$$

Опір перехідних контактів апаратів:

$$\sum R_{конт.} = 0,015 + 0,02 + 0,03 = 0,065 \text{ Ом}$$

Для кабелів з алюмінієвими жилами:

$$Z_{п.} = \sum R_{п.} = 0,148 + 0,69 + 0,3 + 1,3 + 0,065 = 2,5 \text{ Ом}.$$

$$I_{к.з.} = (220) / (0,104 + 2,5) = 84,5 \text{ А},$$

$84,5 > 73,9$ – умова виконується.

Струм трифазного короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{к.з.} = U_{л.} / (\sqrt{3} \cdot Z_{к.з.}), \quad (4.21)$$

де $Z_{к.з.} = \sqrt{(R_{т.} + R_{ф.})^2 + (X_{т.} + X_{ф.})^2}$, Ом.

Повний опір трансформатора: $Z_{т.} = 0,026$ Ом;

$$R_{т.} = (\Delta P_{м.} \cdot U_{л.}^2) / S_{н.}^2 \quad (4.22)$$

$$X_{т.} = \sqrt{(Z_{т.})^2 - (R_{т.})^2}, \quad (4.23)$$

де $\Delta P_{м.}$ – втрати к.з. трансформатора, $\Delta P_{м.} = 3,7$ кВт.

$$R_T = (3,7 \cdot 400^2 \cdot 10^3) / (50^2 \cdot 1000^2) = 0,0095 \text{ Ом}$$

$$X_T = \sqrt{(0,026)^2 - (0,0095)^2} = 0,024 \text{ Ом}$$

Тоді

$$\Sigma R_{к.} = 0,148 + 0,69 + 0,0095 = 0,848 \text{ Ом},$$

$$I_{кз} = \frac{400}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{0,484^2 + 0,024^2}}} = 272,2 \text{ А}$$

Гранично вимикаюча здібність автоматичного вимикача:

$$I_{\text{гран.вим.}} \geq I_{кз.}$$

Для автоматичного вимикача ВА5П-25-34, $I_{\text{розч.}} = 4 \text{ А}$, $I_{\text{гран.вим.}} = 1,5 \text{ кА}$.
Отже умова $1,5 \text{ кА} \geq 272,2 \text{ А}$ виконується.

Струм трифазного короткого замикання на шинах трансформатора:

$$I_{кз.} = U_L / (\sqrt{3} \cdot Z_T), \quad (4.24)$$

$$I_{кз.} = 400 / (\sqrt{3} \cdot 0,026) = 8,89 \text{ кА}$$

Для автоматичного вимикача ВА5Г-33 $I_{\text{гран.вим.}} = 12,5 \text{ кА}$. Отже, умова
 $I_{\text{гран.вим.}} \geq I_{кз.}$ виконується, тобто $12,5 \text{ кА} \geq 8,89 \text{ кА}$.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

5.1. Заходи з монтажу та налагодження електрообладнання

При розміщенні установок систем електрообладнання та автоматизації необхідно враховувати вимоги до монтажу електрообладнання, які встановлені згідно з державними стандартами, технічними умовами та іншими нормативними документами, а також технічною документацією заводів-виробників обладнання.

В процесі розміщення установок систем електрообладнання та автоматизації необхідно враховувати, що біля кожної установки повинно залишатися місце для розміщення контрольних пристроїв та огляду обслуговуючим персоналом технічної документації в процесі виконання ремонтних та профілактичних робіт. Щити і пульти слід розміщувати в місцях, передбачених проектом. Щити кріплять до конструкцій, фундаменту і між собою тільки роз'ємними з'єднаннями. В середині щитів монтують прилади, виконують внутрішньощитові з'єднання і під'єднують зовнішні проводки. Вводи у щити і пульти виконують через труби, захисні гільзи. Проводи і труби в місцях приєднання до приладів і клемних наборів, а також прилади маркують в залежності із монтажною схемою.

Змонтовані щити і пульти заземлюють (при підведенні напруги 36В змінного і 110В постійного струму, а також всі щити і пульти у вибухонебезпечних установках).

Прилади і засоби автоматизації приймають у монтаж тільки після проходження стендової перевірки, при наявності протоколу перевірки за діючою формою.

При наявності вібрації у місцях встановлення приладів гвинтові кріпильні деталі повинні мати пристосування, що виключають самовідгвинчування (пружинні шайби, контргайки, шпінти).

Виконавчі механізми встановлюють після розміщення регулюючих органів. При їх встановленні повинно бути забезпечене вірно взаємне розташування осей і валів, яке виключало б перекоси і заїдання при роботі.

Внутрішні з'єднання виконуються за допомогою екранованих або неекранованих кабелів, ізольованих проводів, які прокладаються в трубах для захисту проти механічних пошкоджень і безпосереднього контакту із навколишнім середовищем, причому використовують тільки проводи із мідними жилами. Всередині розподільчих щитів, ящиків та шаф проводи не захищаються, вони збираються у джгути і прокладаються у відкритих каналах, які виконані із

пластмаси.

Для видалення конденсату із захисних труб їх прокладають під нахилом 1 до 100 у сторону фітінгів і пробок.

Проводи, якими постачається напруга, а також які з'єднують датчики із приймачами контрольних пунктів, повинні мати діаметр не менше 1,5мм.

Силові кола повинні бути виділені, а кола керування, сигнальні кола можуть бути з'єднані в загальний екранований, або броньований кабель.

Кабелі і проводи прокладають згідно із проектом такими способами: по конструкціям, в лотках, коробках і кабельному колекторі. Кабелі прокладають в землі. При цьому на дно роблять підсіпку із піску або просіяної землі шаром не менше 100мм. Глибина закладання кабелю не менше 0,7м.

Для визначення кінців проводів і жил кабелів застосовують схеми для продзвонки проводів і кабелів. Знайдені кінці маркують спеціальними маркуючими колодками. Після закінчення монтажу проводки оглядають і випробують.

5.2. Визначення об'єму робіт з експлуатації електрообладнання і кількість обслуговуючого персоналу

Розрахунок об'єму робіт з обслуговування електрообладнання із використанням системи умовних одиниць проводиться на основі підсумків його

інвентаризації. При цьому слід враховувати умову експлуатації, сезонність використання обладнання, кількість робочих змін для електроприводів, особливості конструкції, тощо.

Таблиця 5.1

Розрахунок об'єму робіт з обслуговування електрообладнання

| Виробниче приміщення, назва обладнання | Кількість обладнання | Перевідний коefficient | Поправочні коефіцієнти при роботі обладнання | | | Кількість умовних одиниць |
|---|-------------------------|---------------------------|---|----------------|----------|---------------------------------|
| | | | Менше 4 місяців в році | Електроприводи | | |
| | | | | < 6 г/добу | > 10 діб | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Теплиці № 1-3 | | | | | | |
| Ел.двигун до 10кВт | 60 | 1,28 | 0,85 | - | - | 65,28 |
| Вентилятор калорифера | 60 | 1,5 | - | - | - | 90 |
| Насоси | 30 | 4,8 | - | - | - | 144 |
| Ел.двигун до 10кВт | 30 | 1,28 | 0,85 | - | - | 32,64 |
| Освітлення | 120 | 1,4 | - | - | - | 16,8 |
| Опромінювачі ОІ-400 | 2400 | 1,61 | - | - | - | 368,4 |
| Теплиці № 4-6 | | | | | | |
| Ел.двигун до 10кВт | 20 | 1,28 | 0,85 | - | - | 10,88 |
| Вентилятор калорифера | 20 | 1,5 | - | - | - | 19,8 |
| Насоси | 10 | 4,8 | - | - | - | 4,8 |
| Ел.двигун | 10 | 1,28 | 0,85 | - | - | 10,88 |
| Опромінювальна установка ОІ-400М | 120 | 1,65 | - | - | - | 19,8 |
| Освітлення | 40 | 1,4 | - | - | - | 5,6 |
| Котельня | 1 | | | | | 171,9 |
| Зварювальний цех | | | | | | |
| Зварювальний тр-р >300А | 2 | 1,24 | 0,85 | - | - | 2,11 |
| Генератор до 300А | 2 | 2,88 | 0,85 | - | - | 4,89 |
| Освітлення | 5 | 0,99 | - | - | - | 4,95 |
| Токарний цех | | | | | | |
| Ел.двигуни до 10кВт | 6 | 1,28 | 0,85 | - | - | 10,88 |
| Освітлення | 12 | 0,65 | - | - | - | 7,8 |
| Столярний цех | | | | | | |
| Ел.двигуни до 10кВт | 6 | 0,92 | 0,85 | - | - | 4,69 |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------|----|------|------|---|---|---|---------|
| Освітлення | 5 | 0,91 | - | - | - | - | 4,55 |
| Вагова | | | | | | | |
| Освітлення | 5 | 0,99 | - | - | - | - | 2,48 |
| Хімічний склад | | | | | | | |
| Ел.двигуни до 1кВт | 6 | 0,68 | 0,85 | - | - | - | 2,99 |
| Ел.двигуни до 10кВт | 8 | 0,92 | 0,85 | - | - | - | 5,15 |
| Освітлення | 20 | 1,41 | - | - | - | - | 2,82 |
| Столова | | | | | | | |
| Ел.двигуни до 1кВт | 4 | 0,68 | 0,85 | - | - | - | 2,99 |
| Ел.плита | 1 | 0,25 | - | - | - | - | 0,25 |
| Ел.водонагрівач з ТЕНом | 1 | 1,09 | - | - | - | - | 1,09 |
| Освітлення | 15 | 0,91 | - | - | - | - | 1,37 |
| Склад ПММ | | | | | | | |
| Ел.двигуни до 10кВт | 3 | 1,28 | 0,85 | - | - | - | 3,26 |
| Освітлення | 10 | 1,4 | - | - | - | - | 1,4 |
| Машинний двір | | | | | | | |
| Водонагрівач | 1 | 1,66 | - | - | - | - | 1,66 |
| Освітлення | 20 | 0,65 | - | - | - | - | 1,3 |
| Майстерня | | | | | | | |
| Ел.двигуни до 10кВт | 5 | 0,61 | 0,85 | - | - | - | 2,59 |
| Ел.двигуни до 40кВт | 2 | 0,72 | 0,85 | - | - | - | 1,22 |
| Вентилятори | 2 | 0,7 | - | - | - | - | 1,4 |
| Ел.вулканізатори | 2 | 0,29 | - | - | - | - | 0,58 |
| Зварювальний тр-р до300А | 1 | 0,99 | - | - | - | - | 0,99 |
| Водонагрівач | 1 | 1,66 | - | - | - | - | 1,66 |
| Ел.калорифер | 1 | 3,16 | - | - | - | - | 3,16 |
| Випрямляч зарядний | 4 | 1,53 | - | - | - | - | 2,12 |
| Освітлення | 40 | 0,91 | - | - | - | - | 3,64 |
| Ел.калорифер майстерні | | | | | | | |
| Ел.двигуни до 10кВт | 4 | 0,61 | 0,85 | - | - | - | 2,07 |
| Випрямлячі зарядні | 2 | 1,84 | - | - | - | - | 3,68 |
| Освітлення | 10 | 0,65 | - | - | - | - | 0,65 |
| Трансформаторні підстанції | 4 | 3,5 | - | - | - | - | 14 |
| ВСЬОГО | | | | | | | 1176,49 |

