

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Електротехнологія і теплові процеси»

СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ

(Електротехнологічні комплекси і процеси в галузі)

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Мелітополь, 2016

УДК 631.3-83(073)

Спеціалізація. Методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Р.В.Кушлик, 2016. – 150 с.

Розробники: к.т.н., доцент Кушлик Р.В.

Рецензент:

– д.т.н., професор Назаренко І.П., Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ЕТ і ТП ТДАТУ.

Протокол № 7 від «25» січня 2016 р.

Затверджено методичною комісією Енергетичного факультету.

Протокол № 5 від «27» січня 2016 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Електротехнологічні установки для освітлення сільськогосподарських приміщень.....	5
2. Розрахунок електротехнологічних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.....	13
3. Розрахунок електротехнологічних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.....	19
4. Розрахунок електротехнологічних установок точковим методом лінійних ізолюкс.....	25
5. Розрахунок електротехнологічних установок точковим методом лінійних ізолюкс.....	31
6. Розрахунок в електротехнологічних установках чергового і аварійного освітлення.....	38
7. Розрахунок в електротехнологічних установках освітлення входів в приміщення.....	46
8. Вибір напруги і схеми живлення в електротехнологічних установках ..	53
9. Розподілення навантаження групових ліній по фазам. Вибір марок проводів і способу їх прокладки. Розробка специфікації на матеріали та обладнання.....	64
10. Розрахунок перерізу проводів мережі за допустимими втратами напруги.....	71
11. Розрахунок перерізу проводів мережі за допустимими втратами напруги.....	76
12. Перевірка перерізу проводів мережі за умовами нагріву та механічній міцності.....	81
13. Вибір апаратури управління та захисту. Розробка схеми електричної принципової.....	86
14. Розрахунок електротехнологічних стаціонарних механізованих установок УФ – опромінення тварин.....	93

15. Розрахунок електротехнологічних рухомих механізованих установок УФ – опромінення тварин.....	107
16. Розрахунок електротехнологічних тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.....	121
17. Розрахунок електротехнологічних установок для комбінованого УФ і ІЧ опромінення тварин.....	132
18. Методи розрахунку електротехнологічних установок для обеззараження води.....	143

Вступ

Навчальна дисципліна „Спеціалізація” є профілюючою навчальною дисципліною напряму підготовки „8.100101 – Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі” у вищих аграрних закладах освіти II – IV рівнів акредитації при підготовці фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр”.

На практичному занятті студент повинен закріпити одержані теоретичні знання і набути практичних навичок з розрахунку електротехнологічних установок.

При виконанні практичних робіт з спеціалізації студент повинен самостійно вирішувати практичні інженерні задачі, уміти застосовувати методіку розрахунку установок методом коефіцієнту використання світлового потоку, методом питомої потужності, методом лінійних і просторових ізолюкс.

Одержавши графік виконання практичних робіт з дисципліни, студент самостійно готується до кожної з них, вивчаючи відповідні розділи теоретичного матеріалу.

Перед виконанням практичної роботи перевіряється готовність студента за темою практичного заняття, використовуючи контрольні питання, які приводяться в практичній роботі. Лише після перевірки викладачем ступеня підготовки студента до занять він може виконувати роботу.

Для роботи студент отримує варіант індивідуального завдання і необхідну нормативно-довідкову літературу. Студент самостійно виконує розрахунки відповідно з темою практичного заняття та при необхідності отримує допомогу викладача. Після виконання необхідних розрахунків студент складає звіт по роботі, який вміщує всі фактичні дані (схеми, таблиці, графіки) та аналіз результатів розрахунку. В кінці заняття студент повинен представити викладачу результати індивідуальної роботи, при необхідності виконати необхідні виправлення та одержати оцінку від викладача за свою роботу.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

1 Мета роботи

Засвоєння методики розробки світлотехнічної відомості, набуття практичних навичок вибору сучасних світильників і джерел світла, вибору системи та виду освітлення, нормованої освітленості та коефіцієнту запасу.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю розгляду питань при проектуванні світлотехнічної відомості.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику розробки світлотехнічної відомості.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розробки світлотехнічної відомості.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор.

Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Світлотехнічна відомість є одним із основних документів, куди заносяться дані про назву приміщень, основну характеристику приміщень, яка включає в себе характеристику середовища в приміщеннях, коефіцієнт відбиття стін, стелі, підлоги, вид і систему освітлення, дані про нормовану освітленість в приміщеннях, коефіцієнт запасу, а також дані про світильники і джерела світла.

4.1 Загальні принципи нормування освітленості

Вибір нормованої освітленості виконується за нормами ДНБ В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування» в залежності від характеристики зорових робіт, виду і системи освітлення, розміру об'єктів, контрасту цього об'єкту з фоном і характеристики фону, а також від виду ламп.

При освітленнях всередині приміщення $E_n \geq 50$ лк рекомендуються люмінесцентні лампи. При низьких рівнях освітленості ($E_n < 50$ лк) використання цих ламп не рекомендується.

При цьому необхідно пам'ятати, що в приміщеннях для утримання тварин освітленість проходів для прибирання гною повинна складати 25% від нормованої для даного приміщення, але не менше 10 лк. Нормована освітленість при проектуванні штучного освітлення споруд і будівель для зберігання сільськогосподарської продукції, тваринницьких і птахівничих приміщень визначають за нормативними документами.

4.2 Види і системи освітлювання

Вид освітлення – це класифікація систем освітлення за своїм функціональним призначенням у виробничому процесі по забезпеченню безперебійної дії цієї системи.

Система освітлення – сукупність джерел оптичного випромінювання об'єднаних по певній схемі розташування.

В практиці освітлення виробничих об'єктів використовуються системи загального, місцевого та комбінованого освітлення. У свою чергу система загального освітлення розрізняється за способами розташування джерел випромінювання: *рівномірне* та *локалізоване*. При рівномірному освітленні відстань між джерелами випромінювання у ряду і між рядами при розташуванні дотримується незмінною. При *локалізованому* розташуванні положення кожного джерела випромінювання визначається міркуванням вибору найвигіднішого напрямку світлового потоку і усунення затінок на освітлювальному робочому місці та цілком залежить від розташування технологічного обладнання.

Місцеве освітлення служить для забезпечення необхідного рівня видимості тільки у границях робочої поверхні. Світильники місцевого освітлення можуть бути або *стаціонарними*, або *переносними*.

Комбіноване освітлення – це сукупність загального і місцевого.

Слід *знати*, що загальне рівномірне освітлення у комбінованій системі повинно забезпечувати не менш, ніж 10% нормованої освітленості незалежно від типу ламп локалізованого або місцевого освітлення, але не нижче 50 лк при лампах розжарювання та 150 лк при газорозрядних лампах.

За видом освітлення, за нормами ДНБ В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування», може бути:

- *робочим*, призначення якого є забезпечення необхідної освітленості на робочих поверхнях;
- *чергове*, яке призначено для освітлення приміщень у темний період доби;
- *охоронне*, яке виконується для освітлення територій виробничих об'єктів зовні приміщень;
- *аварійне*, яке застосовується при відмові робочого освітлення і призначене або для евакуації людей, або продовження виробничого процесу.

Для визначення виду освітлення при проектуванні, необхідно враховувати наступні рекомендації:

- *робоче* освітлення є основним видом і застосовується на всіх виробничих ділянках і робочих місцях;

- *чергове* освітлення застосовують:

а) для догляду за тваринами у нічній період доби. При цьому загальна кількість світильників складає:

1) у приміщеннях для утримання тварин – 10% від загальної кількості;

2) у пологових відділеннях - 15% від загальної кількості;

- *аварійне* освітлення для продовження робіт на сільськогосподарських об'єктах влаштовують:

а) на інкубаторних станціях, ветеринарних пунктах, зернопунктах, які мають протравлювачі, сушильних установках, диспетчерських пунктах, установках водозабезпечення, каналізації та теплофікації;

- *аварійне* освітлення для продовження роботи повинно забезпечувати на робочих місцях, освітленість не менш ніж 5% від нормованих умов освітлення;

- освітленість, яка створюється аварійним освітленням для евакуації людей, повинна бути, не менш, як 0,5 лк.

4.3 Вибір типу джерела світла і світильника

Згідно рекомендацій ЛР встановлюються:

- в допоміжних приміщеннях;
- для місцевого освітлення;
- для аварійного освітлення;
- в пташниках для регулювання освітлення;
- свинарниках відгодівельниках.

Люмінесцентні лампи:

- у всіх приміщеннях із зоровим напруженням;
- в тваринницьких приміщеннях;
- в приміщеннях де відсутнє природне освітлення.

Роблячи вибір між ЛР і ЛЛ бажано враховувати наступне:

- капітальні затрати на установку і покупку ЛЛ або ЛР;
- надійна робота ПР апаратури забезпечується лише при певних параметрах навколишнього середовища;

- спектр випромінювання ЛЛ дозволяє отримати більш правильну кольоропередачу, ніж в ЛР.

Тому вибираючи ЛР чи ЛЛ необхідно брати до уваги конкретні приміщення, які роботи там виконуються, скільки часу знаходиться там оперативний персонал.

Від вибору світильника теж залежить надійність, ефективність і економічність освітлювальної установки. При виборі світильника враховують:

- умови навколишнього середовища;
- вимоги до характеру світлорозподілення;
- економічну ефективність.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для розробки світлотехнічної відомості є:

- вид освітлення;
- система освітлення;
- джерело світла;
- тип світильника;
- нормована освітленість – E_n ;
- площі для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$, h_{rp} ;
- коефіцієнт запасу – K_z ;
- мінімальна допустима висота підвісу $h_{під.мін}=2,5$ м ;
- висота приміщення H , м;
- ширина приміщення B , м;
- довжина приміщення A , м;
- висота звісу $h_{св}$, м;

6 Приклад виконання світлотехнічної відомості

Для молочного цеху у відповідності із завданням вибрати: вид освітлення, систему освітлення, джерело світла, тип світильника, нормовану освітленість, площі для якої нормується освітленість, коефіцієнт запасу.

Таблиця 1 – Світлотехнічна відомість

Номер приміщення на плані	Назва	Характеристика приміщення							Вид освітлення	Система освітлення	Загальне освітлення						Штепс. розетка		Встановлена потужність, Вт	Питома потужність, Вт
		Довжина, м	Ширина, м	Площа, м ²	Висота, м	Характеристика середовища	Коеф. відбиття.				Е _н , лк	Коефіцієнт запаса	Світильники			Загальна потужність	Тип, потужність, Вт	Кількість		
							ρ _{ст} , %	ρ _{лог} , %					Тип	Потужність, Вт	Кількість					
1	Цех молочний	36	20	720	3,2	Сире	30	50	роб.	заг. рівн.	75	1,3	ЛСП18	40	68	2720	-	-	2720	3,8
2	Приймальня молока	9	9	81	3,2	Сире	30	50	роб.	заг. рівн.	50	1,15	НСП02	200	4	800	-	-	800	9,9
3	Тамбур	9	3	27	3,2	Сире	30	50	роб.	заг. рівн.	20	1,15	НСП02 СПП200	60 60	2 1	120 60	-	-	180	6,7
4	Електрощитова	9	7	63	3,2	Сухе	30	50	роб.	заг. рівн.	50	1,15	НСП02	200	4	800	-	-	800	12,7
5	Тамбур	9	3	27	3,2	Сире	30	50	роб.	заг. рівн.	20	1,15	НСП02 СПП200	60 60	2 1	120 60	-	-	180	6,7
6	Лабораторія	4	4	16	3,2	Сухе	50	70	роб.	заг. рівн.	200	1,15	НСО02	200	1	200	РЩ-Ц-22-0-220	1	700	43,7
7	Кімната відпочинку	4	4	16	3,2	Сухе	50	70	роб.	заг. рівн.	200	1,15	НСО02	200	1	200	РЩ-Ц-22-0-220	1	700	43,7
8	Майстерня	9	5	45	3,2	Сире	30	50	роб.	заг. рівн.	50	1,15	НСП02	200	4	800	-	-	800	17,8
9	Кладова	9	5	45	3,2	Сире	30	50	роб.	заг. рівн.	20	1,15	НСП02 СПП200	60	4	240	-	-	240	5,3

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2 Оформлену світлотехнічну відомість згідно індивідуального завдання.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Умови вибору типу джерел світла.

8.2 Умови вибору типу світильника.

8.3 Які види освітлення передбачаються в сільськогосподарських виробничих приміщеннях?

8.4 Назвати рекомендації по вибору системи освітлення.

8.5 Як вибрати значення нормованої освітленості?

8.6 Як визначити значення коефіцієнта запасу?

8.7 Рекомендації до розміщення світильників у приміщенні.

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК МЕТОДОМ КОЕФІЦІЄНТУ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ

1 Мета роботи

Вивчити методику та набуття практичних навиків світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Метод коефіцієнта використання світлового потоку - це метод, який враховує світловий потік не тільки від світильника, але потік, який відбивається від стелі, стін, підлоги. Основним розрахунковим рівнянням цього методу, яке вирішене відносно світлового потоку ламп, може бути записано у вигляді:

$$\Phi_{лр} = \frac{E_n \cdot k_3 \cdot S \cdot Z}{N_{\Sigma} \cdot \eta}, \quad (1)$$

де E_n - нормована освітленість, лк;

k_3 - коефіцієнт запасу, в.о.;

S - площа приміщення, m^2 ;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, в.о.;

N_{Σ} - кількість світильників у приміщенні, шт;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, в.о.;

Значення коефіцієнту використання освітлювальної установки η для стаціонарних світильників обирається в залежності від індексу приміщення i та відбиваючих властивостей, тобто коефіцієнтів відбиття (див. табл. додаток А) стелі ρ_{cm} , стін ρ_c та підлоги ρ_n приміщення $\eta = f(i, \rho_c, \rho_n, \rho_{cm})$.

Індекс приміщення i визначається за виразом

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}, \quad (1)$$

де A, B - відповідно довжина та ширина приміщення, м;

H_p - розрахункова висота, м;

Розрахункова висота H_p - це відстань між світловим центром джерела і робочою поверхнею

h_n - висота підвісу світильника;

$h_{p.n.}$ - висота робочої поверхні

Висота підвісу h_n - відстань між точкою закріплення світильника до перекриття, і світловим центром світильника.


Висота робочої поверхні $h_{p.n.}$ - це відстань між підлогою і робочою поверхнею. Вона нормується в залежності від виробничих приміщень і наведена сумісно з нормами освітленості у галузевих нормах.

Значення коефіцієнта нерівномірності **Z**, який залежить від джерела світла, світлорозподілу і розміщення світильників, приймається рівним: для світильників з лампами розжарювання, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ **Z= 1,15**; з люмінесцентними лампами **Z= 1,1**; для усіх світильників відбитого світла **Z= 1,1**.

По розрахунковому світловому потоку лампи $\Phi_{лр}$ обирається тип та потужність лампи з подальшою перевіркою на допустиме відхилення фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{лф}$ від розрахункового. Це відхилення допустимо в межах від мінус **10** до плюс **20%** .

Алгоритм світлотехнічного розрахунку даним методом наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Алгоритм розрахунку методом коефіцієнту використання світлового потоку

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1	2
1. Визначити вихідні дані розглядуваного приміщення.	 $A =$ $B =$ $H =$ $S =$
2. Визначити систему та вид освітлення.	Дивись рекомендації [2, стор. 6]
3. Вибрати джерело світла.	Дивись рекомендації [2, стор. 10]
4. Вибрати тип світильника.	Дивись рекомендації [2, стор. 10]
5. Вибрати нормовану освітленість E_n	Дивись рекомендації [2, стор. 12]
6. Визначити коефіцієнт запасу k_3	Дивись рекомендації [2, стор. 14]
7. Визначити коефіцієнт нерівномірності Z	$Z = 1,1 - 1,5$
8. Визначити значення висот: - підвісу h_n ; - робочої поверхні $h_{p.n.}$; - розрахункової H_p .	Рекомендована висота підвісу Додаток Б $H_p = H - h_n - h_{p.n.}$
9. Для вибраного типу світильника визначити найвигіднішу світлотехнічну λ_c та економічну λ_e відстань між світильниками в ряду	$\lambda_c =$ $\lambda_e =$ [4, стор. 126]
10. Розрахувати відстань між світильниками по довжині L_A і ширині L_B приміщення.	$L_A = L_B = (\lambda_c - \lambda_e) \cdot H_p$
11. Визначити значення відстані ряду світильників від стін l_A, l_B	При наявності робочих місць у стін: $l_A = 0,3L_A$; $l_B = 0,3L_B$. При відсутності робочих місць у стін: $l_A = 0,5L_A$; $l_B = 0,5L_B$.
12. Визначити кількість рядів світильників N_B	$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1$
13. Визначити кількість світильників в ряду N_A	$N_A = \frac{A - 2l_A}{L_A} + 1$
14. Розрахувати загальну кількість світильників у приміщенні N_Σ	$N_\Sigma = N_A \cdot N_B$
15. Розрахувати індекс приміщення i	$i = \frac{S}{H_p (A + B)}$

Продовження таблиці 1

16. Вибрати значення коефіцієнтів відбиття світлового потоку від стелі ρ_{cm} , стін ρ_c , та підлоги ρ_n .	Додаток А $\rho_{cm} = \rho_c = \rho_n =$
17. Визначити для обраного типу світильника, його класу світлорозподілу, кривій силі світла, індексу приміщення та коефіцієнтів відбиття коефіцієнт використання світлового потоку η .	По таблицям [3, стор. 140]. $\eta =$
18. Розрахувати світловий потік лампи $\Phi_{лр}$	$\Phi_{лр} = \frac{E_n \cdot k_z \cdot S \cdot Z}{N_\Sigma \cdot \eta}$
19. Вибрати тип лампи з світловим потоком найближчим до розрахункового $\Phi_{лр}$	По довідникам, [4, стор. 10] $\Phi_{лр} =$
20. Порівняти світлові потоки лампи розрахунковий $\Phi_{лр}$ та фактичний $\Phi_{лф}$ і перевірити виконання умови.	$-0,1\Phi_{лр} \leq \Phi_{лф} \leq 0,2\Phi_{лр}$
21. Якщо умови п.20 не виконується:	Обрати інше значення λ_c і λ_e , або змінити висоту підвісу світильника та здійснити розрахунки по пунктам 9-13 и 18-20.
22. Якщо умова п.20 виконується	Перейти з п.20 до виконання пунктів 23-24.
23. Розрахувати сумарну потужність світильників (установлену потужність) $P_{уст}$	$P_{уст.} = P_l \cdot N_\Sigma,$ де P_l - потужність вибраної лампи, Вт.
24. Визначити питому потужність $P_{р.лит.}$	$P_{р.лит.} = \frac{P_{уст.}}{S}$

5 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

5.1 Тему, мету.

5.2 Алгоритм розрахунку методом коефіцієнту використання світлового потоку

6 Контрольні питання

- 6.1 Область застосування методу коефіцієнту використання світлового потоку.
- 6.2 Як визначити кількість світильників в приміщенні?
- 6.3 Порядок розрахунку освітлювальної установки методом коефіцієнту використання світлового потоку.
- 6.4 Як визначається коефіцієнт використання світлового потоку?
- 6.5 Як визначається необхідний світловий потік джерела світла?
- 6.6 Як визначити значення коефіцієнта запасу?
- 6.7 Рекомендації до розміщення світильників у приміщенні.
- 6.8 Як вибрати тип і потужність джерела світла?

7 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.
2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.
3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.
4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК МЕТОДОМ КОЕФІЦІЄНТУ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ

1 Мета роботи

Вивчити методику та набуття практичних навиків світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок методом коефіцієнту використання світлового потоку.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Вихідні дані

Вихідними даними для світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки методом коефіцієнту використання світлового потоку ϵ :

1. План розміщення світильників.

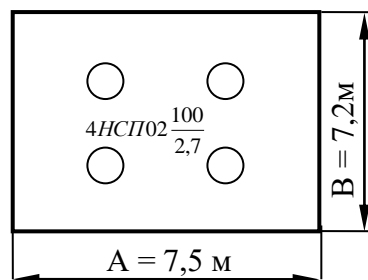


Рисунок 1.3 – План розміщення світильників

2. Перелік основних даних по світлотехнічному розрахунку

Система освітлення – загальна рівномірна

Вид освітлення – робоче

Джерело світла – лампа розжарювання

Тип світильника – HSP02, к.с.с. М – рівномірна (крива сили світла)

Категорія приміщення по умовам навколишнього середовища - пильне

Нормована освітленість – $E_n = 20 \text{ лк}$,

Плоскість для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$

Коефіцієнт запасу – $K_z = 1,15$

Висота приміщення $H = 2,9 \text{ м}$

Висота робочої поверхні $h_{\text{р.п.}} = 0$

Ширина приміщення $B = 7,2 \text{ м}$

Довжина приміщення $A = 7,5 \text{ м}$

Висота звісу $h_{св.} = 0,2$ м

5 Приклад виконання світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки методом коефіцієнту використання світлового потоку

Визначаємо розрахункову висоту світильника

$$h_p = H - h_{св.} - h_{p.n} \quad (1)$$

$$h_p = 2,9 - 0,2 - 0 = 2,7 \text{ м}$$

Визначаємо найвигіднішу відносну відстань між світильниками

$$L_a = \lambda \cdot h_p \quad (2)$$

$\lambda_c = 1,8 \dots 2,6$ - при зоровій напрузі;

$\lambda_3 = 2,6 \dots 3,4$ при відсутності зорової напруги

Приймаємо $\lambda = 1,8 \dots 2,6$

Рекомендовану відносну відстань між світильниками в ряду визначаємо по формулі

$$L_a = (1,8 \dots 2,6) 2,7 = 4,8 \dots 7,0 \text{ м}$$

Приймаємо $L_a = 6$ м

Визначаємо рекомендовану відстань від стіни до найближчого ряду

$l_a = 0,25 \dots 0,5$ – при зоровій напрузі;

$l_a = 4,8 \dots 7,0$ – при відсутності зорової напруги.

Приймаємо $l_a = 0,25 \dots 0,5$

$$l_a = (0,25 \dots 0,5) L_a \quad (3)$$

$$l_a = (0,25 \dots 0,5) 6,0 = 1,5 \dots 3,0$$

Приймаємо $1,5$ м

Визначаємо кількість рядів по формулі

$$N_a = \frac{A - 2l_a}{L_a} + 1, \quad (4)$$

$$N_a = \frac{7,5 - 2 \cdot 1,5}{6} + 1 = 1,75$$

Приймаємо 2 ряда

Визначаємо кількість світильників в ряду

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1, \quad (7)$$

$$N_B = \frac{7,2 - 2 \cdot 1,5}{6} + 1 = 1,7$$

Приймаємо 2 світильника

Визначаємо загальну кількість світильників

$$N = N_a + N_B$$

$$N = 2 + 2 = 4 \text{ шт.}$$

Визначаємо індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (8)$$

де A, B – відповідно, довжина і ширина приміщення, м;

h_p – розрахункова висота, м

$$i = \frac{7,5 \cdot 7,2}{2,7 \cdot (7,5 + 7,2)} = 1,36$$

Приймаємо коефіцієнт відображення $\rho_{ст} = 30\%$, $\rho_{пот} = 50\%$

Світловий потік джерела світла визначається за формулою

$$\Phi_n = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot Z \cdot S}{N \cdot \eta} \quad (9)$$

де E_H – нормована освітленість,

K_3 – коефіцієнт запасу, приймаємо $K_3 = 1,15$

Z – коефіцієнт мінімальної освітленості, $Z = 1,15$,

S – площа приміщення, m^2 ,

Φ_n – світловий потік, лм,

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Коефіцієнт використання світлового потоку вибираємо в залежності від типу світильника, коефіцієнта відображення і індексу приміщення.

Приймаємо $\eta_n = 25\%$

Визначаємо необхідний світловий потік джерела світла

$$\Phi_n = \frac{20 \cdot 1,15 \cdot 1,15 \cdot 54}{4 \cdot 0,25} = 1428,3 \text{ лм.}$$

Вибираємо ближчу по світловому потоку лампу розжарювання типу: Б-220-230-100 з $\Phi_n = 1335$ лм і $P_H = 100$ Вт.

Відхилення світлового потоку стандартної лампи від розрахункового

$$\Delta\Phi = \frac{F_{ЛСТ} - F_{Л}}{F_{ЛСТ}} \cdot 100\% \quad (10)$$

$$\Delta\Phi = \frac{1428,3 - 1335}{1428,3} \cdot 100\% = 6,5 \%$$

Лампа вибрана правильно із умови, що $F_{Л}$ не повинно відрізнятись від розрахункового більше ніж на $-10\% \dots +20\%$.

Штепсельні розетки в приміщенні не встановлюємо

Встановлена потужність на освітлення

$$P_{вст.} = P_{н} \cdot N + P_{роз.}, \quad (11)$$

де $P_{роз.}$ – потужність розеток, Вт

$$P_{вст.} = (100 \cdot 4 + 0) = 400 \text{ Вт}$$

Питома потужність

$$P_{пит.} = \frac{P_{вст.}}{\rho}, \quad (12)$$

$$P_{пит.} = \frac{400}{54} = 7,4 \text{ Вт/м}^2$$

Результати розрахунків заносимо в світлотехнічну відомість

Приміщення, які мають площу до 10 м^2 приймаємо 1 світильник, а потужність лампи вибираємо по Додатку В

Якщо освітленість більша ніж 75 лк потужність лампи перераховують по формулі:

$$P_{л} = P_{л.табл.} \cdot \frac{E_{н} = 100}{E_{н.табл.} = 75}$$

Рекомендації

1. В тому випадку, якщо $\Phi_{л}$ получилось великим, необхідно:
 - 1.1 Вибрати інший світильник, іншим лямда і індексом приміщення.
 - 1.2 Збільшити висоту підвісу світильника, (мінімальна відстань від світильника до підлоги - 2,5м)

6 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- 6.1 Тему, мету.
- 6.2 Приклад розрахунку згідно індивідуального завдання.

6.3 Аналіз отриманих результатів.

7 Контрольні питання

- 7.1 Область застосування методу коефіцієнту використання світлового потоку.
- 7.2 Як визначити кількість світильників в приміщенні?
- 7.3 Порядок розрахунку освітлювальної установки методом коефіцієнту використання світлового потоку.
- 7.4 Як визначається коефіцієнт використання світлового потоку?
- 7.5 Як визначається необхідний світловий потік джерела світла?
- 7.6 Як визначити значення коефіцієнта запасу?
- 7.7 Рекомендації до розміщення світильників у приміщенні.
- 7.8 Як вибрати тип і потужність джерела світла?

8 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.
2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.
3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.
4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ТОЧКОВИМ МЕТОДОМ ЛІНІЙНИХ ІЗОЛЮКС

1 Мета роботи

Вивчити методику та набуття практичних навиків світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс. Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Точковий метод розрахунку лінійних ізолюкс в застосуванні до освітлювальних установок з лінійними випромінювачами (люмінесцентними лампами) називають методом *лінійних ізолюкс*.

Цей метод застосовується у тих випадках, коли окремо встановлені світильники з люмінесцентними лампами або їх ряди можливо розглядати як світні лінії. Основною підставою для визначення світляної лінії є наступні умови:

1) довжина L окремого світильника або їх ряду повинна бути *більше половини* розрахункової висоти H_p , тобто: $L > 0,5 H_p$;

2) відстань між світильниками в ряду l_p повинна бути *менше половини* розрахункової висоти H_p , тобто: $l_p < 0,5 H_p$ (рисунок 1.3).

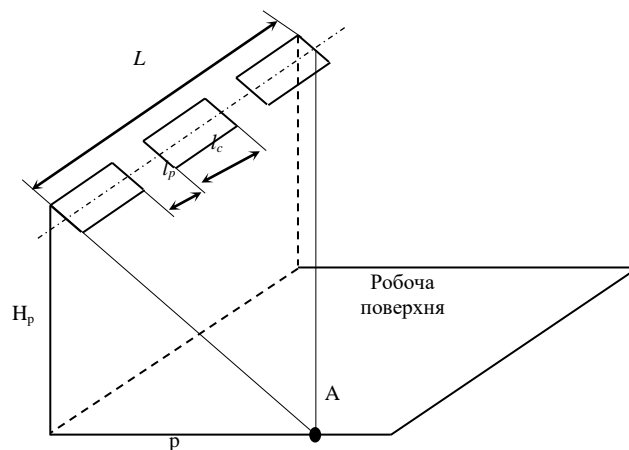


Рисунок 1.3 – До розрахунку освітленості, яка створюється у точці світловою лінією

Розрахунок освітленості проводять за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

Лінійні ізолюкси - це залежності відносної освітленості e^* від відносних значень L^* (відносна довжина світляної лінії $L^* = L/H_p$) та p^* (відносна відстань контрольної точки від проекції світляної лінії на робочу поверхню $p^* = p/H_p$), тобто $e^* = f(p^*, L^*)$, які побудовані при умовах, що 1 м довжини світляної лінії

дає світловий потік в 1000 лм, а висота лінії над робочою поверхнею дорівнює 1 м.

При користуванні графіками лінійних ізолюкс слід враховувати, що лінії, для яких $L^* > 4,0$ або $p^* > 4,0$, при розрахунках практично розглядаються як безмежно довгі і значення умовної освітленості e^* знаходять на пересіканні або $L^* = 4,0$, або $p^* = 4,0$, або $L^* = 4,0$ і $p^* = 4,0$.

Основна розрахункова формула методу:

$$\Phi_{роз} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_3 \cdot H_p}{\mu \cdot \Sigma_e}, \quad (1)$$

де $\Phi_{роз}$ – щільність світлового потоку, лм/м;

E_n – нормована освітленість, лк;

k_3 – коефіцієнт запасу;

H_p – розрахункова висота;

μ – коефіцієнт, який враховує дію віддалених світильників і відбитий світловий потік ($\mu = 1,1 - 1,3$);

Σ_e – сумарна умовна відносна освітленість в розрахунковій точці, яка визначається по графікам лінійних ізолюкс (див. рисунок).


При розрахунках слід враховувати наступне:

- розрахункова точка вибирається в місцях, де задається нормована освітленість;

- при загальному рівномірному освітленні розрахункова точка, як правило, вибирається між рядами;

Алгоритм світлотехнічного розрахунку даним методом наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Алгоритм розрахунку точковим методом лінійних ізолюкс.

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1	2
1. Визначити вихідні дані розглядуваного приміщення.	 A= B= H= S=
2. Визначити систему та вид освітлення.	Дивись рекомендації [2, стор. 6]
3. Вибрати джерело світла.	Дивись рекомендації [2, стор. 10]
4. Вибрати тип світильника.	Дивись рекомендації [2, стор.10]
5. Вибрати нормовану освітленість E_n .	Дивись рекомендації [2, стор.12]
6. Визначити коефіцієнт запасу k_3 .	Дивись рекомендації [2, стор.14]
7. Визначити коефіцієнт нерівномірності Z .	$Z = 1,1$
8. Визначити значення висот: - підвісу h_{3e} ; - робочої поверхні $h_{p.n.}$; - розрахункової H_p .	$H_p = H - h_n - h_{p.n.}$
9. Для вибраного типу світильника визначити найвигіднішу світлотехнічну λ_c та економічну λ_e відстань між світильниками в ряду	$\lambda_c =$ $\lambda_e =$ [4, стор. 126]
10. Розрахувати відстань L_B між рядами світильників	$L_B = (\lambda_c - \lambda_e)H_p$
11. Визначити значення відстані ряду світильників від стіни l_B	При наявності робочих місць у стін: $l_B = 0,3L_B$. При відсутності робочих місць у стін: $l_B = 0,5L_B$.
12. Визначити кількість рядів світильників N_B	$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1$
13. Визначити довжину півряду L	$L = \frac{A}{2}$
14. Визначаємо відстань p від розрахункової точки A до світлового ряду. Розрахункову точку вибираємо посередині приміщення між рядами.	$p = L_B / 2$
15. Визначаємо відношення p^*	$p^* = p / H_p$
16. Визначаємо відношення L^*	$L^* = L / H_p$

17. Визначаємо умовну освітленість e по графікам лінійних ізолюкс в залежності від L^* , p^*

Дивись [4, стор. 136]

18. При освітленні точки A декількома рядами або їх частинами відносно освітленість визначають від кожного ряду окремо і складають Σe

$$\Sigma e = e^* N_B$$

19. Визначаємо необхідний світловий потік ряду $\Phi_{розр.}$ довжиною в 1 м

$$\Phi_{розр.} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_3 \cdot H_p}{\mu \cdot \Sigma e}$$

Продовження таблиці 1

1	2
20. Вибрати тип лампи з світловим потоком $\Phi_{лр}$	По довіднику [4, стор. 22] $\Phi_{лр} =$
21. Визначаємо повний потік ламп в ряду $\Phi_{ряду}$	$\Phi_{ряду} = \Phi_{розр} \cdot A$
22. Визначаємо світловий потік 1 світильника $\Phi_{св.}$	$\Phi_{св.} = \Phi_{л} \cdot n$
23. Визначаємо кількість світильників в ряду N_p	$N_{ряду} = \frac{\Phi_{ряду}}{\Phi_{св}}$
24. Визначаємо розриви між світильниками l_p	$l_p = \frac{A - l_{св} \cdot N_{ряду}}{N_{ряду}}$
25. Визначаємо умову неприривності ряду	$l_p < 0,5N_p$
26. При виконанні умови п. 25 визначаємо встановлену потужність $P_{вст.}$	$P_{вст} = 1,25 \cdot P_{л} \cdot n \cdot N_B \cdot N_A$
27. Визначаємо питому потужність всієї установки $P_{пит}$	$P_{пит} = \frac{P_{вст}}{S}$
28. Якщо умови п.25 не виконується	Уточнюємо розрахунок
29. Визначаємо із довідкової літератури питому потужність в залежності від типу світильника і площі приміщення $P_{пит}$	$P_{пит} =$ по [3,4]
30. Визначаємо встановлену потужність $P_{вст.}$	$P_{вст} = P_{пит} \cdot S$
31. Визначаємо кількість світильників в ряду N_p	$N_p = \frac{P_{вст.}}{P_{св.} \cdot N_B}$
32. Приймаємо нову кількість світильників і визначаємо фактичні розриви між світильниками $l_{р факт.}$	$l_{р факт.} = \frac{A - l_{св} \cdot N_{ряду}}{N_{ряду}},$
33. При виконанні умови п.25 визначаємо встановлену потужність ламп $P_{вст}$	$P_{вст} = P_{л} \cdot N$
34. Визначаємо питому потужність всієї установки $P_{пит}$	$P_{пит} = \frac{P_{вст}}{S}$

5 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

5.1 Тему, мету.