НУБІП України

Таблиця 5.2. Розрахунок трудозатрат на виконання ТО і ПР

| Назва приміщення, обладнання | Характеристика обладнання | | | Кількість, шт (для про- воду, кг) | Категорія приміщення за умовами навколишньо- го середовища | Трудомісткість виконання одного, люд./год | | Кількість плануючих на рік | | Річні затрати на виконання | |
|---------------------------------|---------------------------|---|-----------------------|--|--|---|------|----------------------------------|-----|-------------------------------|--------|
| | Тип | Р _н , кВт та І _н , А | пн, об/хв або V, л | | | ТО | ПР | ТО | ПР | ТО | ПР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Теплиці №1-3 | | | | | | | | | | | |
| Електродвигун | АИР | 1,1 | 3000 | 60 | ОВ | 0,5 | 5,0 | 4 | 0,5 | 120 | 150 |
| Електродвигун | АИР | 2,2 | 1450 | 30 | ОВ | 0,4 | 4,3 | 4 | 0,5 | 48 | 64,5 |
| Калорифер | АПВС | 10 | | 60 | ОВ | 0,54 | 5,1 | 4 | 1 | 129,6 | 30,6 |
| Автоматичний вимикач | АЕ2046 | 16 | | 60 | ОВ | 0,25 | 1,75 | 12 | 1 | 180 | 105 |
| Пускач магнітний | ПМЛ | 10 | | 60 | ОВ | 0,26 | 1,51 | 12 | 1 | 187,2 | 90,6 |
| Пускач магнітний | ПМЛ | 25 | | 30 | ОВ | 0,28 | 1,58 | 12 | 1 | 100,8 | 47,4 |
| Автоматичний вимикач | АЕ2046 | 25 | | 30 | ОВ | 0,25 | 1,75 | 12 | 1 | 90 | 52,5 |
| Розподільча коробка | КР-60-7 | | | 60 | ОВ | 0,49 | 3,2 | 8 | 1 | 235,2 | 192 |
| Щиток освітлення | ОЩВ-6 | | | 30 | ОВ | 0,36 | 5,4 | 8 | 1 | 86,4 | 162 |
| Світильники | ПВЛМ | | | 120 | ОВ | 0,15 | 0,4 | 4 | 1 | 72 | 48 |
| Опромінювачі | СД | 0,4 | | 2400 | ОВ | 0,5 | 1 | 2 | 1 | 2400 | 2400 |
| Насос | КМ20/18а | | | 30 | ОВ | 0,5 | 5,0 | 4 | 0,5 | 60 | 75 |
| Кабель | АНРГ3х4 | | | 20 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 1,15 | 4,32 |
| Кабель | АНРГ2х6 | | | 40 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 2,3 | 8,64 |
| Кабель | АНРГ2х10 | | | 100 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 5,76 | 21,6 |
| Кабель | АНРГ3х6х 4 | | | 200 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 11,52 | 43,2 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 3729,3 | 3770,8 |
| Теплиці №4-6 | | | | | | | | | | | |
| Електродвигун | АИР | 1,1 | 3000 | 20 | ОВ | 0,4 | 4,3 | 4 | 0,5 | 32 | 43 |
| Електродвигун | АИР | 2,2 | 1450 | 20 | ОВ | 0,4 | 4,3 | 4 | 0,5 | 32 | 43 |
| Калорифер | АПВС | 10 | | 20 | ОВ | 0,54 | 5,1 | 4 | 1 | 43,2 | 102 |
| Автоматичний вимикач | АЕ2046 | 16 | | 20 | ОВ | 0,25 | 1,75 | 12 | 1 | 60 | 35 |
| Пускач магнітний | ПМЛ | 10 | | 20 | ОВ | 0,26 | 1,51 | 12 | 1 | 62,4 | 30,2 |
| Пускач магнітний | ПМЛ | 25 | | 20 | ОВ | 0,28 | 1,58 | 12 | 1 | 67,2 | 31,6 |
| Автоматичний вимикач | АЕ2046 | 25 | | 20 | ОВ | 0,25 | 1,78 | 12 | 1 | 60 | 35 |

Продовження табл. 5.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|---------------|------|---|------|----|------|------|-----|-----|---------------|---------------|
| Розподільча коробка | КР-60-7 | | | 20 | ОВ | 0,49 | 3,2 | 8 | 1 | 48,4 | 64 |
| Щиток освітлення | ОЦВ-6 | | | 10 | ОВ | 0,36 | 5,4 | 8 | 1 | 28,8 | 54 |
| Насос | КМ20/18а | | | 30 | ОВ | 0,5 | 5,0 | 5,0 | 1 | 20 | 25 |
| Світильники | ПВЛМ | | | 40 | ОВ | 0,15 | 0,4 | 4 | 1 | 24 | 16 |
| Опромінювачі | СД | 6 | | 120 | ОВ | 0,5 | 1 | 2 | 1 | 120 | 120 |
| Кабель | АНРГ3x16+1x10 | | | 20 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 1,15 | 4,32 |
| Кабель | АНРГ3x4+1x25 | | | 40 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 2,3 | 8,64 |
| Кабель | АНРГ3x4 | | | 1000 | ОВ | 14,4 | 216 | 4 | 1 | 50,76 | 216 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 652,21 | 827,76 |
| Котельня | | | | | | | | | | | |
| Електродвигун | 4А | 2,2 | | 1 | ВХ | 0,4 | 4,3 | 4 | 0,5 | 1,6 | 2,15 |
| Електродвигун | 4А | 5,5 | | 1 | ВХ | 0,5 | 4,8 | 4 | 0,5 | 2 | 2,4 |
| Електродвигун | 4А | 7,5 | | 2 | ВХ | 0,6 | 5,4 | 4 | 0,5 | 4,8 | 5,4 |
| Автоматичний вимикач | АЕ2046 | 63 | | 2 | ВХ | 0,3 | 2,0 | 6 | 0,6 | 3,6 | 1,5 |
| Автоматичний вимикач | АЕ2046 | 25 | | 2 | ВХ | 0,25 | 1,76 | 6 | 0,6 | 3 | 2,4 |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 80 | | 2 | ВХ | 0,28 | 1,58 | 6 | 0,6 | 3,36 | 1,9 |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 25 | | 4 | ВХ | 0,28 | 1,58 | 6 | 0,6 | 3,36 | 1,9 |
| Кнопка керування | ПМЕ | | | 20 | ВХ | 0,02 | - | 6 | - | 0,48 | - |
| Кабель | АВРГ1 (4x10) | | | 5 | ВХ | 5 | 75 | 4 | 1 | 0,4 | 1,5 |
| Кабель | АВРГ1 (4x6) | | | 40 | ВХ | 4,6 | 69 | 4 | 1 | 0,092 | 0,35 |
| Кабель | АВРГ1 (4x2,5) | | | 40 | ВХ | 4,2 | 66 | 4 | 1 | 0,67 | 2,64 |
| Провід | АПТВ (2x2,5) | | | 100 | ВХ | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 1,02 | 7,2 |
| Світильники | НСП,3 | | | 10 | ВХ | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 2 | 1,25 |
| Силовa збірка | - | 4 гр | | 1 | ВХ | 0,36 | 5,4 | 4 | 0,5 | 1,44 | 2,7 |
| Щиток освітлення | ЩО 2 | 2 гр | | 1 | ВХ | 0,2 | 3 | 4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 29,76 | 35,12 |
| Зварювальний цех | | | | | | | | | | | |
| Зварювальний тр-ор | ТС-500 | 500 | | 2 | ВХ | 0,4 | 16 | 4 | 0,5 | 1,6 | 8 |
| Світильники | НСП03 | | | 5 | ВХ | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 3 | 1,88 |
| Силовa збірка | - | 4гр | | 1 | ВХ | 0,36 | 5,4 | 4 | 0,5 | 1,44 | 2,7 |
| Щиток освітлення | ЩО 3 | 3гр | | 1 | ВХ | 0,24 | 3,6 | 4 | 0,5 | 0,96 | 1,8 |

Продовження табл. 5.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|--------------|-----|-------|-----|----|------|------|---|-----|--------------|--------------|
| Кабель | АВРГ(4x10) | | | 20 | ВХ | 5 | 75 | 4 | 1 | 0,4 | 1,5 |
| Кабель | АВРГ(4x6) | | | 5 | ВХ | 4,6 | 69 | 4 | 1 | 0,092 | 0,35 |
| Провід | АППВ(2x2,5) | | | 100 | ВХ | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 1,92 | 7,2 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 18,41 | 34,95 |
| Токарний цех | | | | | | | | | | | |
| Ел.двигун | 4А | 1,5 | 1 000 | 2 | СХ | 0,6 | 5,6 | 4 | 0,5 | 4,8 | 5,6 |
| Ел.двигун | 4А | 5,5 | 1 500 | 1 | СХ | 0,5 | 4,8 | 4 | 0,5 | 2 | 2,4 |
| Ел.двигун | 4А | 4 | 1 500 | 1 | СХ | 0,5 | 4,8 | 4 | 0,5 | 2 | 2,4 |
| Ел.двигун | 4А | 2,2 | 3 000 | 1 | СХ | 0,4 | 4,1 | 4 | 0,5 | 1,6 | 2,05 |
| Ел.двигун | 4А | 1,5 | 3 000 | 2 | СХ | 0,4 | 4,1 | 4 | 0,5 | 1,6 | 2,05 |
| Силова збірка | | 4гр | | 1 | СХ | 0,38 | 5,4 | 4 | 0,5 | 1,52 | 2,7 |
| Щиток освітлення | ЩО-3 | 3гр | | 1 | СХ | 0,24 | 3,6 | 4 | 0,5 | 0,96 | 1,8 |
| Світильники | НСП-03 | | | 12 | СХ | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,6 | 2,4 | 1,8 |
| Автоматичний вимикач | АЕ 2046 | 63 | | 6 | СХ | 0,3 | 2 | 6 | 0,6 | 10,8 | 7,2 |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 80 | | 2 | СХ | 0,25 | 1,76 | 6 | 0,6 | 3 | 2,11 |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 25 | | 4 | СХ | 0,26 | 1,51 | 6 | 0,6 | 6,24 | 3,62 |
| Кнопки керування | ПКЕ | | | 6 | СХ | 0,02 | | 6 | | 0,72 | |
| Кабель | АВРГ(4x10) | | | 20 | СХ | 5 | 75 | 4 | 1 | 0,4 | 1,5 |
| Кабель | АВРГ(4x6) | | | 40 | СХ | 4,6 | 69 | 4 | 1 | 0,74 | 2,76 |
| Провід | АППВ(2x2,5) | | | 100 | СХ | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 1,92 | 7,2 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 40,7 | 45,19 |
| Столярний цех | | | | | | | | | | | |
| Ел.двигун | 4А | 4 | 3 000 | 2 | П | 0,5 | 4,5 | 4 | 0,5 | 4 | 4,5 |
| Ел.двигун | 4А | 2,2 | 1 500 | 2 | П | 0,4 | 4,3 | 4 | 0,5 | 3,2 | 4,3 |
| Ел.двигун | 4А | 1 | 1 500 | 2 | П | 0,3 | 3,9 | 4 | 0,5 | 2,4 | 3,9 |
| Автоматичний вимикач | АЕ 2046 | 63 | | 5 | П | 0,3 | 2,1 | 4 | 0,5 | 4,2 | 3,95 |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 25 | | 5 | П | 0,21 | 1,58 | 4 | 0,5 | 0,4 | 5 |
| Кнопки керування | ПКЕ | | | 5 | П | 0,02 | - | 4 | - | 0,2 | |
| Щиток освітлення | ЩО-2 | 2гр | | 1 | П | 0,2 | 3 | 4 | 0,5 | 0,4 | 1,5 |
| Світильники | НСП-03 | | | 5 | П | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 1 | 0,625 |
| Кабель | АВРГ1(3x2,5) | | | 25 | П | 4,2 | 66 | 4 | 1 | 0,42 | 1,65 |

Продовження табл. 5.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------|--------------|-----|-------|-----|-----|------|------|---|-----|--------------|--------------|
| Провід | АППВ(2х2,5) | | | 30 | П | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 0,58 | 2,16 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 18,6 | 27,59 |
| Вагова | | | | | | | | | | | |
| Світильники | НСП-03 | | | 5 | ОВ | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 1 | 0,63 |
| Щиток освітлення | ЩО-2 | 2гр | | 1 | ОВ | 0,2 | 0,3 | 4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 |
| Провід | АППВ(2х2,5) | | | 15 | ОВ | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 0,29 | 1,08 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 2,09 | 3,21 |
| Їдальня | | | | | | | | | | | |
| Ел.двигун | 4А | 0,5 | 1 500 | 4 | СХ | 0,3 | 3,9 | 4 | 0,5 | 4,8 | 7,8 |
| Ел.плита | | | | 1 | СХ | 0,35 | 6,4 | 4 | 1 | 1,4 | 6,4 |
| Водонагрівач | ВЭП | 200 | | 1 | СХ | 0,35 | 6,4 | 4 | 1 | 1,4 | 6,4 |
| Світильники | “Лада” | | | 15 | СХ | 0,13 | 3 | 2 | 0,5 | 3,9 | 2,25 |
| Кнопки керування | ПКЕ | | | 4 | СХ | 0,02 | - | 4 | - | 0,32 | - |
| Магнітний пускач | ПМЛ | | | 4 | СХ | 0,28 | 1,58 | 4 | 0,1 | 2,24 | 3,16 |
| Щиток освітлення | ЩО-2 | | | 1 | СХ | 0,2 | 3 | 4 | 1 | 0,8 | 0,66 |
| Кабель | АВРГ1(4х2,5) | | | 10 | СХ | 4,2 | 66 | 4 | 1 | 0,17 | 1,5 |
| Провід | АППВ(2х2,5) | | | 35 | СХ | 4,8 | 72 | 4 | 0,5 | 0,67 | 2,52 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 14,3 | 24,29 |
| Склад ПММ | | | | | | | | | | | |
| Ел.двигун | 4А | 2,2 | 1 500 | 3 | ОСХ | 0,4 | 4,3 | 4 | 0,5 | 4,8 | 6,45 |
| Світильники | НСП-03 | | | 10 | ОВ | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 2 | 1,25 |
| Силова збірка | - | 4гр | | 1 | СХ | 0,36 | 5,4 | 4 | 0,5 | 1,44 | 2,7 |
| Щиток освітлення | ЩО-3 | 3гр | | 1 | СХ | 0,24 | 0,86 | 4 | 0,5 | 0,96 | 0,18 |
| Автоматичний пускач | АЕ 2046 | 25 | | 3 | СХ | 0,25 | 1,75 | 6 | 0,6 | 4,5 | 3,15 |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 25 | | 3 | СХ | 0,28 | 1,58 | 6 | 0,6 | 5,04 | 2,84 |
| Кнопки керування | ПКЕ | | | 3 | СХ | 0,02 | - | 6 | - | 0,36 | - |
| Кабель | АВРГ(4х6) | | | 10 | СХ | 4,6 | 69 | 4 | 1 | 0,18 | 0,69 |
| Кабель | АВРГ(4х2,5) | | | 40 | ОСХ | 4,2 | 66 | 4 | 1 | 0,67 | 2,64 |
| Провід | АППВ(2х2,5) | | | 100 | ОВ | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 1,92 | 7,2 |
| ВСЬОГО | | | | | | | | | | 21,87 | 27,2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | |
|-------------------------------|-------------|----------|----------|--|
| Автоматичний вимикач | АЕ 2046 | 25 | | |
| Магнітний пускач | ПМЛ | 25 | | |
| Світильники | НСП-03 | | | |
| Кабель | АВРГ(4х6) | | | |
| Провід | АППВ(2х2,5) | | | |
| ВСЬОГО | | | | |
| Трансформаторні підстанції | | | | |

Продовження табл. 5.2

| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------------|--------------|
| 4 | CX | 0,25 | 1,75 | 6 | 0,6 | 6 | 4,2 |
| 4 | CX | 0,28 | 1,58 | 6 | 0,6 | 6,72 | 3,79 |
| 10 | CX | 0,1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 2 | 1,25 |
| 10 | CX | 4,6 | 69 | 4 | 1 | 0,18 | 0,69 |
| 100 | OB | 4,8 | 72 | 4 | 1 | 1,92 | 7,2 |
| | | | | | | 23,7 | 25,73 |
| 4 | CX | 2 | 20 | 4 | 0,6 | 32 | 48 |

Таблиця 5.3

Підсумкова таблиця розрахунків трудовозатрат на виконання ТО і ПР

| Назва виробничого підприємства і об'єкта | Річні трудовозатрати, люд./год. | |
|--|---------------------------------|---------|
| | ТО | ПР |
| Теплиці №1-3 | 3729,3 | 3770,8 |
| Теплиці №4-6 | 652,21 | 827,76 |
| Котельня | 29,76 | 35,2 |
| Зварювальний цех | 18,41 | 34,95 |
| Токарний цех | 40,7 | 45,19 |
| Столярний цех | 18,6 | 27,59 |
| Вагова | 2,09 | 3,21 |
| Столова | 14,3 | 24,29 |
| Склад ПММ | 21,87 | 27,2 |
| Машинний двір | 23,04 | 52,65 |
| Майстерня | 99,64 | 123,08 |
| Електрокарна майстерня | 23,7 | 25,73 |
| Трансформаторні підстанції | 32 | 48 |
| Загальні працевтрати на ТО і ПР | 9751,26 | |
| Всього по господарству на ТО і ПР | 4705,65 | 5045,61 |

Розрахунок чисельності електромонтерів і персоналу інших підрозділів енергетичної служби. Загальну кількість електромонтерів в енергослужбі господарства визначаємо за формулою:

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

де $A_{\text{заг.}}$ – об'єм робіт по обслуговуванню електрообладнання в умовних

одинацях? 100 – середньорічне навантаження, в умовних одинацях, на одного електромонтера.

$$N_{\text{ел.мон.заг.}} = 1179,49/100 = 11,8 \text{ чоловік.}$$

Приймаємо 12 монтерів.

В залежності із структурою енергетичної служби утворюється група експлуатації електрообладнання (електромонтери – ремонтники $N_{\text{ел.мон.рем.}}$).

Таким чином:

$$N_{\text{ел.мон.заг.}} = N_{\text{ел.мон.рем.}} + N_{\text{ел.мон.д.}} \quad (5.2)$$

Кількість груп електромонтерів по виконанню ТО і ПР електрообладнання визначається за формулою

$$N_{\text{ел.мон.рем.}} = Q_{\text{заг.}} / M_{\text{рiч.}}, \quad (5.3)$$

де $Q_{\text{заг.}}$ – загальні річні працевтрати на виконання ТО і ПР, люд./год;

$M_{\text{рiч.}}$ – річний фонд робочого часу електромонтера, год.

Річний фонд робочого часу визначається за формулою:

$$M_{\text{рiч.}} = (\alpha_{\text{кал.}} - \alpha_{\text{вик.}} - \alpha_{\text{св.}} - \alpha_{\text{відп.}}) \cdot t \cdot \eta_{\text{р}} - n \cdot \alpha_{\text{псв.}}, \quad (5.4)$$

де $\alpha_{\text{кал.}}$, $\alpha_{\text{вик.}}$, $\alpha_{\text{св.}}$, $\alpha_{\text{відп.}}$ – відповідно кількість календарних, вихідних, святкових, відпускних та $\alpha_{\text{псв.}}$ – передсвяткових днів;

t – середня продовженість робочої зміни, $t = 6,83$ год, при шестидобовій робочій зміні;

$\eta_{\text{р}}$ – коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу по поважних причинах,

$$\eta_{\text{р}} = 0,95 \dots 0,98;$$

n – число годин, на яке скорочена передсвяткова доба, год.

$$M_{\text{рiч.}} = (365 - 52 - 8 - 15) \cdot 6,83 \cdot 0,95 - 2 \cdot 6 = 1869,665 \text{ год.}$$

$$N_{\text{ел.мон.рем.}} = 9751,26 / 1869,665 = 5,21 \approx 5 \text{ чоловік.}$$

Знаходимо кількість електромонтерів у групі експлуатації:

$$N_{\text{ел.мон.д.}} = N_{\text{ел.мон.заг.}} - N_{\text{ел.мон.рем.}} = 12 - 5 = 7 \text{ чол.} \quad (5.5)$$

Штат інженерно-технічних робітників визначають за плановим штатним нормативом, який враховує загальна число умовних одиниць електрообладнання і річну потребу електроенергії на виробничі процеси.

Згідно з тим, що в господарстві налічується 1176,49 у.о. електротехнічного обладнання, впроваджується доповнююча посада інженера-електрика – один на

кожні 1100 умовних одиниць, а також старшого техника-електрика – один на кожні 650 умовних одиниць.

5.3. Планування робіт з ремонту та обслуговування електрообладнання

Метою планування технічного обслуговування і ремонту електрообладнання є складання річного графіка їх проведення, а також всього річного графіка проведення ТО і ПР і квартальних графіків проведення технічного обслуговування.

Графік ТО і ПР рекомендується складати в цілому по господарству, або почасово, починаючи із об'єктів сезонного використання. За інтервал часу приймаємо число, а для квартального графіку декаду.

Можливо складати графіки ТО і ПР електрообладнання із розбивкою по частинам виробничих об'єктів. Для сезонного використання обладнання ТО планується спочатку та вкінці сезону. Перед початком сезону можливо передбачити проведення ПР для обладнання, яке використовується довгий період. Проведення ТО і ПР не повинне порушувати технологічний процес на виробничому процесі, тобто повинні максимально використовуватись технологічні перерви, не робочі зміни, як виняток – вихідні дні.

Проводки підлягають капітальному ремонту в ході того ж ремонту будинків та споруд.

5.4. Заходи по підвищенню надійності електропостачання зимової теплиці та визначення втрат від перерви в електропостачанні

За надійністю електропостачання виробничі споживачі діляться на три категорії. Об'єкт проектування відноситься до споживачів другої категорії.

Рівень надійності системи електропостачання на визначеному стані розвитку техніки залежить від виробничих витрат. При визначених витратах система електропостачання може бути виконана із наперед заданим ступенем надійності. Ці завдання вирішуються знаходженням такого рішення, яке потребує мінімуму народногосподарських грошових витрат на підвищення надійності із зменшення збитку споживача від перерви в електропостачанні.

Для визначення збитку у господарстві ведеться «Журнал врахування вимикання», в якому зазначаються час і дата вимикання, назва вимикаючого об'єкту, кількість невідпущеної електроенергії, фактичний збиток, завданий господарству із-за простою обладнання.

Перерва в електропостачанні не більш як 1 година.

Величина збитку визначається за формулою:

$$V=3 \cdot F \cdot t, \quad (5.6)$$

де 3 – питомий збиток, грн.;

F – загальна площа теплиць, м²;

t – тривалість перерви електропостачання, годин.

$$V=4 \cdot 6 \cdot 000 \cdot 1=24 \cdot 000 \text{ грн.}$$

Збиток від перерви в електропостачанні за 1 годину в гідропонній теплиці складає 24 тисячі гривень.