5.2 Алгоритм розрахунку точковим методом лінійних ізолюкс

6 Контрольні питання

6.1 Дати визначення світової лінії.

6.2 Як визначити кількість рядів світильників?

6.3 Як вибрати розрахункову точку?

6.4 Записати основне розрахункове рівняння для визначення потрібного світлового потоку лінії.

6.5 Як визначити відносну освітленість в розрахунковій точці за допомогою графіків лінійних ізолюкс?

6.6 Як визначити кількість світильників в ряду?

6.7 Як перевірити умови безперервності світної лінії?

6.8 Як уточнити розрахунок ЛЛ у випадку коли світна лінія з проміжками?

7 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.
2. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.
3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.
4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ТОЧКОВИМ МЕТОДОМ ЛІНІЙНИХ ІЗОЛЮКС

1 Мета роботи

Вивчити методику та набуття практичних навиків світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика світлотехнічного розрахунку люмінесцентного освітлення за допомогою графіків лінійних ізолюкс. Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

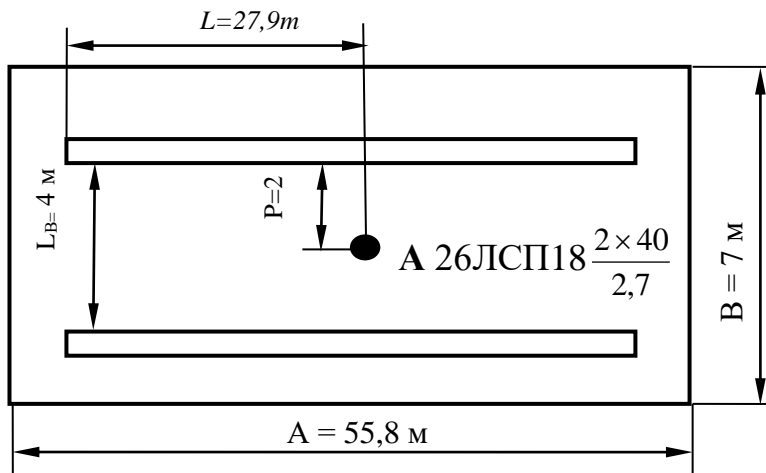
Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Вихідні дані

Вихідними даними для світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки за допомогою графіків лінійних ізолюкс є:

1. План розміщення світильників.



Рисинук 2 - План розміщення світильників

2. Перелік основних даних по світлотехнічному розрахунку

Система освітлення – загальна рівномірна

Вид освітлення – робоче

Джерело світла – люмінесцентна лампа

Тип світильника – ЛСП18, к.с.с. Д – косінусна (крива сили світла)

Категорія приміщення по умовам навколишнього середовища – сире з хімічно агресивним середовищем

Нормована освітленість – $E_n = 100$ лк,

Плоскість для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$

Коефіцієнт запасу – $K_z = 1,3$

Висота приміщення $H = 2,9$ м

Висота робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$

Ширина приміщення $B = 7$ м

Довжина приміщення $A = 55,8$ м

Висота звісу $h_{св.} = 0,2$ м

5. Приклад виконання роботи

Визначаємо розрахункову висоту світильника

$$h_p = H - h_{св.} - h_{р.п} \quad (1)$$

$$h_p = 2,9 - 0,2 - 0 = 2,7 \text{ м}$$

Визначаємо найвигіднішу відносну відстань між рядами світильників

$$\lambda_c = 1,2 \dots 1,6 \text{ - при зоровій напрузі;}$$

$$\lambda_c = 1,6 \dots 2,1 \text{ при відсутності зорової напруги}$$

$$\text{Приймаємо } \lambda_c = 1,2 \dots 1,6$$

Рекомендовану відносну відстань між світильниками в ряду визначаємо по формулі

$$L_B = \lambda_c \cdot h_p \quad (2)$$

$$L_B = (1,2 \dots 1,6) 2,7 = 3,2 \dots 4,3 \text{ м}$$

$$\text{Приймаємо } L_B = 4 \text{ м}$$

Визначаємо рекомендовану відстань від стіни до найближчого ряду

$$l_c = 0,25 \dots 0,5 \text{ - при зоровій напрузі;}$$

$$l_c = 3,2 \dots 4,3 \text{ - при відсутності зорової напруги.}$$

$$\text{Приймаємо } l_B = 0,25 \dots 0,5$$

$$l_B = (0,25 \dots 0,5) L_B \quad (3)$$

$$l_B = (0,25 \dots 0,5) 2,7 = 0,675 \dots 1,35$$

$$\text{Приймаємо } 1,5 \text{ м}$$

Визначаємо кількість рядів по формулі

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1, \quad (4)$$

$$N_B = \frac{7 - 2 \cdot 1,5}{4} + 1 = 1,8$$

$$\text{Приймаємо } 2 \text{ ряда}$$

Визначаємо довжину півряду

$$L = \frac{A}{2}, \quad (5)$$

$$L = \frac{55,8}{2} = 27,9 \text{ м}$$

Визначаємо відстань від розрахункової точки до світлового ряду.

Розрахункову точку вибираємо посередині приміщення між рядами

$$p = \frac{L_B}{2}, \quad (6)$$

$$p = \frac{4}{2} = 2\text{м}$$

Визначаємо відношення p^1 і L^1

$$L^1 = \frac{L}{h_{\text{РОЗР}}}, \quad (7)$$

$$L^1 = \frac{27,9}{2,7} = 10,3$$

$$p^1 = \frac{p}{h_{\text{РОЗР}}}, \quad (8)$$

$$p^1 = \frac{2}{2,7} = 0,74$$

Розрахунок величин L , L^1 , p , p^1 , заносимо в таблицю 1. Умовну освітленість визначаємо по таблицям лінійних ізолюкс в залежності від p^1 , L^1

Таблиця 1 – Розрахунок умовної освітленості

Напівряд	L, м	p, м	L^1 ,	p^1	E, лк	$\sum e$, лк
1,2,3,4	27,9	2	10,3	0,74	90×4	360

Визначаємо необхідний світловий потік ряду довжиною в 1 м

$$\Phi^1 = \frac{1000E_n \cdot K_3 \cdot h_{\text{РОЗР}}}{\mu \cdot \sum e}, \quad (9)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу

μ - коефіцієнт додаткової освітленості, $\mu = 1,1$

$$\Phi^1 = \frac{1000 \cdot 100 \cdot 1,3 \cdot 2,7}{1,1 \cdot 360} = 886,4 \text{ лм/м}$$

Визначаємо необхідний світловий потік ряду

$$\Phi_p = \Phi^1 A, \quad (10)$$

$$\Phi_p = 886,4 \cdot 55,8 = 49459 \text{ лм}$$

Приймаємо лампу ЛЕ40, світловий потік $\Phi_{\text{л}} = 1900$ лм, номінальна потужність $P_{\text{н}} = 40$ Вт, довжина світильника $l_{\text{св.}} = 1,2$ м

Визначаємо світловий потік одного світильника

$$\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{л}} n, \quad (11)$$

де n – кількість ламп в одному світильнику

$$\Phi_{\text{св}} = 1900 \cdot 2 = 3800 \text{ лм}$$

Визначаємо кількість світильників в ряду

$$N_{\text{р}} = \frac{\Phi_{\text{р}}}{\Phi_{\text{св}}}, \quad (12)$$

$$N_{\text{р}} = \frac{49459}{3800} = 13 \text{ шт}$$

Приймаємо 13 світильників в одному ряду

Світні лінії є неприривними, якщо проміжки між світильниками не перевищують $0,5 \cdot h_{\text{розр.}}$.

$$l = 0,5 \cdot 2,7 = 1,35 \text{ м}$$

Фактичні проміжки становлять

$$\Delta l = \frac{A - l_{\text{св}} \cdot N_{\text{р}}}{N_{\text{р}}}, \quad (13)$$

$$\Delta l = \frac{55,8 - 1,2 \cdot 13}{13} = 3 \text{ м}$$

Умова не виконується, значить ряд преривний

Якщо ряд получився преривним, то необхідно уточнити кількість світильників. Для цього:

Визначаємо встановлену потужність

$$P_{\text{вст.}} = (1,25 \dots 1,3) P_{\text{н}} n N_{\text{р}} m + P_{\text{роз.}} n_{\text{роз.}} \quad (15)$$

Де $P_{\text{н}}$ – номінальна потужність лампи, Вт

n – кількість ламп в світильнику

$N_{\text{р}}$ – кількість світильників в ряду

m – кількість рядів,

$P_{\text{роз.}}$ – потужність розеток в приміщенні, Вт

$n_{\text{роз.}}$ – кількість розеток, шт..

$$P_{\text{вст.}} = 1,3 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 13 \cdot 2 + 0 = 2704 \text{ Вт}$$

Визначаємо питому потужність

$$P_{\text{пит.}} = \frac{P_{\text{вст.}}}{S}$$

$$P_{\text{пит.}} = \frac{2704}{390,6} = 6,9 \text{ Вт / м}$$

Визначаємо кількість світильників в ряду

$$N_p = \frac{P_{\text{вст.}}}{1,25 \cdot P_n \cdot n \cdot m}$$

де P_n – номінальна потужність лампи, Вт

m – кількість рядів,

$n_{\text{роз}}$ – кількість ламп в світильнику

$$N_p = \frac{2704}{1,25 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 2} = 13,52 \text{ шт.}$$

Приймаємо 14 світильників

6 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

6.1 Тему, мету.

6.2 Приклад розрахунку згідно індивідуального завдання.

6.3 Аналіз отриманих результатів.

7 Контрольні питання

7.1 Дати визначення світової лінії.

7.2 Як визначити кількість рядів світильників?

7.3 Як вибрати розрахункову точку?

7.4 Записати основне розрахункове рівняння для визначення потрібного світлового потоку лінії.

7.5 Як визначити відносну освітленість в розрахунковій точці за допомогою графіків лінійних ізолюкс?

7.6 Як визначити кількість світильників в ряду?

7.7 Як перевірити умови безперервності світної лінії?

7.8 Як уточнити розрахунок ЛЛ у випадку коли світна лінія з проміжками?

8 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.
2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.
3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.
4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК В ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ ЧЕРГОВОГО І АВАРІЙНОГО ОСВІТЛЕННЯ

1 Мета роботи

Вивчити методику та набуття практичних навиків світлотехнічного розрахунку чергового і аварійного освітлення.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю світлотехнічного розрахунку чергового і аварійного освітлення [4].

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом [4].

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику світлотехнічного розрахунку чергового і аварійного освітлення.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика світлотехнічного розрахунку чергового і аварійного освітлення.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Чергове освітлення призначено для освітлення приміщень у темний період доби.

Аварійне освітлення застосовується при відмові робочого освітлення і призначене або для евакуації людей, або продовження виробничого процесу.

Чергове освітлення застосовують:

а) для догляду за тваринами у нічній період доби. При цьому загальна кількість світильників складає:

1) у приміщеннях для утримання тварин – 10% від

загальної кількості;

$$N_{\text{черг.}} = 10\% N_{\text{роб.}} \quad (1)$$

2) у пологових відділеннях - 15% від загальної кількості;

$$N_{\text{черг.}} = 15\% N_{\text{роб.}} \quad (2)$$

Аварійне освітлення для продовження робіт на сільськогосподарських об'єктах влаштовують:

а) на інкубаторних станціях, ветеринарних пунктах, зернопунктах, які мають протравлювачі, сушильних установках, диспетчерських пунктах, установках водозабезпечення, каналізації та теплофікації;

б) у випадках порушення нормального обслуговування хворих;

в) у випадках, коли перебої у освітленні приміщення ведуть до припинення обслуговування обладнання, що може викликати пожежу, вибух, отруєння людей;

Аварійне освітлення для евакуації людей влаштовують:

а) при загрозі масового травматизму, у місцях скупчення людей (більш ніж 100 чоловік);

б) у виробничих приміщеннях з числом працюючих більш ніж 50 людей;

в) у дитячих установах, незалежно від кількості перебування у них дітей;

Аварійне освітлення для продовження роботи повинно забезпечувати на робочих місцях, які потребують обов'язкового обслуговування, освітленість не менш ніж 5% від нормованих умов освітлення.

Для живлення системи аварійного освітлення повинно застосовувати або резервне, або автономне джерело живлення

Освітленість, яка створюється аварійним освітленням для евакуації людей, повинна бути, не менш, як 0,5 лк на стелі по вісі основних проходів і на сходах сходов, а в зовнішніх установах 0,2 лк.

Світильники аварійного освітлення повинні відрізнятися від світильників робочого освітлення.

Для аварійного освітлення можна використовувати тільки лампи розжарювання.

Для аварійного освітлення допускається використовувати газорозрядні лампи низького тиску при умові, що їх живлення у всіх режимах буде здійснюватися від мережі змінного струму напругою не нижче, ніж 90% від номінального.

Застосування ламп типів ДРЛ, ДРИ та ксенонових для аварійного освітлення *заборонено*.

Кількість світильників аварійного освітлення визначаємо методом коефіцієнту використання світлового потоку

$$N_{ав.} = \frac{E_{AB} \cdot K_3 \cdot Z \cdot S}{F_{л} \cdot I} \quad (3)$$

де Z – коефіцієнт нерівномірного освітлення, $Z = 1,15$

Коефіцієнт відбиття стелі, стін і підлоги $\rho_{ст} = 30\%$, $\rho_{ном} = 50\%$

Індекс приміщення визначається по наступній формулі

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (4)$$

де A , B – відповідно, довжина і ширина приміщення, м;

h_p – розрахункова висота, м

Визначаємо встановлену потужність

$$P_{\text{вст.}} = P_{\text{н}} \cdot N_{\text{ав}} \quad (5)$$

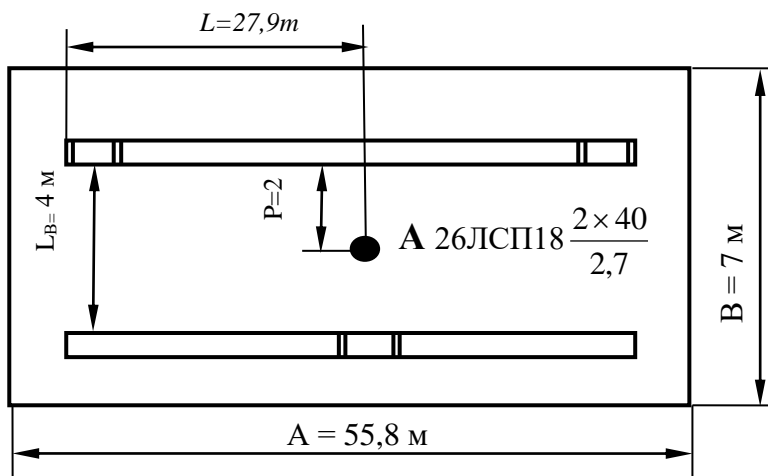
Визначаємо питому потужність

$$P_{\text{пит.}} = \frac{P_{\text{уст.}}}{S}, \quad (6)$$

5 Вихідні дані

Вихідними даними для світлотехнічного розрахунку чергового і аварійного освітлення є:

1. План розміщення світильників.



Рисинук 1 - План розміщення світильників чергового освітлення

2. Перелік основних даних по світлотехнічному розрахунку

Система освітлення – загальна рівномірна

Вид освітлення – робоче

Джерело світла – люмінесцентна лампа

Тип світильника – ЛСП18 – 26 шт. , к.с.с. Д – косінусна (крива сили світла)

Категорія приміщення по умовам навколишнього середовища – сире з хімічно агресивним середовищем

Нормована освітленість – $E_{\text{н}} = 100$ лк,

Плоскість для якої нормується освітленість Г – 00

Коефіцієнт запасу – $K_3 = 1,3$

Висота приміщення $H = 2,9$ м

Висота робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$

Ширина приміщення $B = 7$ м

Довжина приміщення $A = 55,8$ м

Висота звісу $h_{зв.} = 0,2$ м

6. Приклад виконання роботи

6.1 Розрахунок чергового освітлення

Кількість світильників чергового освітлення в приміщення для тварин становить 10% від кількості світильників робочого освітлення, в родильних відділеннях – 15%.

$$N_{\text{черг.}} = 10\% N_{\text{роб.}} \quad (7)$$

$$N_{\text{черг.}} = 0,1 \cdot 26 = 2,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{\text{черг.}} = 3$ шт.