5.5. Визначення річного споживання електроенергії та втрат в трансформаторній підстанції і лінії 0,38кВ

Кількість електроенергії, що споживається блоком теплиць за рік, визначаємо за формулою:

$$W=P_{\text{макс}} \cdot T_{\text{м}}, \quad (5.7)$$

де $P_{\text{макс}}$ – максимальна потужність на шинах 0,38кВ, $P_{\text{макс}}=238,6\text{кВт}$;

$T_{\text{м}}$ – кількість годин використання максимуму, $T_{\text{м}}=2\,800\text{год.}$

$$W=238,6 \cdot 2\,800 = 668\,080 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Втрати електроенергії визначаються за формулою:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{л}} \quad (5.8)$$

Втрати електроенергії в трансформаторній підстанції визначають за формулою:

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left[\frac{(S_{\text{макс}})^2}{(S_{\text{н}})^2} \right] \cdot \tau + \Delta P_{\text{ХХ}} \cdot t \quad (5.9)$$

де $\Delta P_{\text{кз}}$ – втрати к.з. в трансформаторі, $\Delta P_{\text{кз}}=3,7\text{кВт}$;

$\Delta P_{\text{ХХ}}$ – втрати холостого ходу, $\Delta P_{\text{ХХ}}=0,74\text{кВт}$;

τ – річна кількість годин втрат, $\tau = 2\,800\text{год./рік}$;

t – час роботи трансформатора, $t=8760\text{ год./рік}$.

$$\Delta W_{\text{тр}} = 3,7 \cdot (329^2/250^2) \cdot 2\,800 + 0,74 \cdot 8\,760 = 24424 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Втрати електроенергії в лінії 0,38кВ визначають за формулою:

$$\Delta W_{\text{л}} = (S_{\text{макс}}^2 / U_{\text{л}}^2) \cdot \rho_0 \cdot l \cdot \tau \cdot 0,001, \quad (5.10)$$

де ρ_0 – питомий опір кабеля, Ом/км; l – його довжина, км.

$$\Delta W_{\text{л}} = (109,7^2/400^2) \cdot 0,148 \cdot 2800 \cdot 0,001 \cdot 1000000 = 31\,168 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Тоді втрати електроенергії:

$$\Delta W = 24\,424 + 3 \cdot 31\,168 = 117\,929 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Питомі втрати електроенергії визначають за формулою:

$$W_{\text{пит}} = W / \eta = 668\,080 / 6 = 111\,347 \text{ (кВт}\cdot\text{год)/га.} \quad (5.11)$$

5.6. Організація обліку електричної енергії, заходи з її раціонального використання

Відпуск електроенергії виконується згідно договору на використання електричної енергії і діючих правил. Облік електроенергії на КТП виконують трифазними лічильниками активної енергії типу СА4У4672М, який увімкнений на стороні 0,4кВ через вимірювальні трансформатори струму ТКМ-20. Точне

підрахування електроенергії дає можливість аналізувати споживання електроенергії, визначити економічну ефективність та причини перевитрат, а також шукати шляхи її економії. Розрахунки за електроенергію виконуються за встановленими тарифами із показаннями розрахункового лічильника та місця його встановлення.

Заходи, що відносяться до раціонального використання електроенергії:

- Автоматизація керування виробничими процесами і вуличним освітленням;

- Вдосконалення технологічних ліній;
- Компенсація реактивної потужності;
- Обмеження холостого ходу машин та електродвигунів;
- Організація функціональної технологічної експлуатації електроустановки;

- Технологічний контроль завантаження електродвигунів та їх заміна на меншу потужність при завантаженні двигуна менше 70%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ОХОРОНА ПРАЦІ

з

Передмова

Д

Охорона праці в теплиці забезпечується системою законодавчих, нормативних, соціально-економічних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, котрі забезпечують безпеку і збереження здоров'я працюючого персоналу. Від знань, розуміння і правильного виконання електротехнічним персоналом вимог електробезпеки при монтажі, експлуатації електроустановок залежить безпека всіх осіб, що безпосередньо користуються цими установками.

Вимоги охорони праці мають враховуватись вже на етапі проектування реконструкції електричних мереж теплиці. Зміни у всіх галузях народного господарства, і в першу чергу в аграрному секторі, передбачають підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва шляхом всебічної електрифікації і автоматизації як окремих технологічних (особливо фізично тяжких) процесів, так і цілих технологічних ліній, виробництв та підприємств. Це обумовлює зростання інтенсивності взаємодії практично всіх категорій робітників сільськогосподарської та промислової галузей з електроустановками різноманітних призначень та напруг. При цьому важливого значення набуло вдосконалення електрозахисних засобів, що запобігають електротравматизму.

Охороні праці та здоров'я працівників, ліквідації професійних захворювань та виробничого травматизму в теплиці приділяється належна увага. На ці цілі щорічно виділяються кошти, витрати яких не за призначенням забороняються.

6.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Заходи з безпеки праці в господарстві проводяться на основі плану покращення умов охорони праці та санітарно-оздоровчих заходів. В господарстві є кабінет з безпеки праці.

Робітники, що тільки прийняті на роботу, проходять ввідний інструктаж та первинний інструктаж на робочому місці.

Ввідний інструктаж проводить головний спеціаліст того ж господарства, куди вступає новий робітник, при обов'язковій присутності інженера по охороні праці відповідно до ГОСТ. Його реєструють в особистій карточці робітника.

Первинний інструктаж на робочому місці проводить керівник підрозділу. Допуск до самостійної роботи фіксується в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці та в особистій карточці з датою та підписом інструктуючого та інструктованого.

Повторний інструктаж проводять усі робітники не менше як один раз на 6 місяців (електрики – раз у 3 місяці) по програмі інструктажу на робочому місці. Фіксують його також як і первинний.

Особи, що мають відношення до електроприладів, проходять навчання відповідно до «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей». Електромонтери та слюсарі КВН і А проходять кожні два роки медичний огляд. Позапланові інструктажі проводяться при порушенні робітниками правил техніки безпеки.

Контроль за станом безпеки праці в господарстві здійснює комісія по охороні праці при профкомі, яку очолює старший інспектор по безпеці праці.

Робітники господарства забезпечені особистими засобами захисту та спецодягом.

Виробничого травматизму за останні 3 роки не було. Аналіз затрат на заходів з охорони праці наведені в таблиці 6.1.

Для боротьби зі шкідниками та хворобами рослини обробляють отрутохімікатами. Для цього передбачено в обов'язковому порядку наявність спецодягу, протигазів типу ПШ-1 та респіраторів типу РУ-60.

Для попередження обслуговуючого персоналу розроблена схема сигналізації, яка передбачає видачу світлових та звукових сигналів при обробці отрутохімікатами, при термічному обробітку ґрунту та при підживленні рослин вуглекислим газом. Принципова електрична схема попереджувальної

сигналізації представлена на рис. 6.1. Вмикання сигналізації передбачено зі щита управління в щитовій КВП і А. При вході в теплицю запалюється табло «НЕ ЗАХОДИТИ – ЯДИ», «НЕ ЗАХОДИТИ – ГАЗИ», «ОБЕРЕЖНО, ПАР!». При відкриванні дверей у теплицю в момент, коли заборонений вхід в неї, загорасться сигнал на щиті «ДВЕРІ В ТЕПЛИЦЮ ВІДКРИТІ».

НУБІП України

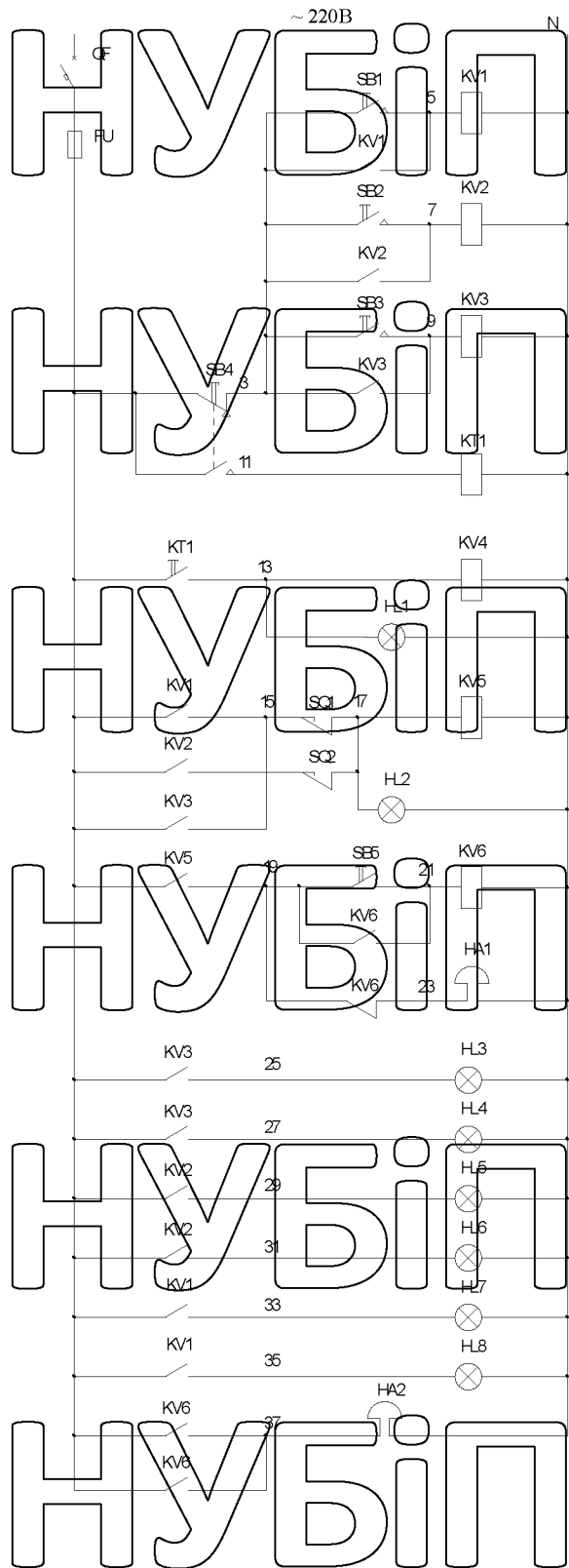
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



| Грифт познач | Найменування | Кл. | Примітка |
|---|---|-----|----------------------|
| Апаратура на щитку | | | |
| Грифи індикаційні і сигнальні | | | |
| HA2 | Дзвінок гучного бою МВ-1, ~220В | 12 | |
| H1 | Арматура сигнальна з зеленим скліком ЛС 53 | 12 | |
| H2, H4, H6, H8 | Арматура сигнальна з червоним скліком ЛС 53 | 24 | |
| Реле | | | |
| KV1, KV5 | Реле проміжне закритого виконання переднім приєднан. проводів ПЕ-21 | 30 | |
| KV6 | Те саме ПЕ-21 | 6 | |
| KT1 | Реле часу пневматичне РВП 212 | 6 | |
| QF | Вимикач автоматичний виконання "М" ~220В, А63-М | 1 | In=6.3А Iвідс=2In |
| Грифи комутаційні | | | |
| Кнопкова станція з штовхачем чорного кольору КС-11, ~220В | | | |
| SB1, SB5 | Кнопкова станція з штовхачем чорного кольору КС-11, ~220В | 24 | |
| SB4 | Те саме, з штовхачем червоного кольору КС-11 | 6 | |
| Апаратура по місцю | | | |
| Грифи індикаційні і сигнальні | | | |
| HA1 | Дзвінок гучного бою МВ-1, ~220В | | |
| H3 | Вказівник світловий з написом "Не заходить газів", СЛТ-М(К674) | 6 | |
| H5 | Вказівник світловий з написом "Не заходить яди", СЛТ-М(К674) | 6 | Рт=40Вт |
| H3 | Вказівник світловий з написом "Обережно, пара", СЛТ-М(К674) | 6 | Рт=40Вт |
| Грифи комутаційні | | | |
| H3 | Кінцевий вимикач ступінь 3, хід зліва ВК-313 | 6 | |
| H3 | Те саме, але хід справа ВК-316 | 6 | |
| Апаратура на щитку | | | |
| Грифи індикаційні і сигнальні | | | |
| HA2 | Дзвінок гучного бою МВ-1, ~220В | | |
| H3 | Вказівник світловий з написом "Не заходить газів", СЛТ-М(К674) | 6 | |
| H5 | Вказівник світловий з написом "Не заходить яди", СЛТ-М(К674) | 6 | Рт=40Вт |
| H3 | Вказівник світловий з написом "Обережно, пара", СЛТ-М(К674) | 6 | Рт=40Вт |
| Грифи комутаційні | | | |
| H3 | Кінцевий вимикач ступінь 3, хід зліва ВК-313 | 6 | |
| H3 | Те саме, але хід справа ВК-316 | 6 | |

Рис. 6.1. Схема попереджувальної сигналізації

Таблиця 6.1

Аналіз затрат на заходи з безпеки праці

| Назва показника | Затрати по роках | | | | |
|---|------------------|-------|------|------|------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| 1. Всього затрат в тому числі | 7,6 | 7,9 | 8,4 | 8,8 | 9,7 |
| на: | | | | | |
| ➤ Номенклатурні заходи, передбачені угодою | 3,1 | 3,3 | 3,6 | 3,8 | 4,2 |
| ➤ Засоби індивідуального захисту | 0,9 | 0,9 | 0,95 | 1 | 1 |
| ➤ Лікувально-профілактичне живлення та молоко | 3,6 | 3,7 | 3,85 | 4 | 4,5 |
| 2. Затрати на одного робітника | 27,1 | 27,5 | 28,4 | 29,3 | 31 |
| в тому числі на: | | | | | |
| ➤ Номенклатурні заходи | 11,1 | 11,5 | 12,2 | 12,7 | 13,4 |
| ➤ Засоби індивідуального захисту | 3,2 | 3,15 | 3,2 | 3,3 | 3,2 |
| ➤ Лікувально-профілактичне живлення та молоко | 12,8 | 12,85 | 13 | 13,3 | 15,4 |

Зняття сигналу після завершення виконання вище наведених робіт відбувається за допомогою кнопки зйому сигналу зі щита керування. При цьому дзвонить дзвоник та загоряється лампочка «УВІМКНУТИ ВЕНТИЛЯЦІЮ».

Зняття звукового сигналу відбувається по закінченні деякого проміжного часу, заданого реле часу.

Для запобігання переносу інфекції перед входами теплиць встановлюється ящик з тирсою, просоченою дезінфікуючим розчином.

В з'єднувальному коридорі не виключена можливість пошкодження ізоляції проводів та кабелів рухомим механізми. Для цього необхідно передбачити прокладку їх в металевих трубах та лотках у відповідності з ПУЕ.

Безпека обслуговування електрообладнання залежить від характеру середовища, в якому воно працює. Визначення класів та категорій об'єктів господарства приведено в таблиці 6.2.

Потрібна кількість діелектричних засобів захисту для нормальної експлуатації запроектованих електричних установок розраховується по відомій кількості електроустановок проєктованого об'єкту у відповідності з «Мінімальними нормами комплектування захисними засобами електроустановок при вводе їх в експлуатацію».

6.2. Безпечність об'єкта проєктування

6.2.1. Визначення категорій приміщення та класів виробничих зон

Тепличні приміщення відносяться до особливо небезпечних за ступенем отруєння парами розчинів мінеральних добрив. Визначаємо класи та категорії приміщень теплиці, а дані заносимо до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Класи та категорії об'єктів господарства

| Найменування об'єкта. | Категорія виробничих зон по вибухо- та пожежонебезпечності. | Кліматична зона. | ступінь вогнестійкості будівлі або спорудд. | Клас приміщення по ступеню враження електричним струмом. | Категорія приміщення по характеру отруєнюючого середовища. | Клас вибухо- та пожежних зон приміщень. | Категорія пристроїв благаєкозахисту. |
|------------------------------|---|------------------|---|--|--|---|--------------------------------------|
| Теплиця | Д | 3 | Г | Особливо небезпечні | Особливо вологі | | 3 |
| Котельня | Г | 3 | П | З підвищеною небезпечкою | Вологі | В-Іб | 3 |
| Склад ПММ | Б | 3 | І | Особливо небезпечні | Особливо вологі | В-Іг | 2 |
| Склад мінеральних добрив | Б | 3 | П | Особливо небезпечні | Особливо вологі з хімічноактивним середовищем | В-Іг | 2 |
| Склад матеріальних цінностей | Д | 3 | П | Без підвищеної небезпечки | Сухі | П-Іп | 3 |

6.2.2. Визначення потенційно небезпечних частин електроустановок

До потенційно-небезпечних частин електроустановок відносяться неструмоведучі частини, на яких може з'явитися напруга внаслідок пошкодження ізоляції. Ці частини підлягають захисному заземленню або зануленню в мережах напругою до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю.

Стосовно конкретних видів електрообладнання потенційно-небезпечними частинами є:

- металеві корпуси трансформаторів
- рами і проводи вимикачів та інших комутаційних апаратів
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів
- металеві оболонки та броня кабелів і проводів
- сталеві труби для електропроводки

Потенційно-небезпечними не вважаються:

- саки ізоляторів чи штири надерев'яних опорах
- металеві скоби і закріпи для кріплення проводки
- труби для проходу проводки через стіни і зокрема кабельної проводки.

6.2.3. Визначення небезпечних і шкідливих факторів виробництва

Таблиця 6.3

Небезпечні і шкідливі фактори виробництва

| Назва приміщення | Небезпечні і шкідливі фактори виробництва | | | | | | |
|------------------|---|---------------|--------------|------------------|---------------------------|----------------------|--------------|
| | запаленість | загазованість | фізичні шуми | хімічні токсичні | біологічні мікроорганізми | психологічні фізичні | психологічні |
| Теплиця | + | + | - | + | + | + | + |
| котельня | - | - | + | - | + | + | + |

У відповідності з таблицею 6.3 в теплиці є такі шкідливі фактори, як загазованість, особливо вологі. По можливості отруєння парами розчинів

мінеральних добрив, теплиця відноситься до особливого класу приміщень. Всі ці фактори при певних умовах можуть призвести до травматизму

6.3. Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на об'єкті проектування

Для безпечної праці обслуговуючого персоналу передбачаються такі фактори:

- розподільчі щити в теплиці та інших приміщеннях передбачено встановлювати в окремих сухих приміщеннях,

- Силлову проводку прийнято виконувати проводами АПВ, прокладеним в трубі, і кабелем АВВГ, опір ізоляції проводів прийнято не менше 0.5 МОм,

- Для запобігання появи небезпечного потенціалу на нульовому проводі, прийнято розділяти рівномірно по фазам,

- Висота підвісів світильників прийнята 2,4 м.

- Металеві корпуси, можуть потрапити під напругу при пробиванні ізоляції передбачено занулювати шляхом з'єднання їх з нульовим проводом або заземленням.

Для захисту робітників від отруєння парами розчинів мінеральних добрив в приміщеннях застосовують пристрої для провітрювання, а також датчики, які своєчасно вмикають ці пристрої.

На всіх роботах, шкідливих для здоров'я, робітникам бешкоштовно видають спеодяг, спецвзуття, попереджувальні пристосування. Списки професій, пов'язаних з роботою в перелічених умовах, види спецодягу і строк його використання передбачають. «Нормы и порядок выдачи, хранения и пользования спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями»

Для безпечної праці при обслуговуванні електроустановок проектом передбачено забезпечити обслуговуючий персонал основними і додатковими засобами, розрахунок яких приведено в таблиці 6.4.

6.4. Розрахунок потреби та вибір захисних засобів

Індивідуальні засоби захисту від враження електричним струмом розраховані згідно вимог ПТБ, ПТБ “Норми комплектування засобами захисту”.

Для забезпечення першою медичною допомогою в кожному виробничому приміщенні є аптечки медичної допомоги.

Розрахунок інших видів спецодягу проводимо виходячи з “Норм санітарного одягу для робітників підприємств і організацій системи Міністерства сільськогосподарства України”.

Розрахунок необхідної кількості спецодягу, спецвзуття та інших пристосувань для обслуговуючого персоналу теплиці виконано в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Перелік необхідних заходів захисту від враження електричним струмом

| № | Назва захисних засобів | ГОСТ | Кількість | Місце зберігання |
|----|---------------------------|------------------|-----------|------------------|
| 1 | Діелектричні рукавиці | ГОСТ 15497-63 | 4 пари | Шафа |
| 2 | Діелектричні боти | ГОСТ 4010-68 | 2 пари | Шафа |
| 3 | Індикатор високої напруги | МРТУ 34613-70 | 1 шт. | Шафа |
| 4 | Показчик напруги до 1кВ | МРТУ 34620-86 | 2 шт. | Шафа |
| 5 | Струмевимірювальні кліщі | ТУ 34.131832-73 | 2 шт. | Шафа |
| 6 | Пояс запобіжний | ТУ 39.72283-74 | 2 шт. | Шафа |
| 7 | Монтерський інструмент | ГОСТ 17516-75 | 2 шт. | Шафа |
| 8 | Переносні заземлення | ТУ 16.538.22-74 | 2 шт. | Шафа |
| 9 | Плакати і знаки безпеки | ГОСТ 12.4.026-76 | 3 комп. | Пункт КТО |
| 10 | Тимчасові огорожі | ГОСТ 12.4.026-76 | 2 комп. | Пункт КТО |
| 11 | Захисні окуляри | ГОСТ 121663-74 | 2 шт. | Шафа |
| 12 | Каска вінілпластова | ГОСТ 53119-81 | 2 шт. | Шафа |
| 13 | Рукавиці | ГОСТ 2010-80 | 2 пари | Шафа |

6.5. Розрахунок заземлюючих пристроїв

Відповідно з вимогами, викладеними в ПУЕ, визначену допустиму величину опору заземлюючого пристрою, до якого приєднується нульова точка трансформатора. Передбачено виконання заземлюючого пристрою сталевими стержнями.

Опір повторного заземлення нульового проводу повинен бути не більше 30 Ом. Трансформаторна підстанція знаходиться в 3 кліматичній зоні України

Питомий опір ґрунту:

$$\rho_1=270 \text{ Ом/м}; \rho_2=140 \text{ Ом/м}; \text{товщина шару з } \rho_1 - h_1=3,5\text{м}.$$

Тривалість гроз на рік дорівнює 65 годин.

Для прикладу проводимо розрахунок заземлюючого пристрою ТП 250-10/0,4 кВ.

Довжина вертикальних стержнів $L=7\text{м}$, діаметр стержнів $d=0,012\text{м}$, глибина закладання стержнів $t=0,8\text{м}$, площа залізобетонного фундаменту $S=50\text{м}^2$; довжина кабельної лінії $L_{\text{кл}}=12\text{км}$; довжина повітряної лінії $L_{\text{пл}}=80\text{км}$.

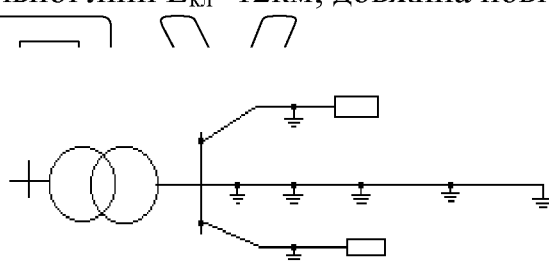


Рис. 6.2. Схема мережі 0,38кВ із позначенням повторних заземлень.

Визначаємо рекв:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1 \cdot (t + k \cdot l - h_1) + \rho_2 \cdot (h_1 - t)} \quad (6.1)$$

де $k=1$ при $\rho_1 > \rho_2$

Опір повторного заземлювача: $R_{\text{пов.з.з.}}=0,3 \cdot \rho_{\text{екв}}=0,3 \cdot 171,93=51,58 \text{ Ом}$.

Допустимий опір заземлення лінії: $R_{\text{доп.л.}} = 0,1 \cdot \rho_{\text{екв}} = 0,1 \cdot 171,93 = 17,19 \text{ Ом}$.

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1,0 \cdot 7}{270 \cdot (0,8 + 1,7 - 3,5) + 140 \cdot (3,5 - 0,8)}$$

$$\rho_{\text{екв}} = 171,93 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Опір штучного заземлювача: $R_{\text{шт.}} = 0,3 \cdot \rho_{\text{екв}} = 51,58 \text{ Ом}$.

Допустимий опір заземлення ТЛ: $R_{\text{доп.ТЛ}} = 0,04 \cdot \rho_{\text{екв}} = 0,04 \cdot 171,93 = 6,88 \text{ Ом}$.

Розрахунок заземлювача для мережі 0,38кВ.