Установлена потужність чергового освітлення

$$P_{\text{уст.}} = 1,3 \cdot P_{\text{л}} \cdot n \cdot N_{\text{черг.}} \quad (8)$$

$$P_{\text{уст.}} = 1,3 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 3 = 312 \text{ Вт}$$

6.2 Розрахунок аварійного освітлення

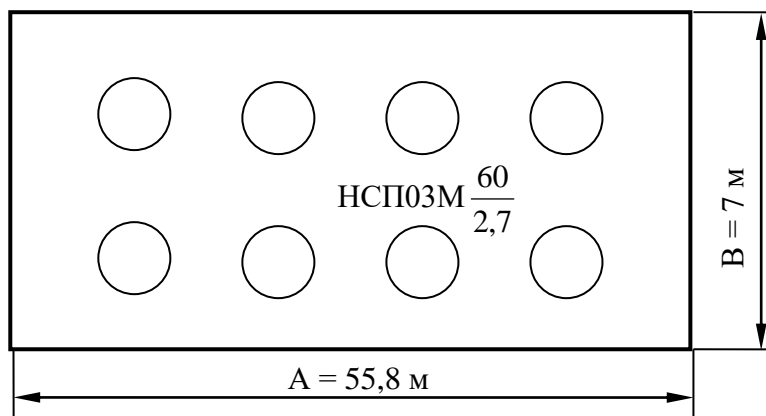


Рис 2. План розміщення світильників аварійного освітлення

Система освітлення – загальна рівномірна

Вид освітлення – аварійне

Тип джерела світла – лампа розжарювання

Рекомендований тип світильника НСП03М 60 к.с.с. М

Коефіцієнт запасу $K_3 = 1,15$

Висота приміщення $H = 2,9$ м

Висота звісу світильника $h_{роз.} = 0,2$ м

Розрахункова висота дорівнює

$$h_{роз} = 2,9 - 0,2 = 2,7 \text{ м}$$

Нормована освітленість аварійного освітлення $E_{авар.} = 5\%$

Нормована освітленість робочого освітлення

$E_{н.роб.} = 100$ лк – для люмінесцентних ламп

$E_{н.роб.} = 50$ лк – для ламп розжарювання

$$E_{ав.} = 0,05 \cdot E_{н} \quad (9)$$

$$E_{ав.} = 0,05 \cdot 50 = 2,5 \text{ лк}$$

Кількість світильників аварійного освітлення визначаємо методом коефіцієнту використання світлового потоку

$$N_{ав.} = \frac{E_{AB} \cdot K_3 \cdot Z \cdot S}{F_{л} \cdot I} \quad (10)$$

де Z – коефіцієнт нерівномірного освітлення, $Z = 1,15$

Коефіцієнт відбиття стелі, стін і підлоги $\rho_{ст} = 30\%$, $\rho_{ном} = 50\%$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (11)$$

де A , B – відповідно, довжина і ширина приміщення, м;

h_p – розрахункова висота, м

$$i = \frac{390,6}{2,7 \cdot (55,8 + 7)} = 2,3$$

Коефіцієнт використання світлового потоку приймаємо $\eta_n = 30\% = 0,3$

Вибираємо лампу Б230-240-60, світловий потік лампи $\Phi_{л} = 555$ лм, номінальна потужність $P_n = 60$ Вт

Визначаємо кількість світильників аварійного освітлення

$$N_{ав.} = \frac{2,5 \cdot 1,15 \cdot 1,15 \cdot 390,6}{555 \cdot 0,3} = 7,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо 8 штук

Визначаємо встановлену потужність

$$P_{вст.} = P_n \cdot N_{ав.} \quad (12)$$

$$P_{вст.} = 60 \cdot 8 = 480 \text{ Вт}$$

Визначаємо питому потужність

$$P_{пит.} = \frac{P_{вст.}}{S}, \quad (13)$$

$$P_{пит.} = \frac{480}{390,6} = 1,3 \text{ Вт/м}^2$$

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2 Приклад розрахунку згідно індивідуального завдання.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Як визначити кількість світильників чергового освітлення?

8.2 Як визначити значення освітленості аварійного освітлення?

8.3 Як вибрати тип світильника аварійного освітлення?

8.4 Записати розрахункову формулу для визначення кількості світильників аварійного освітлення.

8.5 Чи можна використовувати світильники аварійного освітлення для чергового освітлення?

8.6 Призначення чергового освітлення тваринницьких приміщень?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.
2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.
3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.
4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК В ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ ОСВІТЛЕННЯ ВХОДІВ В ПРИМІЩЕННЯ

1 Мета роботи

Вивчити методику та набуття практичних навиків світлотехнічного розрахунку входів в приміщення та перевірку освітленості в контрольних точках

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю світлотехнічного розрахунку входів в приміщення та перевірку освітленості в контрольних точках.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику світлотехнічного розрахунку входів в приміщення та перевірку освітленості в контрольних точках.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика світлотехнічного розрахунку входів в приміщення та перевірку освітленості в контрольних точках.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Для розрахунку освітлення входів в приміщення користуються методом просторових ізолюкс. Метод дозволяє визначити світловий потік джерел, необхідний для створення певної освітленості в будь-якій точці довільно розміщеній на площині при відомій розстановці світильників і умові, що відбитий від стіни, стелі і робочої поверхні світловий потік не створить суттєвої освітленості в розглянутій точці. Даний метод використовують під час перевірки розрахунків освітлення, а також при прямих розрахунках: *загального локалізованого освітлення; місцевого освітлення; освітлення негоризонтальних площин; зовнішнього освітлення* (вулиць, площ, відкритих просторів). Точковий метод враховує тільки освітленість від світлового потоку, що безпосередньо потрапляє від світильника в розрахункову точку.

Суть методу полягає у тому, що потрібний світловий потік від світильника визначають, виходячи із умов, що у будь-якій точці освітлюваної поверхні освітленість не повинна бути менш нормованої. При цьому у розрахунковій точці визначають не дійсну, а умовну освітленість так, як світловий потік обраних світильників на початку розрахунку невідомий. Умовна освітленість E визначається по графіку *просторових ізолюкс*. Графік просторових ізолюкс для певного світильника представляє собою сімейство кривих, які є геометричним місцем точок, які мають рівну горизонтальну освітленість. Такі графіки для світильників з умовною лампою із світловим потоком 1000 лм побудовані в осях $d - h$, де d - відстань на плані від проекції світильника до точки, в якій визначається освітленість, h - розрахункова висота (H_p).

Основна розрахункова формула методу:

$$\Phi = \frac{1000 E_n k_z}{\mu \Sigma e}, \quad (1)$$

E_n – нормована освітленість, лк;

k_z – коефіцієнт запасу;

μ - коефіцієнт, що враховує освітленість віддалених світильників і залежить від їх типу ($\mu = 1,1 - 1,2$);

Σe – сумарна умовна освітленість, лк.

При розрахунках слід враховувати наступне:

- розрахункова точка вибирається в місцях, де нормована освітленість може виявитися найменшою;
- якщо точка освітлюється одночасно декількома світильниками, то її освітленість дорівнює сумі освітленості, яка створюється кожним з них окремо;
- при визначенні освітленості у контрольній точці враховують лише найближчі до неї світильники;
- дію віддалених світильників враховують коефіцієнтом додаткової освітленості μ .

При розрахунках освітлення похилих поверхонь поступають наступним чином.

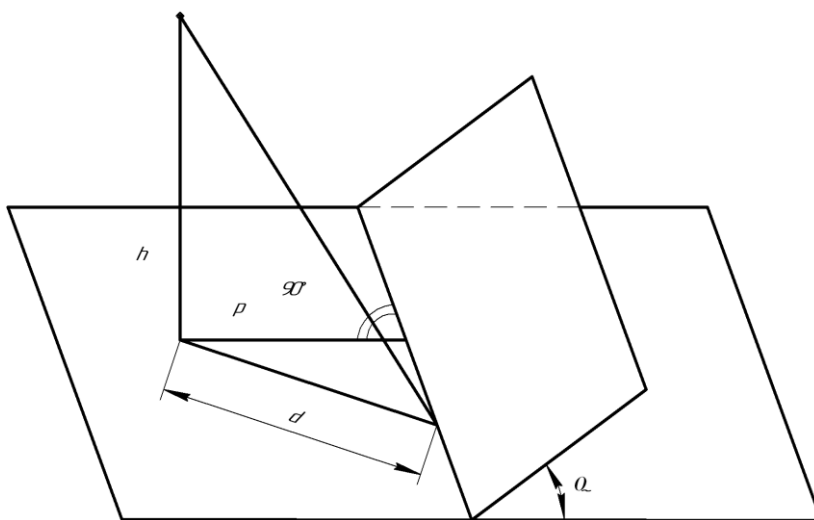
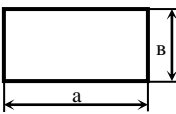


Рисунок 1 – До розрахунку освітленості похилої поверхні

Через розрахункову точку похилої поверхні проводять допоміжну горизонтальну поверхню, на якій і ведуть розрахунок освітленості E_r (рисунок 1). Освітленість похилої поверхні E_n у тій самій точці визначають по співвідношенню: $E_n = \Psi E_r$. де $\Psi = \cos\theta \pm (p/h) \sin\theta$.

Алгоритм розрахунку освітлення входів точковим методом просторових ізолюкс наведеному таблиці 1.

Таблиця 1 – Алгоритм розрахунку освітлення входів точковим методом просторових ізолюкс

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1	2
1. Визначити вихідні дані розглядуваної поверхні	 $\mathbf{a =}$ $\mathbf{b =}$
2. Визначити вид освітлення.	Дивись рекомендації [2 стор. 6]
3. Вибрати джерело світла.	Дивись рекомендації [2 стор. 10]
4. Вибрати тип світильника.	Дивись рекомендації [2 стор.10]
5. Вибрати нормовану освітленість E_n .	Дивись рекомендації [2 стор.12]
6. Визначити коефіцієнт запасу k_3 .	Дивись рекомендації [2 стор.14]
7. Визначити значення висот: <ul style="list-style-type: none"> - підвісу h_n; - робочої поверхні $h_{p.n.}$; - розрахункової H_p. 	$H_p = H - h_n - h_{p.n.}$
8. Визначити відстань в плані від розрахункової точки до проекції світильника d	$d = \sqrt{a^2 + (b/2)^2}$
9. Визначитись з умовою вибору сумарної відносної освітленості	$\frac{h_{nid}}{d} \leq 1 \quad \text{або} \quad \frac{d}{h_{nid}} \leq 1$
10. По графікам просторових ізолюкс визначити Σe	Дивись додаток А1 $\Sigma e =$
11. Визначаємо необхідний світловий потік лампи $\Phi_{л.}$	$\Phi_{розр.} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_3 \cdot h^2_{nid}}{\Sigma_e}$
12. Вибрати тип лампи з світловим потоком найближчим до розрахункового $\Phi_{лр}$	По довідникам, [4 $\Phi_{лр} =$
13. Порівняти світловий потік лампи розрахунковий $\Phi_{лр}$ та фактичний $\Phi_{лф}$ і перевірити виконання умови.	$-0,1\Phi_{лр} \leq \Phi_{лф} \leq 0,2\Phi_{лр}$
14. Якщо умови п.14 не виконується:	Змінити висоту підвісу світильника і перейти до виконання пунктів 8 - 14

5 Вихідні дані

Вихідними даними для світлотехнічного розрахунку освітлення входів є:

1. План розміщення світильників.

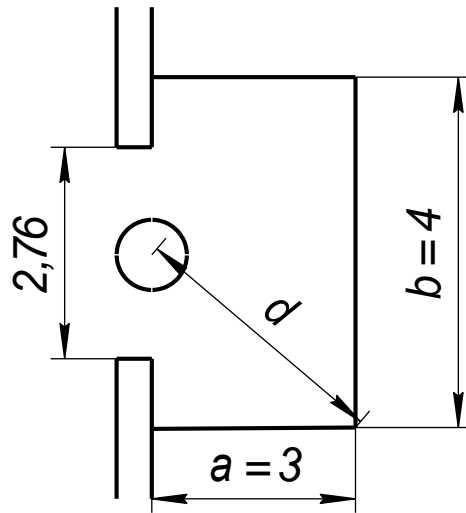


Рисунок 2 – План розміщення світильника на вході

2. Перелік основних даних по світлотехнічному розрахунку

Вид освітлення: *робоче*;

Система освітлення: *загальна рівномірна*.

Джерело світла вибираємо лампу розжарювання.

Для світлотехнічного розрахунку вибираємо точковий метод по графікам просторових ізолюкс. Розрахунок проводимо згідно алгоритму таблиці 1.

Вибираємо світильник типу *СПП200*

Нормована освітленість $E_n = 2$ лк;

Плоскість для якої нормується освітленість $\Gamma = 0.0$, тобто висота робочої поверхні $h_{p.n.} = 0$.

Коефіцієнт запасу $k_z = 1,15$.

Висота підвісу $h_n = 3,3$ м

Висота звісу $h_{зв} = 0,1$ м;

Висота робочої поверхні $h_{p.n.} = 0$.

6. Приклад виконання роботи

1. Визначаємо вихідні дані. Вхід має наступні розміри: висоту $H = 3,3$ м; довжину $b = 4,0$ м; ширину $a = 3,0$ м.

Розрахункова висота буде дорівнювати:

$$H_p = H - h_{зв.} - h_{p.n.} \quad (2)$$

$$H_p = 3,3 - 0,1 - 0 = 3,2 \text{ м}$$

Визначаємо відстань в плані від розрахункової точки до проекції світильника d

$$d = \sqrt{a^2 + (b/2)^2}, \quad (3)$$

$$d = \sqrt{3^2 + (4/2)^2} = 3,6 \text{ м}$$

Визначаємось з умовою вибору сумарної відносної освітленості

$$\frac{h_{\text{нид}}}{d} \leq 1 \quad \text{або} \quad \frac{d}{h_{\text{нид}}} \leq 1, \quad (4)$$

$$\frac{h_{\text{нид}}}{d} = \frac{3,2}{3,6} = 0,89 \leq 1$$

По графікам просторових ізолюкс визначити $\Sigma e = 38 \text{ лк}$

Визначаємо необхідний світловий потік лампи $\Phi_{\text{л.розр.}}$

$$\Phi_{\text{л.розр.}} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_z \cdot h_{\text{підв}}^2}{\Sigma e}, \quad (5)$$

де $\Phi_{\text{л.розр.}}$ – щільність світлового потоку, лм/м;

E_n – нормована освітленість, лк;

k_z – коефіцієнт запасу;

$h_{\text{підв.}}$ – розрахункова висота підвісу, м;

Σe – сумарна умовна відносна освітленість, лк.

$$\Phi_{\text{л.розр.}} = \frac{1000 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 3,2^2}{38} = 700,6 \text{ лм}$$

Вибираємо тип лампи з світловим потоком найближчим до розрахункового $\Phi_{\text{л.розр.}}$ по довідникам, Вибираємо тип лампи БК 220-230-60;

$$\Phi_{\text{л.ст.}} = 728 \text{ лк}; P_{\text{л}} = 60 \text{ Вт}$$

Зрівнюємо світловий потік лампи розрахунковий $\Phi_{\text{л.розр.}}$ та фактичний $\Phi_{\text{л.ст.}}$ і перевірити виконання умови

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\text{л.ст.}} - \Phi_{\text{л.розр.}}}{\Phi_{\text{л.ст.}}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

$$\Delta \Phi = \frac{728 - 700,6}{728} \cdot 100\% = 3,8\%$$

Умова виконується.

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2 Приклад розрахунку згідно індивідуального завдання.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Як визначити розрахункову висоту для світильника при вході в приміщення?

8.2 Записати розрахункову формулу для відстані в плані від розрахункової точки до проекції світильника

8.3 Як по графікам просторових ізолюкс визначити сумарну відносну освітленість?

8.4 Як визначити необхідний світловий потік лампи?

8.5 Яка нормована освітленість для входу в приміщення?

8.6 Рекомендовані типи світильників для освітлення входів в виробничі приміщення?

8.7 В якому місці вибирається розрахункова точка при розрахунку освітлення входу?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

ВИБІР НАПРУГИ І СХЕМИ ЖИВЛЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримали практичні навички розмітки на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів, вибору трас прокладки освітлювальної мережі.

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю розмітки на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів, вибору трас прокладки освітлювальної мережі.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розмітки на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів, вибору трас прокладки освітлювальної мережі.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розмітки на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів, вибору трас прокладки освітлювальної мережі.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати

мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

4.1 Вибір системи живлячої та групової мереж, напруги і джерела живлення

Живлення сільськогосподарських виробничих об'єктів здійснюється, як правило, від трифазних понижувальних трансформаторних підстанцій напругою 10/0,4 кВ, які можуть бути розташовані або в населеному пункті поблизу підприємства, або на території самого підприємства. Причому вони загальні для освітлювальних і силових навантажень.