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,5 \cdot \rho_{\text{еф}}}{\sqrt{S}} \quad \rho_{\text{еф}} = \rho_1 \cdot \left(1 - e^{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}}}\right) + \rho_2 \cdot \left(1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{S}}{h_1}}\right)$$

де α і β коефіцієнти при $\rho_1 > \rho_2$ $\alpha = 3,6$ $\beta = 0,1$

$$\rho_{\text{еф}} = 270 \cdot \left(1 - e^{-3,6 \cdot \frac{3,5}{\sqrt{50}}}\right) + 140 \cdot \left(1 - e^{-0,1 \cdot \frac{\sqrt{50}}{3,5}}\right)$$

$$\rho_{\text{еф}} = 276,9 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,5 \cdot 276,9}{\sqrt{50}} \quad R_{\text{пр}} = 19,5 \text{ Ом}$$

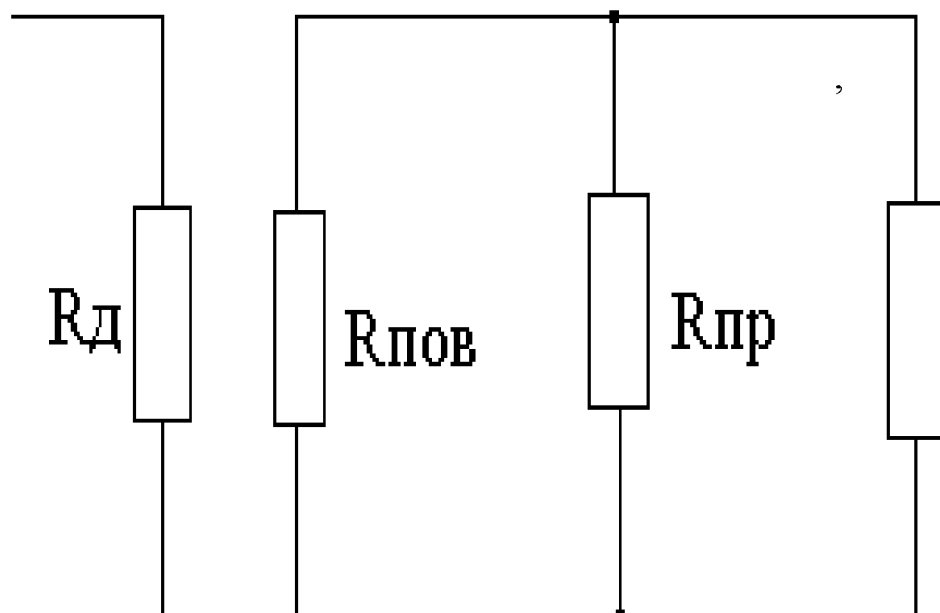
Рис.6.3. Схема заміщення мережі 0,38кВ:

$R_{\text{пов}}$ – опір повторного заземлювача;

$R_{\text{шт}}$ – опір штучного заземлювача;

$R_{\text{лов}}$ – опір природного заземлювача.

Обчислимо опір природного заземлювача:



Розраховуємо опір повторних заземлень:

$$R_{л1}=17,19\text{ Ом},$$

$$R_{л2}=51,58/5=10,31\text{ Ом},$$

$$R_{л3}=17,19\text{ Ом}.$$

$$R_{пов}=(R_{л1} \cdot R_{л2} \cdot R_{л3})/(R_{л1} \cdot R_{л2} + R_{л1} \cdot R_{л3} + R_{л2} \cdot R_{л3}), \quad (6.3)$$

$$R_{пов}=(17,19 \cdot 10,31 \cdot 17,19)/(17,19 \cdot 17,19 + 17,19 \cdot 17,19 + 10,31 \cdot 17,19)=4,69\text{ Ом}.$$

Визначаємо еквівалентний опір:

$$R_{екв}=(R_{пов} \cdot R_{пр})/(R_{пов} + R_{пр}), \quad (6.4)$$

$$R_{екв}=(4,69 \cdot 19,5)/(4,69 + 19,5)=3,78\text{ Ом}.$$

Оскільки $R_{екв}=3,78\text{ Ом} < R_{доп}=6,88\text{ Ом}$, то опір штучного заземлювача приймаємо максимально допустимий $R_{шт}=51,58\text{ Ом}$, тому що при такому відношенні $R_{екв}$ до $R_{доп}$ штучне заземлення можна було б і не виконувати, але правила вимагають цього.

Розрахуємо заземлювач для мережі 10кВ.

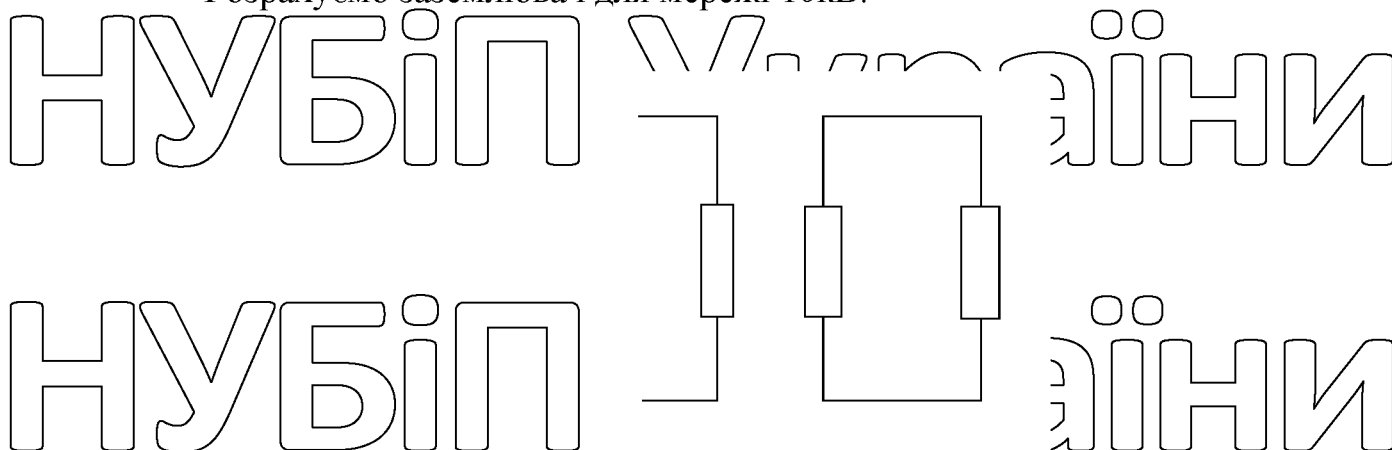


Рис.6.4. Схема замощення лінії 10кВ

Визначаємо допустимий опір заземлювача:

$$R_d=(125/I_{зз}) \leq 10\text{ Ом},$$

де $I_{зз}$ – струм замикання на землю.

$$I_{зз}=(U \cdot (L_{пл} + 35 \cdot L_k))/350, \quad (6.5)$$

$$I_{зз}=(10 \cdot (80 + 35 \cdot 12))/350=14,28\text{ А}.$$

$$R_d(10)=125/14,28=8,73\text{ Ом} < 10\text{ Ом}.$$

$$R_{шт}(10)=(R_d(10) \cdot R_{пр})/(R_d(10) + R_{пр}), \quad (6.6)$$

$$R_{шт(10)} = (8,75 \cdot 19,5) / (8,75 + 19,5) = 15,87 \text{ Ом.}$$

Порівнявши опори $R_{шт} = 51,58$ і $R_{шт(10)} = 15,87$ для розрахунку приймаємо менше значення, отже вибираємо $R_{шт(10)}$

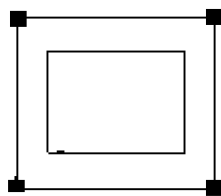


Рис.6.5.

Визначаємо опір розтікання струму одного вертикального стержня:

$$R_{ст} = \left(\frac{\rho_{екв} \cdot K_c}{2 \cdot \pi \cdot l} \right) \cdot \left[\ln \left(\frac{2 \cdot l}{d} \right) + \left(\frac{1}{2} \right) \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot L + h}{4 \cdot L - h} \right) \right] \quad (6.7)$$

$$R_{ст} = \left(\frac{171,93 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 7} \right) \cdot \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 7}{0,012} \right) + \left(\frac{1}{2} \right) \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 4 + 7}{4 \cdot 4 - 7} \right) \right]$$

$$R_{ст} = 44,17 \text{ Ом}$$

$$G_{ст} = 1/R_{ст} = 0,0226 \text{ См}$$

Кількість вертикальних стержнів:

$$n = 44,17 / 15,87 = 2,78 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 4 \text{ стержні.}$$

Визначаємо опір розтікання струму горизонтальних стержнів:

де b – ширина горизонтальної полоси.

$$R_{Г} = \left(\frac{\kappa \cdot \rho_{екв}}{2 \cdot \pi \cdot L_{Г}} \right) \cdot \ln \left[\frac{2 \cdot (L_{Г})^2}{b \cdot t} \right] \quad (6.8)$$

Визначаємо еквівалентний опір горизонтального заземлювача $r_{гг}$.

Розрахунок $r_{гг}$ ведемо використовуючи дані із таблиці “Відносні дані значення еквівалентного питомого опору $\rho_{гг}/\rho_2$ двошарової поверхні” для розрахунку простого горизонтального заземлювача.

$$\rho_1/\rho_2 = 1,93; \quad h = 3,5 \quad L = 36.$$

$$1) \quad \rho_1/\rho_2 = 1; \quad h = 3,5 \quad L = 36; \quad \text{між } L = 30 \text{ і } L = 40$$

$$\rho_{\text{ер}}/\rho_2=1,5+((1,48-1,5)/(40-30))\cdot(36-30)=1,488,$$

$$2) \rho_1/\rho_2=2; h=3,5; L=36; \text{ між } L=30 \text{ і } L=40$$

$$\rho_{\text{ер}}/\rho_2=1,76+((1,72-1,76)/(40-30))\cdot(36-30)=1,736.$$

$$3) h=3,5; L=36; \rho_1/\rho_2=1,93 \text{ між } \rho_1/\rho_2=1 \text{ і } \rho_1/\rho_2=2$$

$$\rho_{\text{ер}}/\rho_2=1,488+((1,736-1,488)/(2-1))\cdot(1,93-1)=1,257.$$

$$\text{Отже } \rho_{\text{ер}}=140\cdot 1,257=176 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

$$R_{\text{шт}}(9)=((2\cdot 176)/(2\cdot 3,14\cdot 36))\cdot \ln(2\cdot 36)/(0,64\cdot 0,8)=12 \text{ Ом.}$$

$$g(9)=0,083 \text{ См.}$$

Опір штучного заземлювача:

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{\eta \cdot (n_B \cdot g_B + n_T \cdot g_T)} \quad (6.9)$$

де η – коефіцієнт виконання складного заземлювача, який визначаємо із таблиці методом інтерполяції:

$$\rho_1/\rho_2=1,93; n=4; h/L_B=3,5/7=0,5; a/L_B=9/7=1,3$$

$$1) \rho_1/\rho_2=1; n=4; h/L_B=0,5; a/L_B=1,3; \text{ між } a/L_B=1 \text{ і } a/L_B=2$$

$$\eta=0,505+((0,54-0,505)/(2-1))\cdot(1,3-1)=0,516.$$

$$2) \rho_1/\rho_2=3; n=4; h/L_B=0,5; a/L_B=1,3; \text{ між } a/L_B=1 \text{ і } a/L_B=2$$

$$\eta=0,631+((0,67-0,631)/(2-1))\cdot(1,3-1)=0,643.$$

$$3) n=4; h/L_B=0,5; a/L_B=1,3; \rho_1/\rho_2=1,93 \text{ між } \rho_1/\rho_2=1 \text{ і } \rho_1/\rho_2=3.$$

$$\eta=0,516+((0,643-0,516)/(3-1))\cdot(1,93-1)=0,575.$$

$$R_{\text{шт}}=1/(0,575\cdot(4\cdot 0,022+0,083))=10,2 \text{ Ом.}$$

Таким чином $R_{\text{шт}}=10,2 < R_{\text{шт}}(10)=15,87$, що задовольняє вимогам ПУЕ.

6.6. Блискавкозахист будівель і споруд на об'єкті проектування

Атмосфери перенапруги виникають в результаті прямого удару блискавки в лінію електропередач. Вона може являти собою результат індукції електричного поля грозової хмари.