Згідно Правил улаштування електроустановок (ПУЕ:2007), Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок(ДНА ОП 0.00-1.32-01) освітлювальні установки можуть отримувати живлення по різних **системам** мережі і заземлення (**TN-S** або **TN-C-S**) та різного роду струму: *трифазній з нульовим(нейтральним N)робочим та з нульовим захисним (PE-провідник) проводами* (п'яти провідна); *трифазній без нульового робочого N, але з нульовим захисним (PE-провідником) або двофазній з нульовим робочим N та нульовим захисним (PE-провідником) проводами* (чотирьохпровідна); *однофазній з нульовим робочим N та нульовим захисним (PE-провідником) проводами змінного* струму; *двопровідній постійного* струму. Освітлювальні установки *аварійного освітлення* повинні отримувати живлення від **автономного** джерела електричної енергії змінного або постійного струму.

Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ:2007) визначені класи напруги, що застосовуються в освітлювальних мережах:

- для живлення світильників *загального освітлення* повинна застосовуватись напруга:

а) у системі при заземленій нейтралі - не вище **380/220 В** змінного струму;

б) у системі при ізольованій нейтралі - не вище **220 В** змінного струму;

в) у системах постійного струму - не вище **220 В**;

г) для живлення спеціальних ламп (ксенонових, ДРЛ, ДРИ, натрієвих, які розраховані на напругу 380 В) та пускорегулюючих пристроїв (ПРП) для газорозрядних ламп, які мають спеціальні схеми (наприклад, трифазні з послідовним включенням ламп), допускається використання напруги вище 220 В, але не вище **380 В**, у тому числі фазна напруга системи 660/380 В при заземленій нейтралі, але при виконанні наступних умов:

1) ввід у світильник та ПРП виконано проводами або кабелем з мідними жилами і ізоляцією, яка розрахована на напругу не менш, ніж **660 В**;

2) забезпечено одночасне відключення усіх фазних проводів, які вводяться у світильник. Ця вимога поширюється на усі випадки, коли у багатолампові світильники з лампами любых типів вводяться проводи декількох фаз системи **380/220 В**, за винятком світильників, які встановлюються у приміщеннях без підвищеної безпеки;

3) коли у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо безпечних на світильниках нанесені добре помітні розпізнавальні знаки з вказівкою застосованої напруги (наприклад, «**380 В**»);

4) відсутній ввід у світильник двох або трьох проводів різних фаз системи **660/380 В**.

д) у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних світильники повинні бути встановлені на висоті *не менш* **2.5 м** від підлоги;

е) у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо безпечних при висоті установки світильників з лампами розжарювання, ДРЛ, ДРИ *менш* **2.5 м** необхідно застосовувати світильники, конструкція яких

виключає можливість доступу до лампи без застосування інструменту. Ввід проводів у такі світильники повинно виконувати у металевій трубі, металевому рукаві, захищеними від механічних пошкоджень проводами або із застосуванням кабелів з захисною оболонкою;

ж) при неможливості виконання умов попереднього пункту, освітлення необхідно виконувати світильниками з лампами розжарювання на напругу **42 В**;

з) світильники з люмінесцентними лампами на напругу **127- 220 В** допускається встановлювати на висоті *менш* **2.5 м** від підлоги лише при умові, що їх струмоведучі частини не доступні для випадкових торкань;

к) для живлення окремих ламп, як правило, застосовують напругу не вище **220 В**;

л) у приміщеннях без підвищеної небезпеки допускається для усіх стаціонарних світильників, незалежно від висоти їх установки, застосування напруги **220 В**.

- для живлення світильників місцевого стаціонарного освітлення з лампами розжарювання необхідно застосовувати напругу:

а) у приміщеннях без підвищеної небезпеки – не вище **220 В**;

б) у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних – не вище **42 В**;

- для живлення ручних (переносних) світильників повинно застосовувати напругу:

а) у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних – не вище **42 В**;

б) при наявності особливо несприятливих умов (незручне положення робітника, тіснота, стикання з великими металевими добре заземленими поверхнями (наприклад, робота у котлах) та інше) – не вище **12 В**.

4.2 Розмітка на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів

При виконанні цього підпункту слід враховувати наступне:

- розмітку на плані приміщень виробничого об'єкту місць встановлення світильників виконують у відповідності з проведеними вище світлотехнічними розрахунками, тобто з урахуванням кількості світильників у приміщенні, кількості рядів світильників, кількості світильників в ряду, відстані між рядами світильників і світильниками в ряду, відстані рядів світильників від стін та інше;

- при установці вимикачів та розеток необхідно виконувати наступні вимоги ПУЭ:2007 та «Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (ДНАОП 0.00-1.32-01):

а) вимикачі на стінах встановлюють на висоті **1,5 м** від підлоги;

б) розетки встановлюють на висоті **0,8 – 1,0 м** або **0,3 м** від підлоги;

в) у школах, дитячих садках, у приміщеннях для перебування дітей розетки встановлюють на висоті **1,5 м**;

г) розетки встановлюють таким чином, щоб гнізда розташовувалися по горизонталі;

д) вимикачі з важільними та клавійними рукоятками встановлюють так, щоб при вмиканні освітлення рукоятка рухалася уверх (натискання клавішу зверху);

е) вимикачі для керування загальним освітленням, а також розетки, які встановлюють біля входу в приміщення, як правило, розміщують так, щоб вони не загороджувалися відчиненими дверима;

ж) вимикачі та розетки для санвузлів встановлюють за межами цих приміщень;

- зображення світильників, вимикачів, розеток та інших елементів системи освітлення на плані приміщень повинні виконуватися у відповідності до вимог СПДБ.

4.3 Вибір місця установки освітлювальних щитків, знижувальних трансформаторів і способу їх живлення.

Розміщення освітлювальних щитків та знижувальних трансформаторів повинно забезпечити зручність експлуатації системи освітлення і скорочення протяжності внутрішніх мереж. Для виконання цих вимог необхідно дотримуватися наступних рекомендацій:

- освітлювальні щитки слід встановлювати:

а) по можливості поблизу основного робочого входу в приміщення з врахуванням підходів живлячої лінії;

б) по можливості в центрі навантажень;

в) в місцях, зручних для обслуговування і задовільними умовами середовища;

г) в місцях недоступних для випадкових пошкоджень;

д) якщо перераховані у попередніх пунктах вимоги не можливо здійснити, то вирішальним повинні бути економічні міркування;

е) освітлювальні щитки повинні отримувати живлення від окремого вводу. Допускається живлення освітлювальних щитків від загального з силовим навантаженням вводу при умові, що живлюча лінія забезпечить на вводі відхилення напруги від номінальної, не виходячи за допустимі границі: ± 5 і $\pm 2,5$ %;

ж) з місця встановлення освітлювального щитка повинно бути видно групу світильників, які вмикаються з цього щитка;

- щитки, які призначені для керування освітленням необхідно встановлювати на такій висоті, щоб відстань від підлоги до верхній частини щитка було не більш **2,0 м**;

- щитки, які не використовують для керування освітленням, встановлюють на висоті до **2,5 – 3,0 м**;

- знижувальні трансформатори встановлюють, як правило, у центрі навантаження і на висоті доступній тільки для обслуговуючого персоналу.

4.4 Вибір трас прокладки освітлювальної мережі

Після розміщення освітлювальних щитків всі світильники ділять на групи. При цьому все навантаження спочатку ділять рівномірно на три частини (по числу фаз живлячої мережі), а потім навантаження кожної фази ділять на групи з врахуванням рекомендацій ПУЭ:2007:

а) кожна групова лінія повинна мати на фазі не більше **20** світильників з лампами розжарювання, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ і не більше **50** світильників з люмінесцентним и лампами;

б) групові лінії бажано виконувати однофазними в жилих, адміністративних і побутових приміщеннях невеликої площі з освітлюваними лампами розжарювання потужністю до **200 Вт**, а також в приміщеннях з малим числом світильників з люмінесцентними лампами;

в) кожна групова лінія з лампами розжарювання потужністю до **500 Вт**, з люмінесцентними лампами і штепсельними розетками повинна бути захищена автоматичним вимикачем або запобіжником на струм не більше **25А**, а лінії з лампами розжарювання більше **500 Вт** або з лампами ДРЛ – не більше **63А**;

г) світильники чергового та аварійного освітлення об'єднують в окремі самостійні групи: аварійна група або від окремого джерела живлення, або безпосередньо від вводу в приміщення; чергова група від системи загального освітлення;

д) в жилих та громадських будинках до однофазних груп освітлення сходів, коридорів, горищ допускається підключати до **60** ламп розжарювання потужністю до **60 Вт** кожна;

е) штепсельні розетки в жилих приміщеннях встановлюють по одній на кожні **6 м²** жилої площі і на **10 м²** площі коридорів, а також до трьох розеток на кухню. Потужність розетки приймають рівною або потужності підключеного струмоприймача, або **500 Вт**.

ж) групова мережа квартир і домів повинна бути розрахована на навантаження струмом **15 А** при увімкнених освітленні та побутових електроприладах потужністю до **2,0 кВт**;

з) у квартирах і домах з електроплитами повинно передбачити групову лінію на струм **30 А** при потужності плити **5,5 кВт** або на струм **40 А** при потужності плити до **8,0 кВт**;

к) у домах з плитами на твердому паливі розетки на струм до **10 А**, які встановлені на кухні і коридорі об'єднують в окрему групу;

л) у домах необхідно передбачати окрему групу на струм до **25 А** для живлення побутових електричних машин потужністю до **4,0 кВт**;

Після цього струмоприймачі, виділені в групи, з'єднують груповими лініями. При виборі траси прокладки освітлювальної мережі до уваги приймають:

- конструктивні особливості обраного типу проводки;
- вимоги, щодо максимального скорочення протяжності лінії;
- зручність подальшої експлуатації освітлювальної установки.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для електротехнічного розрахунку є:

3. Перелік основних даних по електротехнічному розрахунку

Система освітлення – загальна рівномірна

Вид освітлення – робоче, чергове

Джерело світла – люмінесцентні лампи ЛБР 40-1, лампи розжарювання Г230-240-200, БК 220-230-60, Б 230-240-100

Тип світильника – ЛСП18, ЛСП15, НСП02, ПВЛМ, СПП200

Розетки – РШ-Ц-2-06

Вимикач здвоєний на 10 А

Вимикач однополюсний 6 А, 250 В

Вимикач однополюсний бризгозахисний 6 А, 250 В

Освітлювальний щиток – ЯРН8501-4014

Силовий розподільчий пункт – ПР8501-21У3

Висота приміщення Н= 2,8 м

Ширина приміщення В= 21 м

Довжина приміщення А= 48 м

6. Приклад виконання роботи

Виконати електротехнічний розрахунок освітлювальної мережі будівлі для утримання 180 ремонтних теличок у віці від 6 до 25 місяців.

Живлення даного об'єкту здійснюється від трьохфазної знижувальної трансформаторних підстанцій напругою 10/0,4 кВ, яка розташована на території самого підприємства. Причому вона є загальною для освітлювальних і силових навантажень. Живлення освітлювальної мережі здійснюється напругою **380/220 В**. Освітлювальні установки *аварійного освітлення* отримують живлення від *автономного* джерела електричної енергії *змінного* струму. Для живлення світильників *загального освітлення* застосовується напруга **220 В**. При виконанні ремонтну технологічного обладнання в приміщеннях будівлі для переносних світильників необхідно застосовувати напругу **12 В**.

Вимикачі на стінах у тамбурах, лабораторії та інших подібних встановлено на висоті **1,5 м** від підлоги, а розетки – на висоті **0,8 – 1,0 м**. Вимикачі для керування загальним освітленням, а також розетки, які встановлюють у входу в приміщення розміщені так, щоб вони не загороджувалися відчиненими дверями. Вимикачі та розетки для санвузлів встановлено за межами цих приміщень.

3. Освітлювальний щиток встановлено у електрошитовій у місці, зручному для обслуговування і з благо приємними умовами середовища, з врахуванням підходу живлячої лінії, хоча і не у центрі навантаження.

4. Освітлювальний щиток отримує живлення від окремого вводу і встановлений на висоті **2,0 м** від підлоги. Живлення здійснюється по п'ятипровідній лінії, яку виконано кабелем.

Приклад розмітки на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів, вибору трас прокладки освітлювальної мережі показано на рис.1

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2 Приклад розмітки на плані приміщення місць установки освітлювальних щитків, світильників, розеток, вимикачів, вибору трас прокладки освітлювальної мережі розрахунку згідно індивідуального завдання.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 По яким системам мережі і заземлення можуть отримувати живлення освітлювальні установки ?

8.2 В яких місцях рекомендується встановлювати освітлювальні щитки?

8.3 На якій висоті встановлюються освітлювальні щитки?

8.4 Яка напруга повинна застосовуватись для живлення світильників загального освітлення?

8.5 Скільки світильників допускається встановлювати на одну групову лінію?

8.6 На якій висоті встановлюються розетки, вимикачі?

8.7 Яку приймають потужність розетки?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

**РОЗПРИДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ГРУПОВИХ ЛІНІЙ ПО
ФАЗАМ. ВИБІР МАРОК ПРОВІДІВ І СПОСОБУ ЇХ ПРОКЛАДКИ.
РОЗРОБКА СПЕЦИФІКАЦІЇ НА МАТЕРІАЛИ ТА ОБЛАДНАННЯ**

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розподілення навантаження групових ліній по фазам, вибору марок провідів і способу їх прокладки, а також основним правилам розробки специфікації на матеріали та обладнання

2 Програма роботи

1. Оволодіти послідовністю визначення розподілення навантаження групових ліній по фазам, вибору марок провідів і способу їх прокладки, а також основним правилам розробки специфікації на матеріали та обладнання.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розподілення навантаження групових ліній по фазам, вибору марок провідів і способу їх прокладки, а також основним правилам розробки специфікації на матеріали та обладнання.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розподілення навантаження групових ліній по фазам, вибору марок провідів і способу їх прокладки, а також основним правилам розробки специфікації на матеріали та обладнання

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Після розміщення освітлювальних щитків необхідно всі світильники поділити на групи. При цьому все навантаження спочатку ділять рівномірно на три частини (по числу фаз живлячої мережі), а потім навантаження кожної фази ділять на групи з врахуванням рекомендацій ПУЭ:2007.

Марку проводу освітлювальної мережі і спосіб прокладки визначають у відповідності з умовами навколишнього середовища, призначенням приміщення і розміщенням обладнання.

Для освітлювальних мереж сільськогосподарських об'єктів рекомендується вибирати алюмінієві ізольовані проводи та кабелі. Проводи та кабелі з мідними жилами прокладають лише у випадках, які оговорені у ПУЭ:2007 та (ДНАОП 0.00-1.32-01).

Спосіб прокладки може бути: на роliках та кліцях, ізоляторах, скобах, в трубах, з несучим стальним тросом, в трубах, під штукатуркою, у лотках та коробах, по поверхні стін, стель, перекриття, у траншеях. По виду електропроводки розділяються на: відкриті по негорючій та важко горючій основі; відкрито по горючим поверхням та конструкціям; приховані по негорючій та важко горючій основі; приховані по горючим поверхням та конструкціям. Спосіб прокладки проводок позначається буквами: **Т** – у сталих трубах; **П** – у пластмасових трубах; **І** – на ізоляторах; **Р** – на роliках;

T_c – тросова проводка; M_p – у металорукаві; L – у лотках; K_p – у коробах; C_k – на скобах.

У виробничих приміщеннях широко застосовують відкриті проводки, які виконані у трубах, на тросах, у лотках та коробах, на базі шинопроводів. У жилих та адміністративних приміщеннях застосовують переважно скриту проводку.

При визначенні способу та виду проводки слід користуватися наступними рекомендаціями:

- відкриті електропроводки, як правило, прокладаються по стінам, по стелі або фермам;

- відкриту прокладку незахищених ізольованих проводів безпосередньо по будівельним основам, на роликах і ізоляторах виконують на висоті не менш **2,5 м** від рівня підлоги або площадки обслуговування. Зменшення цієї висоти до **2,0 м** дозволяється у приміщеннях без підвищеної безпеки, а при напрузі **42 В** - у всіх приміщеннях;

- у виробничих приміщеннях спуск до вимикачів, розеток, пускових апаратів захищають від механічних пошкоджень до висоти не менш **1,5 м** від рівня підлоги;

- висота розміщення інших видів проводок (захищеними проводами, проводами у трубах, коробах, кабелями) не нормується;

- відкрито проводи прокладають таким чином, щоб вони не виділялися дуже різко на фоні стін і стель. З цією метою їх розміщують паралельно карнизам, укосам двірних та віконних прорізів;

- при прокладці у приміщеннях незахищених проводів на роликах та ізоляторах останні встановлюють від стелі або стіни на відстані, яка дорівнює полуторній – подвійній висоті ролика або ізолятора;

- проводи АППВ, ППВ, АППР, АПРН, ПРН прокладають паралельно лініям перетинання стін із стелею на відстані **100 – 200 мм** від стелі або на відстані **50 – 100 мм** від карнизу або балки;

- перетинання відкрито прокладених незахищених та захищених проводів з трубопроводами опалення, водопроводу та ін.) виконують на відстані від них не менш **50 мм**, а трубопроводів з горючими або легкозаймистими рідинами та газами – не менш **100 мм**;

- паралельно трубопроводам проводи і кабелі прокладають на відстані не менш **100 мм**, а від трубопроводів з горючими і легкозаймистими рідинами та газами – не менш **400 мм**;

- при прихованій прокладці проводів під шаром штукатурки або у тонкостінних (до **80 мм**) перегородках проводи повинні бути прокладені паралельно архітектурно-будівельним лініям;

- відстань горизонтально прокладених проводів від плит перекриття не повинно перевищувати **150 мм**;

- на лотках, опорних поверхнях, тросах, струнах, смугах та інших несучих конструкціях дозволяється прокладати проводи і кабелі впритул один до одного пучками (групами) різної форми;

- використання лотків рекомендується при багатошаровій прокладці кабелів або прокладці їх пучками; при прокладці силових кабелів перерізом до **16 мм²**, проводів перерізом менш **120 мм²** та контрольних кабелів;

- висота розташування лотків і коробів не нормується, але у виробничих приміщеннях їх зазвичай розміщують на висоті не менш **2,0 м** для забезпечення проходів, а в необхідних місцях – проїзд транспорту;

- сталеві труби дозволяється застосовувати тільки у спеціально обґрунтованих у проекті випадках у відповідності до вимог нормативних документів;

- для виконання проводок у трубах рекомендується застосовувати полімерні труби.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для електротехнічного розрахунку є рівномірно поділене навантаження по 3 фазам, а потім навантаження кожної фази поділене на групи з врахуванням рекомендацій ПУЕ:2007.

6. Приклад виконання роботи

Згідно рис. 1 складаємо розрахункову схему розподілення навантаження по групам і розподілення моментів.

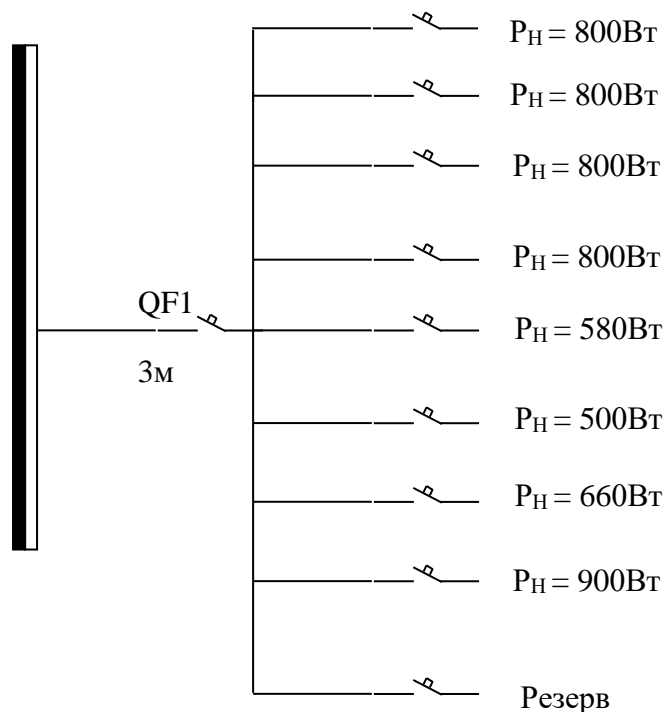


Рисунок 1 – Розрахункова схема розподілення навантаження по групам

Визначаємо моменти живлючої мережі:

а) визначаємо сумарну потужність живлючої мережі:

$$P_{A1-A2} = 800 + 800 + 800 + 800 + 580 + 500 + 660 + 900 = 5840 \text{ Вт} = 5,84 \text{ кВт}$$

б) визначимо момент живлячої мережі

$$M_{\dot{A}1-\dot{A}2} = P_{A1-A2} \cdot l_{A1-A2}, \quad (1)$$

$$M_{A1-A2} = 5,84 \cdot 3 = 17,52 \text{кВт} \cdot \text{м}$$

Визначити моменти для кожної групи:

Складаємо розрахункову схему розподілення моментів

$$M_1 = 25 \cdot 800 = 20000 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = 28 \cdot 800 = 22400 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_3 = 31 \cdot 800 = 24800 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_4 = 34 \cdot 800 = 27200 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_5 = 24 \cdot 40 + 41 \cdot 40 + 21,4 \cdot 40 + 35,4 \cdot 40 + 58,4 \cdot 200 + 60,4 \cdot 60 + 34,8 \cdot 40 + 51,8 \cdot 40 + 32,2 \cdot 40 + 46,2 \cdot 40 = 26776 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_6 = 12,5 \cdot 500 = 6250 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_7 = 13 \cdot 80 + 16,5 \cdot 80 + 20,5 \cdot 80 + 23,5 \cdot 80 + 23,5 \cdot 80 + 47,5 \cdot 60 + 47,5 \cdot 100 + 49,5 \cdot 100 = 30110 \text{ Вт} \cdot \text{м}$$

$$M_8 = 22 \cdot 60 + 23 \cdot 100 + 24 \cdot 100 + 4 \cdot 80 + 10 \cdot 100 + 15 \cdot 200 + 23,5 \cdot 200 + 26,3 \cdot 60 = 16630$$

Вт·м

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2 Приклад розрахунку моментів живлячої мережі і приклад розрахунку моментів групових ліній.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Як визначити момент навантаження ділянки мережі?

8.2 Які існують способи прокладки проводів для освітлювальних мереж?

8.3 Як поділяються електропроводки по виду?

8.4 Якими буквами позначаються проводки по способу прокладки?

8.5 Назвати основні рекомендації способу та виду проводки якими слід користуватися.

8.6 Для виконання проводок у трубах які рекомендується застосовувати труби?

8.7 Які існують способи підрахунку моментів навантаження групових ліній?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

5 Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

РОЗРАХУНОК ПЕРЕРІЗУ ПРОВODІВ МЕРЕЖІ ЗА ДОПУСТИМИМИ ВТРАТАМИ НАПРУГИ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Площа поперечного перерізу струмопровідних жил проводів і кабелів визначають, виходячи із двох основних умов: *тривалого допустимого струму* навантаження (інакше по *нагріву*) проводів і *допустимої втрати напруги*. Розрахунок за звичай виконують по одній із умов, а по другій – перевіряють.

Переріз провідників внутрішніх освітлювальних мереж у виробничих приміщеннях сільськогосподарських підприємств згідно ПУЕ:2007 та (НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) [6,9] розраховують по *допустимій втраті напруги*, а потім *перевіряють по нагріву*. Згідно названих документів, для внутрішніх освітлювальних мереж, при номінальній напрузі на ввіді, допустима втрата напруги дорівнює **2,5%**. Крім того, площі поперечного перерізу провідників повинні забезпечувати *механічну міцність* і бути *узгоджені з уставками захисних апаратів*.

При виборі проводів і кабелів по допустимій втраті напруги повинно бути витримана умова:

$$\Delta U_{\%розр} \leq \Delta U_{\%дон} \quad (1)$$

де $\Delta U_{\%розр}$, $\Delta U_{\%дон}$ – відповідно, розрахункова і допустима втрати напруги, %.

Розрахункові втрати напруги $\Delta U_{\%розр}$ визначають при умові, що навантаження по фазам розподілені рівномірно і на усіх ділянках прокладено однаковий провід:

- для лінії :

$$\Delta U_{\%розрi} = \frac{\sum P_i l_i}{c S_i} = \frac{\sum M_i}{c S_i} \quad (2)$$

- для однієї ділянки:

$$\Delta U_{\%розрi} = \frac{P_i l_i}{c S_i} = \frac{M_i}{c S_i} \quad (3)$$

де P_i – потужність на i -ої розрахункової ділянці, кВт;

l_i – довжина i -ої розрахункової ділянки, м;

M_i – електричний момент i -ої розрахункової ділянки, кВт·м;

c – постійний коефіцієнт для даного провідника, який залежить від напруги мережі, кількості фаз та матеріалу провідника);

S_i – переріз провідника i -ої розрахункової ділянки, мм².

Починають розрахунок перерізу проводів із складанням схеми освітлювальної мережі.

Площа поперечного перерізу проводів на кожній ділянці визначається по формулі:

$$S_i = \frac{M_i}{c \Delta U_{\% \text{ доп}}}, \quad (4)$$

Площа поперечного перерізу живлячої мережі на ділянці від розподільчого пристрою до групового щитка визначається за виразом:

$$S_{\text{жм}} = \frac{M_{\text{жм}} + \alpha \cdot (\sum M_i)}{c \cdot \Delta U_{\% \text{ доп}}}, \quad (5)$$

де α – коефіцієнт, що враховує зміну числа проводів на відгалуженнях;

$M_{\text{жм}}$ – електричний момент живлячої мережі на ділянці від розподільчого пристрою до групового щитка, кВт· м.

Отримане у результаті розрахунку значення перерізу провідника округляють до найближчого найбільшого стандартного значення та визначають фактичну втрату напруги для обраного провідника.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для електротехнічного розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги є результати розрахунку моменту живлячої мережі і моментів для кожної групи

6. Приклад виконання роботи

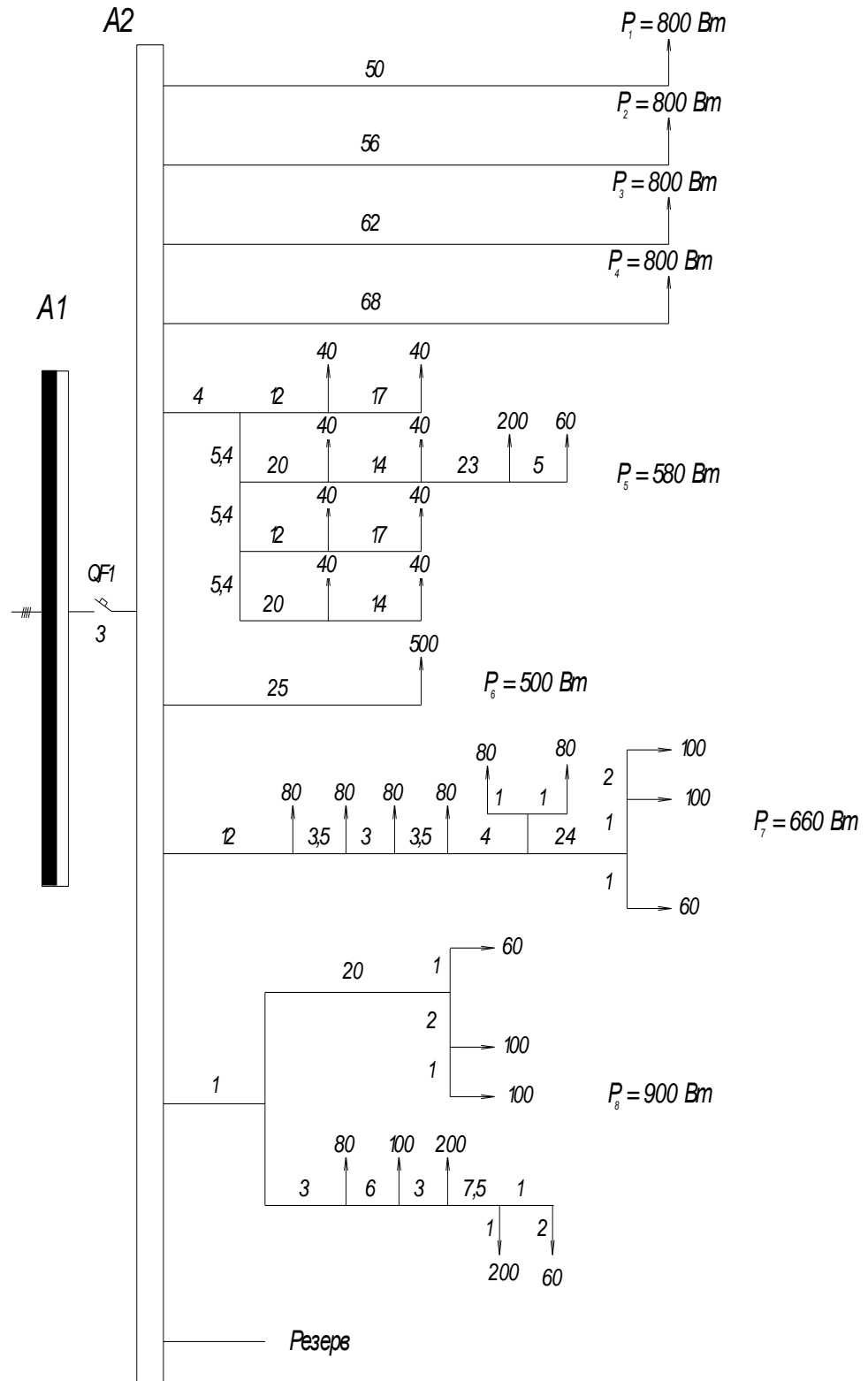


Рисунок 1. Розробка схеми навантаження моментів

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2 Розробити схему навантаження моментів

8 Контрольні питання

8.1 Записати розрахункову формулу для визначення площі перерізу проводів за мінімумом витрат провідникового матеріалу (за допустимими втратами напруги).

8.2 Записати формулу для визначення фактичної втрати напруги на ділянці мережі.

8.3 Записати основну умову при виборі проводів і кабелів по допустимій втраті напруги.

8.4 Пояснити порядок розробки схеми розподілення моментів.

8.5 Які існують способи підрахунку моментів навантаження групових ліній?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

5 Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

РОЗРАХУНОК ПЕРЕРІЗУ ПРОВODІВ МЕРЕЖІ ЗА ДОПУСТИМИМИ ВТРАТАМИ НАПРУГИ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Вихідні дані

Вихідними даними для електротехнічного розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги є результати розрахунку моменту живлячої мережі і моментів для кожної групи в ПР №7.

5. Приклад виконання роботи

Визначити площу поперечного перерізу живлячої мережі на ділянці **A1-A2**

$$S_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2} + \alpha \cdot (\Sigma M)}{C \cdot \Delta U_{\text{доп}}} \quad (1)$$

$$S_{A1-A2} = \frac{17,52 + 1,85 \cdot (20 + 22,4 + 24,8 + 27,2 + 26,78 + 6,25 + 30,11 + 16,63)}{44 \cdot 2,5} = 1,58 \text{ мм}^2$$

Приймаємо переріз проводу мережі 2,5 мм².

Визначаємо фактичну втрату напруги на ділянці **A1- A2**:

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2}}{S_{A1-A2} \cdot C} \quad (2)$$

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{17,52}{44 \cdot 2,5} = 0,159\%$$

Визначаємо площу поперечного перерізу на кожній ділянці:

$$S_i = \frac{M_i}{C(\Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{A1-A2})} \quad (3)$$

$$S_1 = \frac{20}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,15 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_2 = \frac{22,4}{7,4(2,5 - 0,159)} = 0,1,29 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_3 = \frac{24,8}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,43 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_4 = \frac{27,2}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,57 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_5 = \frac{26,78}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,55 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_6 = \frac{6,25}{7,4(2,5 - 0,159)} = 0,36 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_7 = \frac{30,11}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,74 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

$$S_8 = \frac{16,63}{7,4(2,5 - 0,159)} = 0,96 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм²

Визначаємо втрати напруги на кожній ділянці:

$$\Delta U_i = \frac{M_i}{C \cdot S_{CT}} \quad (4)$$

$$\Delta U_1 = \frac{20}{7,4 \cdot 2,5} = 1,08\%$$

$$\Delta U_2 = \frac{22,4}{7,4 \cdot 2,5} = 1,2\%$$

$$\Delta U_3 = \frac{24,8}{7,4 \cdot 2,5} = 1,34\%$$

$$\Delta U_4 = \frac{27,2}{7,4 \cdot 2,5} = 1,47\%$$

$$\Delta U_5 = \frac{26,78}{7,4 \cdot 2,5} = 1,45\%$$

$$\Delta U_6 = \frac{6,25}{7,4 \cdot 2,5} = 0,34\%$$

$$\Delta U_7 = \frac{30,11}{7,4 \cdot 2,5} = 1,63\%$$

$$\Delta U_8 = \frac{16,63}{7,4 \cdot 2,5} = 0,9\%$$

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Записати розрахункову формулу для визначення площі перерізу проводів за мінімумом витрат провідникового матеріалу (за допустимими втратами напруги).

8.2 Записати формулу для визначення фактичної втрати напруги на ділянці мережі.

8.3 Записати основну умову при виборі проводів і кабелів по допустимій втраті напруги.

8.4 Пояснити порядок розробки схеми розподілення моментів.

8.5 Які існують способи підрахунку моментів навантаження групових ліній?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Електричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

5 Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

ПЕРЕВІРКА ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДІВ МЕРЕЖІ ЗА УМОВАМИ НАГРІВУ ТА МЕХАНІЧНІЙ МІЦНОСТІ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички перевірки перерізу проводів освітлювальної мережі за умовами нагріву та механічній міцності.