Захист від попадання високого потенціалу по проводах лінії електропередач в жилі будинки та виробничі приміщення передбачається

відповідними пристроями та певними нормами. Так для лінії напругою 1кВ, у відповідності з ПБЕ передбачена установка на кожній фазі трансформатора з боку низької напруги вентильних розрядників РВН-0,5 та заземлення кріюків з боку ЛЕП-10кВ. пробивна імпульсна напруга розрядників 3,5...5кВ, звідси слідує, що при порівняно невисоких перенапругах розрядник спрацює і набігаюча хвиля з повітряної лінії відводиться від нього в землю. На спричиняючи ніякої шкоди електроустановкам та обслуговуючому персоналу. Вартість розрядників порівняно невелика, тому вони являються розповсюдженим засобом захисту від перенапруг. Теплиці мають сталевий заземлений каркас і спеціальний блискавкозахист для них не передбачається.

6.7. Система протипожежного захисту на об'єкті проектування

Згідно пожежним нормам будівельного проектування теплиці відносяться до категорії небезпечних. Основними причинами пожеж є порушення правил ТБ і ППБ, при експлуатації електроустановок та порушення правил пожежної безпеки.

Для попередження пожежі необхідно всьому обслуговуючому персоналу добре знати і суворо дотримуватись основних вимог. При розрахунку водопостачання враховано, що витрати води на пожежогасіння складає 10л/с, передбачається встановлення протипожежних щитів у кожній теплиці.

Таблиця 6.5

Розрахунок необхідної кількості засобів пожежогасіння

| № | Назва | Тип | Кількість | Місце встановлення | Характеристика |
|---|---------------------------------|--------|-----------|--------------------|----------------------------|
| 1 | Вогнегасник | ОУ-2 | 4 | Щитова | Вуглекислий V=2л |
| 2 | Вогнегасник | ОХП-10 | 4 | Стенд | Хімічний пінний V=10л |
| 3 | Ящик з піском та совкова лопата | | 4 | Перед теплицею | V=0,5м ³ |
| 4 | Бочка з водою та відро | | 4 | Перед теплицею | V=0,2м ³ |
| 5 | Пожежний щит | | 4 | Вхід в теплицю | Лопата, багор, лом, сокира |
| 6 | Приставні драбини | | 4 | Перед теплицею | Лопата, багор, лом, сокира |

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ ШИРОКОСМУГОВОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН З РЕЗОНАНСНИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ

Енергоефективна широкосмугова система опромінення рослин з резонансним електроживленням забезпечує зниження витрат на експлуатацію системи опромінення і витрат на електричну енергію, яка споживається з метою опромінення рослин.

Для оцінки ефективності модернізації існуючої системи опромінення необхідна вихідна інформація про існуючу систему опромінення, наведену в табл. 7.1.

З аналізу результатів модернізації системи опромінення рослин формується висновок про економію електроспоживання модернізованої системи опромінення порівняно з вихідною та про зниження витрат на її обслуговування.

Таблиця 7.1

Порівняння систем опромінення рослин

| Система опромінення | Об'єкт - один проліт блокової теплиці розміром 6,4x75 м | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Тип опромінювача | Потужність лампи, Вт | Кількість опромінювачів | Загальна потужність, кВт |
| Існуюча система | ДНаЗ-600 | 600 | 100 | 63 |
| Широкасмугова система опромінення з резонансним електроживленням | Комбінація світлодіодів | 300 | 100 | 31,2 |

Плановані результати розрахунку економічної ефективності системи опромінення рослин у теплиці:

- У натуральному значенні:
- зменшення енергоспоживання системи опромінення;

- вивільняється потужність.
- В грошовому еквіваленті:
 - зменшення витрат на оплату електроенергії;
 - зниження витрат на обслуговування системи освітлення.

Виконаємо розрахунок інвестиційних показників модернізації діючої системи опромінення рослин.

Переважно існуюча система опромінення складається з опромінювачів на основі ламп ДНаЗ-600. Заміна цих опромінювачів на світлодіодні призведе до значного зниження споживаної електроенергії, зменшення витрат на оплату споживаної отужності, знизить витрати на обслуговування системи, поліпшить спектральні характеристики джерела випромінювання.

Встановлена потужність освітлювальної установки до модернізації розраховується з урахуванням втрат в пускорегулюючій апаратурі опромінювача, що становлять для опромінювачів з лампою ДНаЗ 4-6 %.

Відповідність типів опромінювальних приладів існуючої та модернізованої систем опромінення наведено нижче за структурними підрозділами.

Економічний ефект від впровадження модернізованої системи опромінення розрахований так:

$$E = ДСЕ. - IC, \quad (7.1)$$

де $ДСЕ$ - економія коштів за рахунок зменшення оплати електроенергії та експлуатаційні витрати, тис. грн.;

IC - інвестиційні витрати на модернізацію системи опромінення, тис. грн.

Витрати на модернізацію системи освітлення (IC) складаються з таких складових:

- вартість опромінювального обладнання;
- витрати на проектні роботи;
- витрати на монтаж і введення в експлуатацію опромінювального обладнання та системи керування.

Економія коштів може бути розрахована за формулою:

$$ДСЕ = СП - С_{ем}, \quad (7.2)$$

де $СП$ - витрати на обслуговування існуючої системи опромінення, тис.грн,
 $С_{ем}$ - витрати на обслуговування модернізованої системи опромінення, тис. грн.

Витрати на обслуговування існуючої системи опромінення складаються з

таких складових:

$$СП = C_{en} + C_{pn}, \quad (7.3)$$

де C_{en} - витрати на оплату електроенергії існуючої системи опромінення, тис. грн,

C_{pn} - витрати на експлуатаційне обслуговування існуючої системи

опромінення, тис. грн.

Витрати на обслуговування існуючої системи опромінення складаються з

витрат на заміну ламп, їх утилізацію та роботи по заміні, а також витрат на проведення ремонтів опромінювальних приладів тощо.

Витрати на обслуговування модернізованої системи опромінення

складаються з таких складових:

$$СП = C_{en} + C_{pn}, \quad (7.4)$$

де C_{en} - витрати на оплату електроенергії модернізованої системи опромінення, тис. грн,

C_{pn} - витрати на експлуатаційне обслуговування модернізованої системи опромінення, тис. грн.

Оплата за спожиту системою опромінення електроенергію без модернізації:

$$C_{en} = W_{ni} \cdot T_{ei}, \quad (7.5)$$

де W_{ni} - споживання електроенергії системою опромінення за i -й рік до модернізації опромінення, кВт;

T_{ei} - тариф на електроенергію в i -му році до модернізації, грн/кВт·год.

Оплата за спожиту системою опромінення електроенергію після модернізації:

$$C_{em} = W_{mi} \cdot T_{ei}, \quad (7.6)$$

де W_{mi} - споживання електроенергії системою опромінення за i -й рік після модернізації опромінення, кВт;

T_{ei} - тариф на електроенергію в i -й рік після модернізації, грн/кВт·год.

Споживання електроенергії системою опромінення за рік без модернізації:

$$W_n = P\Pi_i \cdot T_{годi}, \quad (7.7)$$

де $P\Pi_i$ - встановлена потужність системи опромінення в i -й рік до модернізації;

$T_{годi}$ - час роботи опромінювальної установки за i -й рік до модернізації, годин.

Споживання електроенергії системою опромінення за рік після модернізації:

$$W_m = P M_i \cdot T_{годi}, \quad (7.8)$$

де P_m - встановлена потужність системи опромінення за i -й рік після модернізації;

$T_{годi}$ - час роботи опромінювальної установки за i -й рік після модернізації, год.

Додаткова вивільнена потужність в системі для власних і господарських потреб:

$$ДP = P_n - P_m \quad (7.9)$$

Цей проект модернізації системи опромінення включає в себе вартість опромінювального обладнання, витрати на матеріали для монтажних робіт, витрати на електромонтажні роботи, а також витрати на матеріали і установку системи управління спектром.

Техніко-економічне обґрунтування модернізації системи опромінення типового прольоту блокової теплиці (6,4x75 м) наведено в табл. 7.2.

НУБІП України

Таблиця 7.2

Результати розрахунків ефекту від модернізації існуючої системи

опромінення рослин на широкосмугову систему опромінення рослин

| Показник | Значення | Од. вим. |
|-------------------------------|----------|----------|
| T_e Тариф на електроенергію | 2,16 | грн |

| | | | |
|--|--|---------|---------|
| $P_{п}$ | Встановлена потужність системи опромінення до модернізації | 63 | кВт |
| $P_{м}$ | Встановлена потужність системи опромінення після модернізації | 31,2 | кВт |
| $T_{год}$ | Час роботи опромінювальної установки за рік | 5110 | год |
| $W_{п}$ | Споживання електроенергії системою опромінення за рік до модернізації | 321930 | кВт·гож |
| $W_{м}$ | Споживання електроенергії системою опромінення за рік після модернізації | 153300 | кВт·год |
| Затрати на модернізацію системи опромінення, у т.ч.: | | 711 098 | грн |
| - вартість комплекту світлодіодних опромінювачів | | 613 600 | грн |
| - вартість передавального обладнання | | 84 000 | грн |
| - затрати на передпроектне обстеження і розробку технічного завдання | | 762 | грн |
| - затрати на розробку проектно-кошторисної документації | | 1 600 | грн |
| - затрати на матеріали для монтажних робіт | | 6 256 | грн |
| - затрати на будівельно-монтажні роботи | | 3 754 | грн |
| - затрати на пуско-налагоджувальні роботи | | 1 126 | грн |

З метою врахування можливих витрат на технічне обслуговування модернізованої системи опромінення понад гарантійних зобов'язань фірми-виробника в розрахунок включені витрати в розмірі 5 % від загальної вартості опромінювального обладнання в рік після закінчення 7-річного терміну його експлуатації.

Таблиця 7.3

Затрати на обслуговування існуючої опромінювальної системи

| Тип світильника | Число світильників | Кількість ламп | Число заміюваних ламп | Вартість лампи з урахуванням утилізації, | Вартість заміни лампи, грн | Число ПРА, які заміюються | Вартість заміни ПРА, грн | Загальна вартість робіт, грн |
|------------------|--------------------|----------------|-----------------------|--|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
| ЖСП 30-600-010У5 | 100 | 100 | 20 | 1000 | 20 | 8 | 160 | 21280 |

Таким чином, витрати на обслуговування існуючої системи 21 280 грн на рік. (включають у себе утилізацію, закупівлю ламп, зарплату електриків тощо).

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 7.4

Результати розрахунку економії електроенергії

| Показники нової системи опромінення | | | | Споживання | |
|-------------------------------------|-------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Економія, кВт | Економія, % | Час роботи за день, год | Час роботи за рік, год | Стара система, кВт·год | Нова система, кВт·год |
| 31,8 | 50,5 | 10 | 3650 | 240900 | 109500 |

Таблиця 7.5

Результати розрахунку економії за рахунок провода

| Тип системи опромінення рослин | Тип провода | Вартість провода, грн/м | Довжина кабеля, м | Загальна вартість провода, грн |
|---|-------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Існуюча | ВВГ 5x35 | 390 | 100 | 39 000 |
| Нова | ВВГ 4x2,5 | 29,03 | 100 | 5 151 |
| | ПВ 1x10 | 22,48 | 100 | |
| Всього економія за рахунок провода, грн | | | | 33 849 |

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 7.6

Загальні техніко-економічні показники

| Показник | | Існуюча система | Нова система | | Економія, грн |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------|--------------|---------|---------------|
| Капіталовкладення на модернізацію | | - | 711 098 | | - |
| Експлуатаційні затрати | | 21 680 | 4 000 | | 17 680 |
| Вартість спожитої електроенергії | | 695 367 | 331 128 | | 364 239 |
| Економія за рахунок провода: | Тип провода | ВВГ 5x35 | ВВГ 4x2,5 | ПВ 1x10 | |
| | Довжина, м | 100 | 100 | 100 | |
| | Ціна за метр, грн/м | 390 | 29,03 | 22,48 | |
| | Загальна ціна, грн | 39 000 | 2 903 | 2 248 | 33849 |
| Річний економічний ефект | | | | | 415 768 |
| Строк окупності | | | | | 1,7 роки |

Техніко-економічні розрахунки модернізації системи освітлення з впровадженням високотехнологічного опромінювального обладнання показують доцільність впровадження таких систем. Споживана потужність існуючої системи опромінення 63 кВт, а після впровадження світлодіодної системи опромінення - 31,2кВт, що відповідає зниженню споживання електроенергії на 59,5 %.