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунку перевірки перерізу проводів освітлювальної мережі за умовами нагріву та механічній міцності.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички перевірки перерізу проводів освітлювальної мережі за умовами нагріву та механічній міцності

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика перевірки перерізу проводів освітлювальної мережі за умовами нагріву та механічній міцності.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Обраний стандартний переріз провідників слід перевіряти на *механічну міцність*, тобто на мінімально допустимий переріз провідника в залежності від виду, способу прокладки та матеріалу провідника. Якщо розрахунковий переріз буде менш допустимого, то треба обрати *рекомендований переріз* та перерахувати фактичну втрату напруги.

Отриманий переріз проводів на ділянках *перевіряють* за умовою нагріву, за *тривало допустимим струмом*:

$$I_{\text{тр. доп.}} \geq I_{\text{розрах}} \quad (1)$$

де $I_{\text{тр. доп.}}$ - тривало допустима сила струму для проводів, А;

$I_{\text{розрах}}$ - розрахункова сила струму, А.

Розрахункову силу струму визначають за формулами:

$$\begin{aligned} I_{\text{розрах}} &= \frac{P_{\text{розрах}}}{U_{\text{н}} \cdot \cos\varphi} - \text{для однофазної мережі,} \\ I_{\text{розрах}} &= \frac{P_{\text{розрах}}}{2U_{\text{н}} \cdot \cos\varphi} - \text{для двофазної мережі,} \\ I_{\text{розрах}} &= \frac{P_{\text{розрах}}}{3U_{\text{н}} \cdot \cos\varphi} - \text{для трифазної мережі,} \end{aligned} \quad (2)$$

де $P_{\text{розрах}}$ - розрахункова потужність навантаження, Вт;

$U_{\text{н}}$ - номінальна напруга ламп, В;

$\cos\varphi$ - коефіцієнт потужності ламп.

При визначенні робочих струмів ділянок мережі з газорозрядними лампами і пристроями групової компенсації необхідно враховувати, що від джерела енергії до точки вмикання конденсаторних батарей мережа має

коефіцієнт потужності не менш, ніж **0,9**, а від вказаної точки до джерел світла та випромінювання – біля **0,6**.

Тривало допустимий струм $I_{тр.доп.}$ вибирають по таблицям.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для електротехнічного розрахунку перевірки перерізу проводів освітлювальної мережі за умовами нагріву та механічній міцності є результати розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги ПР №8.

6. Приклад виконання роботи

Перевіряємо переріз проводу на ділянці $A_1- A_2$ на нагрівання по тривало допустимому струму і механічній міцності і розраховуємо струм на ділянці $A_1- A_2$:

$$I_{P.A1-A2} = \frac{P_{A1-A2}}{3 \cdot U_H \cdot \cos \varphi}, \quad (3)$$

$$I_{P.A1-A2} = \frac{5840}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 9,3A$$

Перевіряємо переріз проводу на кожній ділянці на нагрівання по тривало допустимому струму і механічній міцності:

$$I_{Pi} = \frac{P_i}{3U_H \cdot \cos \varphi} \quad (4)$$

$$I_{P1,2,3,4} = \frac{800}{220 \cdot 0,9} = 4,04A$$

$$I_{P5} = \frac{580}{220 \cdot 0,95} = 2,77A$$

$$I_{P6} = \frac{500}{220 \cdot 1} = 2,27A$$

$$I_{P7} = \frac{660}{220 \cdot 0,95} = 3,16A$$

$$I_{P8} = \frac{900}{220 \cdot 0,95} = 4,3A$$

Тривало допустимий струм для обраних перерізів (2,5 мм²) проводів ($I_{pi} = 19A$) більше, ніж струм на ділянках, отже проводи вибрані вірно. Отримані розрахункові дані заносимо на схему електричну принципову освітлювальної мережі.

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад перевірки перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Записати формулу для визначення розрахункового струму на ділянках трифазної, двофазної, і однофазної мережі.

8.2 Записати розрахункову формулу для визначення площі перерізу проводів за мінімумом витрат провідникового матеріалу (за допустимими втратами напруги).

8.3 Записати формулу для визначення фактичної втрати напруги на ділянці мережі.

8.4 Сформулювати умови перевірки вибраного перерізу проводу електромережі за умови нагріву.

8.5 Які існують способи підрахунку моментів навантаження групових ліній?

8.6 Як перевірити вибраний переріз за умови механічної міцності?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.
2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.
3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.
4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.
- 5 Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

ВИБІР АПАРАТУРИ УПРАВЛІННЯ ТА ЗАХИСТУ. РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

При виборі апаратів захисту освітлювальних мереж необхідно дотримуватися наступних вимог:

а) захист *від струмів короткого замикання* застосовується:

1) у всіх випадках освітлювальні мережі повинні бути захищені від струмів короткого замикання;

б) захист *від струмів перевантаження* застосовується:

1) для будівель і приміщень, в яких необхідно створити особливо надійну та безпечну роботу освітлювальних мереж або при відсутності кваліфікованого обслуговування, окрім захисту від струмів короткого замикання, необхідно утворювати захист і від струмів перевантаження;

2) для мереж, які виконані відкрито прокладеними незахищеними проводами з горючою ізоляцією (АПР, ПРД та ін.);

3) для мереж житлових, громадських будівель, службово-побутових, торговельних, пожежно безпечних приміщень та вибухо-безпечних установок, у тому числі і зовнішні класу В-1г;

в) *апарати захисту встановлюють*:

1) групами у доступних та безпечних для обслуговування місцях на лініях, які відходять від щитів, щитків і інших розподільних пристроїв;

2) в місцях, де зменшується переріз проводів лінії. Допускається не встановлювати захисні апарати в місцях зменшення перерізу проводів, якщо провід входить у зону захисту сусіднього з боку джерела енергії захисного апарату;

3) у точках секціонування мереж для селективної дії захисних апаратів;

4) зі сторони високої та низької напруги знижувальних трансформаторів для живлення світильників на **42 В**;

5) якщо знижувальні трансформатори живляться окремою групою лінією та до неї підключено не більш трьох трансформаторів, то захищати з високої сторони кожний трансформатор обов'язково;

6) безпосередньо в місцях приєднання проводів, які захищаються, до живлячої мережі. Допускається відносити їх на відстань не більш **3,0 м** від місця приєднання;

7) у нульових робочих провідниках заборонено встановлювати запобіжники, автоматичні вимикачі та комутаційні апарати, за винятком мереж вибухобезпечних приміщень класу В-1, в які автоматичні вимикачі встановлюють у фазному та нульовому провідниках, а для заземлення металевих частин освітлювальних установок прокладають спеціальний захисний провід;

г) при визначенні та виборі номінальних струмів плавких вставок I_{nv} та уставок автоматичних вимикачів (з розчіплювачами: тепловими I_m , електромагнітними I_{em} , комбінованими I_k):

1) при захисті *запобіжниками*, автоматичними вимикачами з *теповими* або *комбінованими* розчіплювачами використовують наступні співвідношення:

- для ламп розжарювання:

$$I_{nv} \geq I_p; \quad I_m \geq I_p; \quad I_k \geq 1,4I_p, \quad (1)$$

- для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ:

$$I_{nv} \geq 1,2 I_p; \quad \text{при } I_p \leq 50 \text{ А: } \quad I_m \geq 1,4I_p; \quad I_k \geq 1,4I_p; \quad (2)$$
$$\text{при } I_p > 50 \text{ А: } \quad I_m \geq I_p; \quad I_k \geq I_p;$$

2) при захисті автоматичними вимикачами тільки з електромагнітними розчеплювачами використовують наступні співвідношення:

- для автоматичних вимикачів до **100 А**:

$$I_{кз}^{(1)} \geq 1,4 k_3 I_{від} \quad (3)$$

- для автоматичних вимикачів на струм більше **100 А**:

$$I_{кз}^{(1)} \geq 1,25 k_3 I_{від}, \quad (4)$$

де I_p - робочий струм освітлювальної установки, А;

$I_{кз}^{(1)}$ - струм однофазного короткого замикання в освітлювальній мережі, А;

$I_{від}$ - струм відсічки автоматичного вимикача, А;

k_3 - коефіцієнт запасу; $k_3 = 1,1$;

3) для забезпечення селективності спрацьовування захистів номінальний струм кожного подальшого у напрямку до джерела живлення захисного апарату слід приймати не менш, ніж на дві ступені більше, ніж у попереднього апарата, якщо це не веде до збільшення площі поперечного перерізу проводів мережі.

В таблиці 1 додатку А наведено характеристики деяких автоматичних вимикачів, які застосовуються для захисту освітлювальних мереж.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для вибору апаратури управління та захисту, розробка схеми електричної принципової освітлювальної мережі є результати визначення розрахункових струмів в групових лініях.

6. Приклад виконання роботи

Вибір автоматичних вимикачів виконуємо за наступними умовами:

1. За типом і серією.
2. За номінальною напругою:

$$U_{н АВ} \geq U_{м}, \quad (5)$$

де $U_{н АВ}$ - номінальна напруга АВ, В;

$U_{м}$ - номінальна напруга мережі, В.

3. За номінальним струмом:

$$I_{н АВ} \geq I_{розр}. \quad (6)$$

4. За виконанням:

- кількості полюсів: одно-, двох-, триполюсний.
- виду розчіплювачів: електромагнітний, комбінований;
- виду додаткових розчіплювачів:
- наявності вільних контактів;
- наявності теплового розчіплювача і регулювання струму

неспрацювання;

- виду привода:

5. За номінальним струмом теплового розчіплювача:

$$I_{н тр} \geq I_{н розр}. \quad (7)$$

6. За струмом відсічки електромагнітного розчіплювача з умови:

$$I_{відс.РМ} \geq I_{розр}, \quad (8)$$

де $I_{відс.РМ}$ - струм відсічки ЕМР, А;

$I_{пуск.розр}$ - розрахункове значення струму в мережі, яку захищає

АВ, А.

7. За кліматичним виконанням;
8. Категорією розміщення;
9. Ступенем захисту.

В якості прикладу виберемо автоматичний вимикач на ввіді в освітлювальний щиток А2 для захисту ділянки А₁- А₂ . На даній ділянці струм розрахунковий $I_{розр.} = 9,3A$.

Вибираємо трьохполюсний автоматичний вимикач серії ВА47-63 ТУУ 2000АГИЕ.641.235.003 $U_{нав}=U_{м}=380В$, $I_{нав}=63A$, $I_{н.р.}=10,0 A$, степінь захисту – IP54, кліматичне виконання і категорія розміщення – У2.

Вибір інших автоматичних вимикачів проводимо аналогічно. Дані про вибір заносимо в схему електричну принципову освітлювальної мережі, яка представлена на рис. 1 додатку А.

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад вибору апаратури управління та захисту на участку А1-А2 і у всіх групових лініях.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 В яких випадках застосовується захист освітлювальних мереж від струмів короткого замикання?

8.2 В яких випадках застосовується захист освітлювальних мереж від струмів перевантаження?

8.3 Де встановлюють апарати захисту освітлювальних мереж.

8.4 Назвати основні співвідношення при захисті освітлювальних мереж автоматичними вимикачами тільки з електромагнітними розчіплювачами.

8.5 Назвати основні співвідношення при захисті освітлювальних мереж автоматичними вимикачами з тепловими або комбінованими розчіплювачами для ламп розжарювання.

8.6 Назвати основні співвідношення при захисті освітлювальних мереж автоматичними вимикачами з тепловими або комбінованими розчіплювачами для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.

8.7 Назвати основні умови вибору автоматичних вимикачів.

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П.Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ СТАЦІОНАРНИХ МЕХАНІЗОВАНИХ УСТАНОВОК УФ – ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку режимів роботи стаціонарних механізованих установок УФ – опромінення тварин.

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунку режимів роботи стаціонарних механізованих установок УФ – опромінення тварин.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку режимів роботи стаціонарних механізованих установок УФ – опромінення тварин.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку режимів роботи стаціонарних механізованих установок УФ – опромінення тварин.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

У сільськогосподарському виробництві для безпосереднього електротехнологічного впливу оптичним випромінюванням на живі організми широкого поширення набули спеціальні газорозрядні джерела випромінювання в областях ультрафіолетової частини спектру (200 ... 380 нм).

Джерелами загального ультрафіолетового випромінювання, тобто випромінювання усіх ділянок ультрафіолетового діапазонів оптичної області спектра, є дугові ртутні лампи трубчасті високого тиску типу ДРТ.

Лампи типу ДРТ виготовляють потужністю 100, 120, 125, 230, 250, 400, 1000, 2500, 2800, 4000, 5000 і 6000 Вт. У сільськогосподарському виробництві в якості джерел ультрафіолетового випромінювання в основному застосовують лампи ДРТ потужністю 100, 230, 400 та 1000 Вт.

Середня тривалість горіння ламп ДРТ230 і ДРТ1000 становить 2000 год, ДРТ400 - 2700. В кінці терміну служби ультрафіолетового випромінювання ламп становить не менше 60% номінальних значень.

Різновидом ламп ДРТ є лампи типу ДРП потужністю 120, 250 і 400 Вт, типу ДРТ2 потужністю 100 Вт і ДРП2 потужністю 250 і 400 Вт. Ці лампи відрізняються від базової моделі тим, що на їх кварцову розрядну трубку нанесена тонка кварцова плівка з легуючими добавками, яка дозволяє відфільтрувати короткохвильове ультрафіолетове випромінювання лампи. Завдяки додатковій плівці випромінювання з довжиною хвилі 200 ... 280 нм не перевищує 5% від загального потоку випромінювання ламп. Зазначені лампи, а також лампи типу ДРТ потужністю 100, 120 і 250 Вт мають чотириелектродні

виконання, що забезпечує підключення лампи до мережі без яких-небудь запалюючих пристроїв і пристосувань.

Вітальні люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛЭ - джерела середньохвильового ультрафіолетового випромінювання - використовуються в основному для компенсації ультрафіолетової недостатності. Трубчасті вітальні лампи відрізняються від люмінесцентних ламп низького тиску увіолевим склом, діаметром трубки і складом люмінофора. Ці лампи включають у мережу за допомогою тих же пускорегулюючих апаратів, що і люмінесцентні освітлювальні відповідної потужності.

Лампи ЛЭ випускають потужністю 15 і 30 Вт відповідно на напругу 127 і 220 В. Крім цього, розроблено вітально-освітлювальні люмінесцентні лампи ЛЭО15, ЛЭО30 і ЛЭО40, вітальні рефлекторні люмінесцентні лампи ЛЭР30 і ЛЭР40 і вітально-освітлювальні рефлекторні люмінесцентні лампи типу ЛЭОР потужністю відповідно 15, 30 і 40 Вт. Вітально-освітлювальні лампи типу ЛЭО призначені для одночасного освітлення приміщень і вітального опромінення людей, тварин і птиці. Вітальні рефлекторні лампи типу ЛЭР істотно полегшують експлуатацію і збільшують ефективність установок ультрафіолетового опромінення, оскільки розподіл вітального потоку відбувається тільки в заданому рефлектором напрямку і не потрібні часті очищення ламп від пилу, диму й капоті.

Для вітального опромінення людей, сільськогосподарських тварин і птиці з одночасним загальним освітленням, використовують дугові дифузні лампи типу ДРВЭД. Лампи включають безпосередньо в мережу 220 В без будь-яких пускорегулювальних апаратів за допомогою цоколя Е27.

Умовне позначення ламп ДРВЭД включає літери: Д - дугова, Р - ртутна, В - вольфрамова, Э - еритемна, Д - дифузна, потім вказується номінальна напруга живлення у вольтах і через дефіс - номінальна потужність у ватах. Промисловість випускає лампи ДРВЭД невеликими партіями потужністю 160 і 250 Вт.

Технічні дані ультрафіолетових опромінювальних установок приведені в таблиця 2 додатку А.

Біологічний вплив ультрафіолетового випромінювання на організм сільськогосподарських тварин дуже значний. Воно позитивно впливає на ріст і розвиток, обмін речовин, продуктивність та відтворювальні функції.

Так, опромінення корів підвищує надої до 13%, зберігаючи при цьому жирність молока на тому ж рівні, підвищується також і резистентність організму. А телята, що народилися від опромінених корів, є більш стійкими до захворювань токсичною диспепсією та бронхопневмонією.

Опромінення телят покращує обмінні процеси (білкові, вуглеводні, мінеральні), середньодобові прирости підвищуються на 7-13% за рахунок кращого засвоєння азоту корму.

Ультрафіолетове опромінення поросят покращує загальний стан і підвищує до 20% середньодобові прирости, опромінення свиноматок позитивно впливає на запліднюваність і внутрішньоутробний розвиток плоду. Поросята від опромінених свиноматок народжуються більш стійкими до захворювань.

Середньодобові прирости опромінених свиней на відгодівлі збільшуються на 4-10% за рахунок кращого засвоєння поживних речовин корму, при цьому підвищуються поживність якості м'яса та сала. При ультрафіолетовому опроміненні кнурів-плідників поліпшується мінеральний і білковий обміни.

Несучість курей-несучок в осінньо-зимовий період, виводимість курчат з опромінених інкубаційних яєць також підвищуються. Опромінення курчат у перші дні життя знижує відходи і збільшує прирости до 15%. При опроміненні бройлерів підвищується відсоток виходу тушок першої категорії, а в м'ясі зростає вміст білка, полісахаридів і жиру.