Економічний розрахунок заміни діючої системи опромінення на основі ламп ДНаЗ на нову показав, що річний економічний ефект в одному блоці становить 416 тис. грн, а термін окупності нової системи становить 1,7 року.

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій вирощування овочів у закритому ґрунті показує, що найбільш перспективними є малооб'ємні гідропонні технології, які дозволяють одержувати більш високі врожаї порівняно з ґрунтовими теплицями при менших витратах води, мінеральних добрив і енергії.

2. Обґрунтоване технологічне обладнання для створення мікроклімату та мінерального живлення рослин у теплицях.

3. Обґрунтована система автоматизованого електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, приготування та подачі живильного розчину, освітлення виробничих приміщень теплиць.

4. Розроблено математичну модель, що дозволяє обґрунтувати спектральні характеристики широкосмугового джерела опромінювання, на основі якої розрахована конструкція світильника, який складається з чотирьох кольорових світлодіодів з довжинами хвиль 400 нм, 470 нм, 525 нм і 600 нм (зі співвідношенням потужностей 3,2 %: 10,3 %: 16,1 %: 70,4 %), з часткою збігу спектрального розподілу енергії світильника з функцією, заснованої на спектрі дії фотосинтезу 57,7 %.

5. Обґрунтовано склад обладнання, що включає в себе широкосмугові опромінювачі і багатоканальну систему живлення. Розраховані основні характеристики силової частини системи живлення потужністю до 31,2 кВт і параметрів світильників потужністю до 300 Вт.

6. Проведений розрахунок електричної мережі 0,38 кВ та визначена потужність трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.

7. Розроблені заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтована структура електротехнічної служби та визначена її чисельність, складені графіки технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання в тепличному комбінаті. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки в теплиці.

8. Економічний розрахунок заміни діючої системи опромінення на основі ламп ДНаЗ на нову показав, що річний економічний ефект в одному блоці становить 416 тис. грн, а термін окупності нової системи становить 1,7 року.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електропривод і автоматизація: підручник / [Синявський О.Ю., Савченко В.В., Козирський В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: ФОН Ямчинський О.В., 2019. – 619 с.

2. Основи електропривода: підручник / Ю. М. Давриденко, П. І. Савченко, О. Ю. Синявський та ін. – К.: Ліра-К, 2016. – 524 с.

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. – 526 с.

4. 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.

5. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.

6. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч. / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

7. Овощеводство открытого и закрытого грунта. Учебник / К.К. Плешков, Н.М. Ткаченко, Л.М. Шульгина – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк., 1991. – 351 с.

8. Довідник сільського електрика. За редакцією кандидата технічних наук В.С. Олійника – 3-є видання, перероблене і доповнене. – К.: Урожай, 1989. – 262 с.

9. Стасюкевич А.А., Томашпольский Я.Н., Гордий Н.В. Теплицы с малообъемной гидропоникой // Картофель и овощи. – 1988. - №1 – с.40-41.

10. Тепличное овощеводство на малообъемной гидропонике / Х. Симицхиев, В.Каназирска, К.Милчев, П. Джуров: Пер с болг. – М.: Агрпромиздат, 1985. – 136 с.

11. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів і поточкових ліній / Є.Л.Жулай, Б.В.Зайцев, Ю.М.Лаврінченко, О.С.Марченко, Д.Г.Войтюк. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.

12. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".

13. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

14. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.

15. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.

16. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Держнаглядохоронпраці України. – К.: Основа, 1997. – 265 с.

17. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. – 380 с.

18. Правила улаштування електроустановок. – Міненерго України, 2010. – 716 с.

19. Правила улаштування електроустановок. – Міненерго України, 2010. – 716 с.

20. Соколов А. В. Повышение эффективности систем освещения и облучения /Стребков Д. С., Юферев Л. Ю., Александров Д. В., Соколов А. В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2014 № 1 (32). С.13-16.

21. Соколов А. В. Исследование резонансной системы передачи электроэнергии на повышенной частоте / Юферев Л. Ю., Рошин О. А., Александров Д. В., Соколов А. В. // Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 8 (148). С. 89-93.

22. Соколов А. В. Эффективность использования искусственного освещения растений / Соколов А. В., Юферев Л. Ю. // Труды ГОСПИТИ. 2013. Т. 111. № -1. С. 163-165.

23. Соколов А.В. Измеритель фотосинтетически-активной радиации / Юферев Л. Ю., Соколов А. В. // Патент на полезную модель RUS№137973; подано 09.11.2012, опубликовано: 27.02.2014 Бюл. №6.

24. Соколов А.В. Результаты испытаний широкополосной системы освещения рассады / Соколов А. В., Юферев Л. Ю. // Инновации в сельском хозяйстве. 2014. № 1 (6). С. 40-45.

25. Соколов А.В. Индикатор мощности ФАР для освещения растений / Соколов А.В. // Инновации в сельском хозяйстве. 2013. № 1 (3). С. 9.

26. Соколов А. В. Проектирование преобразователей напряжения для резонансных систем передачи электрической энергии малой мощности / Стребков Д. С., Юферев Л. Ю., Соколов А. В., Прошкин Ю. А. // Сборник научных докладов ВИМ. 2010. Т. 2. С. 332-340.

27. Соколов А.В. Резонансная светодиодная система освещения для закрытого грунта / Юферев Л. Ю., Соколов А. В., Юферева А. А. // Полупроводниковая светотехника. 2014. Т. 2. № 28. С. 78-80.

28. V. Kozuryskiy, V. Savchenko, and O. Sinyavsky, "Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field". In: Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, USA, 2018, pp. 576 – 620. **(Scopus)**

29. M. Zablodskiy, V. Savchenko, O. Sinyavsky, O., V. Pliuhin, "Interactions between Magnetic Field and Biological Objects of Plant Origin". 2018 IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2018, Proceedings 8477484, pp. 261-266. **(Scopus)**

НУБІП України

Картка обліку використання стандартів у магістерській роботі

| Етапи застосування стандартів при виконанні дипломного проекту | ДСТУ, ГОСТ, гармонізовані стандарти, стандарти IEC, ISO | | |
|--|--|--|-------------------|
| Вибір | Назва ДСТУ | Назва міжнародного стандарту (ISO, IEN, IEC та ін.) | Джерело посилання |
| електротехнологічного обладнання | ДСТУ 2304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення | IEC 60050-131 Internation Electronecnical Vocabulary | |
| | ДСТУ 3025-95 (ГОСТ 9098-93) Вимикачі автоматичні низьковольтні. Загальні технічні умови | IEC 60898-2(2003) Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Circuit-breakers for a.c and d.c. operation. | |
| | ДСТУ 3349-96 (ГОСТ 26430-96) Вимикачі (перемікачі) шляхові безконтактні. Загальні технічні умови | | |
| | ДСТУ 3786-98 Запобіжники топкі. Терміни та визначення | IEC 60050-131 Internation Electronecnical Vocabulary | |
| | ДСТУ IEC 60269-1:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч.1. Загальні технічні вимоги. (IEC 60269- 1:1998, IDT) | IEC 60269-1 Low-voltage fuses – Part 1: General requirements | |
| | ДСТУ IEC 60269-2:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч.2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників промислового призначення (IEC 60269-2:1995, IDT). | IEC 60269-2 Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) | |
| | ДСТУ 3304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення | IEC 60050-131 Internation Electronecnical Vocabulary | |
| | ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення | IEC 60947-4-2(2007) Identifier Specification for low-voltage switchgear and controlgear Contactors and motor-starters. A.C. semiconductor motor controllers and starters. | |
| | ДСТУ 2936-84 Реле електричні. Терміни та визначення. | IEC 60050-131 Internation Electronecnical Vocabulary | |
| | ДСТУ 2846-94 (ГОСТ 11206-93) Контактори електромагнітні низьковольтні. Загальні технічні умови. | IEC 60947-4-1(2009) Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4- 1) Contactors and motor-starters Electromechanical contactors and motor-starters. | |
| | ДСТУ 3020-95 (ГОСТ 12434-95) Апарати комутаційні | | |

| | | | |
|-------------------|---|---|--|
| | низьковольтні. Загальні технічні умови. ДСТУ 2286-93 Машини електричні обертові. Терміни та визначення | IEC 60050-411 International Electrotechnical Vocabulary. P.141. Rotating machinery | |
| | ДСТУ 3827-98 Обертові електричні машини. Характеристики машин. Терміни та визначення. | IEC 60050-411 International Electrotechnical Vocabulary. P.141. Rotating machinery | |
| | ДСТУ 2640-94 (ГОСТ 30195-94) Електродвигуни асинхронні загальні. Загальні технічні умови. | | |
| | ДСТУ 3623-97 Лампи електричні. Терміни та визначення. | IEC 60050-131 International Electrotechnical Vocabulary | |
| | ДСТУ IEC 60064-2001 Лампи розжарювання вольфрамові загального освітлення побутового та аналогічного призначення. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60064-1993, IDT) | IEC 60064:1996 Title Identifier Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements | |
| | ДСТУ IEC 60188-2003 Лампи ртутні паросвітні високого тиску. Технічні умови (IEC 60188-2001, IDT) | IEC 60188:2001 High-pressure mercury vapour lamps. Performance specification | |
| | ДСТУ IEC 60901-2001 Лампи люмінесцентні одноцокольні. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60901:1996, IDT) | IEC 60901:1996 Title Identifier Specification for single-capped fluorescent lamps. Performance specifications | |
| | ДСТУ IEC 61167-2005 Лампи металогенові (IEC 61167:1992, IDT) | IEC 61167:2003 Metal halide lamps | |
| | ДСТУ IEC 60598-1-2002 Світильники. Ч.1. Загальні вимоги й випробування (IEC 60598-1:1999, IDT) | IEC 60598-1:1999: Luminaires - Part 1: General requirements and tests | |
| | ДСТУ IEC 60598-2-1-2002 Світильники. Ч.2. Окремі вимоги. Розділ 1. Світильники стаціонарні загального призначення (IEC 60598-2-1:1979, IDT) | IEC 60598-2-1:1979 Luminaires. Part 2: Particular requirements. Section One: Fixed general purpose luminaires | |
| Детальна розробка | ДСТУ IEC 60947-6-1:2007 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Ч.6-1. Багатофункціональне обладнання. Перемикальне комутаційне обладнання (IEC 60947-6-1:2005, IDT) | IEC 60947-6-1:2005 Low-voltage switchgear and controlgear. Multiple function equipment. Transfer switching equipment | |
| | ДСТУ IEC 60034-5:2005 Машини електричні обертові. Ч.5. Ступені захисту, забезпечувані цілісною конструкцією обертових електричних машин (IP – код). Класифікація. (IEC 60034-5:2000, IDT) | IEC 60034-5:2000 Rotating electrical machines. Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code). Classification | |

| | | | |
|-------|---|--|---------|
| НУБІП | <p>ДСТУ ІЕС 60034-7:2005 Машины електричні обертові. Ч.7. Класифікація типів за конструкцією, установчим монтажем та розміщенням клемної коробки (IM – код). (ІЕС 60034- 7:2001, ІДТ)</p> | <p>IEC 60034-7:2001 Part 7 Classification of types of construction, mounting arrangements & terminal box position (IM Code)</p> | України |
| НУБІП | <p>ДСТУ ІЕС 60034-8:2005 Машины електричні обертові. Ч.8. Маркування виводів і напрямок обертання (ІЕС 60034-8:2002, ІДТ)</p> | <p>IEC 60034-8:2002 Title Identifier Rotating electrical machines. Terminal markings and direction of rotation</p> | України |
| | <p>ДСТУ 2365-94 Машины електричні асинхронні потужністю до 400 кВт включно. Двигуни. Загальні технічні умови.</p> | | |

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України