Опромінення ягнят підвищує прирости до 18% і покращує якість вовнового покриву. Плодючість та якість одержуваного від вівцематок приплоду також збільшується.

Біологічний вплив залежить від різних спектральних областей:

- випромінювання від 280 до 315 нм викликає своєрідне почервоніння шкіри - еритему, а також володіє протирахітною дією і здатне перетворювати в організмі провітамін *D* в активно діючий вітамін *D*;

- випромінювання від 315 до 400 нм біологічно малоактивне, використовують в основному для люмінесцентного аналізу.

Крім того, розрізняють еритемне випромінювання, що знаходиться в спектральній області від 280 до 400 нм, в малих дозах воно надає корисну дію на організм людини і тварин.

Вітальний випромінювач ЭО1-30М випускається у пиловологозахищеному виконанні у вигляді відбивача з тонколистової сталі, покритої антикорозійною фарбою з досить високим коефіцієнтом відображення ультрафіолетових променів (рис. 1).

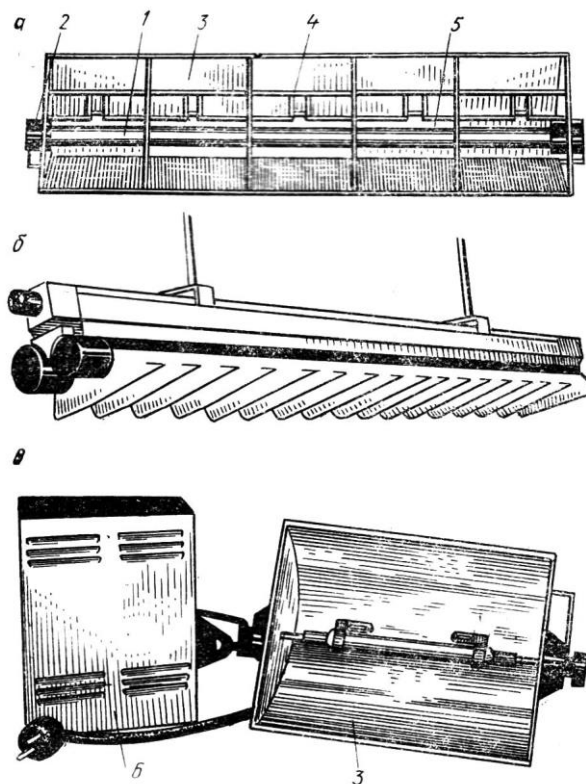


Рисунок 1 - Загальний вигляд ультрафіолетових опромінювальних установок: ЭО1-30М (а), ОЭСП02-2×40/П5'Х-01 (б) і ОРК (в); 1-вітальна лампа; 2-лампотримач; 3-відбивач; 4-захисна сітка; 5-пуско-регулююча апаратура; 6-пуско-регулюючий пристрій

На відбивачі з допомогою лампотримачів бризко-захищеного виконання кріпиться захищена металеву сіткою вітальна лампа ЛЭ30-1 і пускова регулююча апаратура (пристрій 1УБИ-30/220-ВП і два конденсатори КБГ-М1-600В ємністю 0,03 мкФ).

Різновидом випромінювача ЭО1-30М є вітальні випромінювачі ОЭ-1 і ОЭ-2, що мають аналогічну будову, форму та схеми включення в мережу живлення. Принципова відмінність між ними тільки в тому, що випромінювач ОЭ-1 випускається у звичайному, а ОЭ-2 - в пиле-вологозахищеному виконанні. Схема електрична включення опромінювача ЭО1-30М представлена на рис. 1, а.

Світильник-опромінювач ОЭСП02-2×40/П5'Х-01 (рис.1,б)

призначений для одночасного загального освітлення тваринницьких приміщень та опромінення сільськогосподарських тварин і птиці. Він розрахований на роботу з однією рефлекторною освітлювальною та однією рефлекторною вітальною лампами потужністю по 40 Вт (типів ЛБР40 і ЛЭР40) у мережі змінного струму напругою 380/220 В частотою 50 Гц. Схема включення ламп - стартерна, незалежна для різних типів ламп.

Світильник-опромінювач складається з сталевого штампованого корпусу з панеллю, вузлів підвісу, які допускають індивідуальну установку світильника-опромінювача на гаках або тросі і екрануючих решіток. Внутрішня порожнина корпусу захищена від попадання пилу і вологи прокладкою ущільнювача за периметром корпусу, сальником для ущільнення введення мережевих проводів і заглушкою. В корпусі встановлена розетка штепсельного роз'єму, на панелі – пускорегулююча апаратура, патрони бризкозахищеного виконання і вилка штепсельного роз'єму.

Ввід в світильник-опромінювач може здійснюватися з торця або зверху корпусу. При цьому сальник для ущільнення вводу переставляється на відповідну стінку корпусу, а незайнятий отвір закривається заглушкою. Штепсельний роз'єм також дозволяє стикувати світильники-опромінювачі в лінію або підключати їх до магістральних проводів без розрізання останніх.

Світильник-опромінювач ОЭСП02-2×40/П5'Х-01 виконаний в частково пилю-вологозахисному виконанні (клас (5'0). Його ККД - не менше 70%, захисний кут у поперечних і поздовжніх площинах - не менше 15 °.

Для профілактичного та лікувального впливу ультрафіолетового випромінювання на організм невеликих груп тварин та опромінення інкубаційних яєць і курчат в перші дні після виведення використовують опромінювач ртутно-кварцовий типу ОРК-2. Він складається з відбивача з лампою ДРТ400 і живлячого пускорегулювального пристрою, з'єднаних між собою гнучким кабелем довжиною 15 м (рис. 1, в). У живильному пускорегулюючому пристрої змонтовані дросель, пусковий конденсатор КБГ-МН-400В ємністю 2 мкФ, два конденсатори КБГ-М₁-600В ємністю по 0,03 мкФ і автоматичний вимикач. Призначення, будова, електрична схема і деякі технічні характеристики опромінювача ОРКШ аналогічні випромінювачу ОРК-2.

На рис. 2 представлено загальний вигляд ртутного кварцового опромінювача ОРКШ-6.

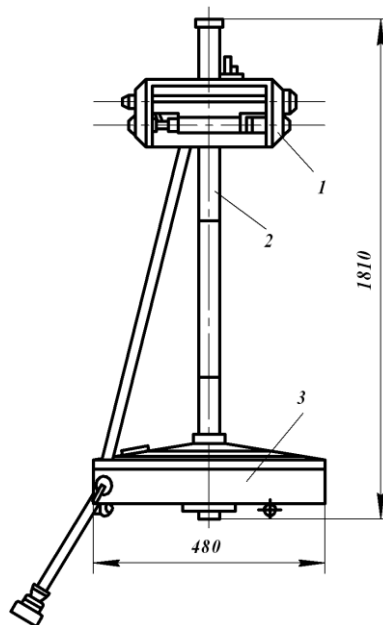


Рисунок 2 - Загальний вигляд ртутного кварцового опромінювача ОРКШ-6: 1-відбивач з лампою ДРТ-400; 2-стійка; 3- живлюча пускова регулююча апаратура

Основні відмінності в тому, що випромінювач ОРКШ переміщається на коліщатах, відбивач з лампою ДРТ400 закріплюється на штативі-стійці, а стійка кріпиться в корпусі, усередині якого розміщується пускова регулююча апаратура.

Розрахунок стаціонарних установок проводиться методом коефіцієнту використання ефективного потоку, який проводиться в наступній послідовності:

- опромінювані над опромінювальною поверхнею розміщують з врахуванням світлотехнічно найвигіднішої відносної відстані;
- визначають коефіцієнт використання ефективного потоку опромінювальної установки і середню опроміненість;
- визначають час роботи установки для забезпечення добової нормованої дози опромінення.

Основна розрахункова формула метода використання ефективного потоку наступна:

$$E_{\text{ср}} = \frac{\Phi_{\text{в}} \cdot N_{\Sigma} \cdot \eta_{\text{э}} \cdot K_{\text{ф}}}{K_{\text{з}} \cdot S}, \quad (1)$$

де $E_{\text{ср}}$ – середня віта-опроміненість об'єкту, мвит·м⁻²;

$\Phi_{\text{в}}$ – вітальний потік випромінювання в ефективних одиницях, вит;

N_{Σ} – сумарна кількість джерел в установці ультрафіолетового опромінення, шт..;

$\eta_{\text{э}}$ – коефіцієнт використання ефективного потоку;

$K_{\text{ф}}$ – коефіцієнт форми тварин, який дорівнює 0,5 – 0,64;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт запасу, який дорівнює 1,5 – 2,0;

S - площа опромінювальної поверхні, м².

Коефіцієнт використання ефективного потоку визначається по таблиці, з врахуванням індексу приміщення, який розраховують по формулі

$$i = \frac{S}{H_{\text{р}}(a + b)}, \quad (2)$$

де a , b – розміри опромінювальної поверхні, м;

$H_{\text{р}}$ – розрахункова висота підвісу опромінювача, м

Висота підвісу опромінювачів над опроміню вальною поверхнею повинна задовольняти вимогам:

$$E_{\text{ср}} \cdot K_3 \cdot z \leq E_{\text{доп.}}, \quad (3)$$

де $E_{\text{доп.}}$ – допустима віта-опроміненість, яка залежить від виду і вік тварин і птиці.

При виконанні вимоги (3) виключаються місцеві опіки ультрафіолетовими променями поверхні тіла тварини.

Таблиця 1– Алгоритм розрахунку методом коефіцієнту використання ефективного потоку для стаціонарної установки.

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1	2
1. Визначити вихідні дані розглядуваного приміщення.	Визначити Н – висоту приміщення В – ширину кліток
2. Визначити рекомендовану дозу опромінення	Дивись табл.3
3. Визначити тип джерела УФ опромінювання	Дивись [1,2,3,4].
4. Визначити тип УФ опромінювача для стаціонарної установки	Дивись [1,2,3,4].
5. Визначити рекомендовану висоту підвісу опромінювача	$h_{\text{під}} = 2 - 2,2$ [5, т. 4]
6. Визначити розміщення опромінювача від спини тварини	$h_p = 1,5$ м [5, т. 4]
7. Провести розміщення опромінювачів на плані приміщення.	
8. Визначаємо відносну відстань між опромінювачами в ряду L	$L = \lambda \cdot h_p$ $\lambda = 1,4$ [6].
9. Визначити кількість опромінювачів в ряду	$N = \frac{A}{L}$ А – довжина опроміню вального ряду, м
10. Визначити середню віта опроміненість	$E_{\text{ср}} = \frac{\Phi_B \cdot N_{\Sigma} \cdot \eta_{\Sigma} \cdot K_{\Phi}}{K_3 \cdot S}$
11. Визначити індекс установки	$i = \frac{S_{\text{ряда}}}{H_p (a_{\text{ряда}} + b_{\text{ряда}})}$
12. Визначити добову тривалість роботи опромінювачів з лампами після 1000 годин експлуатації	$t = \frac{A}{E_{\text{ср}}}$
13. Визначити добову тривалість роботи опромінювачів з новими лампами	$t_n = \frac{t}{K_3}, \quad K_3 = 2$

При відомій вітальній експозиції опромінення H_{Σ} і середньої віта – опроміненості поверхні E_{cp} час опромінення визначається за наступною формулою:

$$t = \frac{H_{\Sigma}}{E_{cp}}, \quad (4)$$

де H_{Σ} – рекомендована добова вітальна експозиція опромінення, мвіт·м²

Алгоритм розрахунку даним методом наведеному таблиці 1

5 Вихідні дані

Вихідними даними для розрахунку стаціонарної установки для УФ опромінення телят приймаємо 1 секцію телятника на 26 голів. Телята старше 6 місяців.

Висота приміщення $H = 2,8$ м, ширина клітки – $B = 1$ м.

6. Приклад виконання роботи

1. Визначаємо висоту приміщення (H) і ширину кліток (B)

$$H = 2,8 \text{ м}$$

$$B = 1 \text{ м}$$

2. Визначаємо рекомендовану дозу опромінення телят старших 6 місяців

$$A = 160-180 \text{ мер}\cdot\text{год}/\text{м}^2$$

3. Визначаємо тип джерела УФ опромінення. Вибираємо джерело УФ випромінювання в області В – газорозрядна лампа низького тиску типу ЛЭ-30-1.

4. Визначаємо тип УФ опромінювача для стаціонарної установки.

Вибираємо тип УФ опромінювача для стаціонарної установки – ЭО1-30М.

5. Визначаємо рекомендовану висоту підвісу опромінювача

Рекомендована висота підвісу опромінювача над підлогою

$$h_{\text{під}} = 2 - 2,2 \text{ м [5]}$$

6. Визначаємо розміщення опромінювача від спини тварин.

Рекомендована висота розміщення опромінювачів від спини тварин

$$h_{\text{розр.}} = 1,5 \text{ м [5]}$$

7. Проводимо розміщення опромінювачів на плані приміщення

Розрахунок розміщення опромінювачів ведемо для однієї секції на 26 телят. Опромінювачі розміщуємо в один ряд .

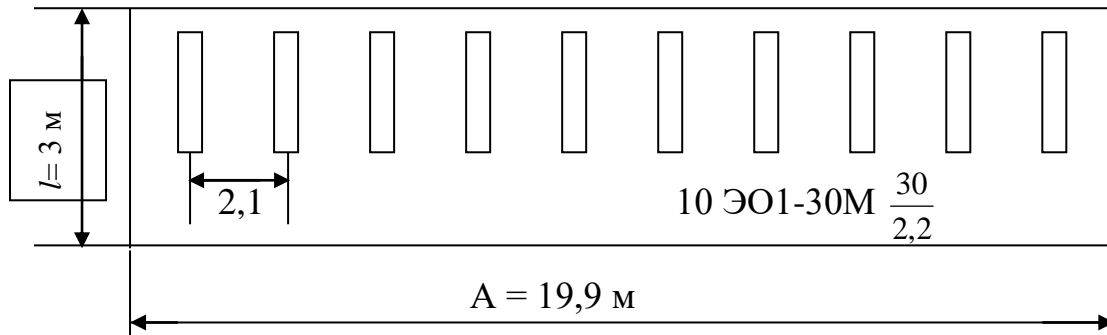


Рис.1. План розміщення УФ опромінювачів в секції телятника на 26 голів

8. Для рівномірного опромінення відстань між опромінювачами в ряду L визначаємо згідно рекомендаціям найвигіднішої відносної відстані.

$$\lambda = \frac{L}{h_{\text{розр.}}},$$

$$L = \lambda \cdot h_p \quad \lambda = 1,4 \text{ [6]} \quad (4)$$

$$L = 1,4 \cdot 1,5 = 2,1 \text{ м}$$

9. Визначаємо кількість опромінювачів в ряду

$$N = \frac{A}{L} \quad (5)$$

де A – довжина секції опромінюючого ряду, м

$$N = \frac{19,9}{2,1} = 9,46$$

Приймаємо 10 штук

10. Визначаємо середню еритемну опроміненість методом коефіцієнту використання ефективного потоку.

$$E_{\text{ср}} = \frac{\Phi_B \cdot N_{\Sigma} \cdot \eta_{\Sigma} \cdot K_{\Phi}}{K_3 \cdot S} \quad (6)$$

де Φ_B – ефективний потік вибраної лампи ЛС-30-1;

$$\Phi_B = 750 \text{ мер [3];}$$

N – число опромінювачів, шт.;

K_{ϕ} - коефіцієнт форми тварин, $K_{\phi} = 0,64$ [6];

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 2$ (після 1000 годин експлуатації ламп)
[3];

S – площа опромінювальної установки

$$S = A \cdot l \quad (7)$$

$$S = 19,9 \cdot 3 = 59,7 \text{ м}^2$$

η_0 – коефіцієнт використання опромінювальної установки, який визначається в залежності від характеру розподілення потоку випромінювання і індексу установки.

11. Визначаємо індекс установки:

$$i = \frac{S_{\text{ряда}}}{N_p (a_{\text{ряда}} + b_{\text{ряда}})} \quad (8)$$

$$i = \frac{59,7}{1,5(19,3 + 3)} = 1,78$$

Приймаємо $\eta = 0,54$

$$E_{cp} = \frac{750 \cdot 10 \cdot 0,54 \cdot 0,64}{2 \cdot 59,7} = 21,7 \text{ мер} / \text{м}^2$$

12. Визначаємо добову тривалість роботи опромінювачів з лампами після 1000 годин їх експлуатації

$$t = \frac{A}{E_{cp}}, \quad (9)$$

$$t = \frac{170}{21,7} = 7,8 \text{ годин}$$

13. Визначаємо добову тривалість роботи опромінювачів з новими лампами

$$t_n = \frac{t}{K_3}, \quad K_3 = 2 \quad (10)$$

$$t_n = \frac{7,8}{2} = 3,9 \text{ год}$$

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад розрахунок режимів роботи стаціонарних механізованих установок УФ – опромінення тварин.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Чим конструктивно вітальна лампа типу ЛЭ відрізняється від люмінесцентної освітлювальної лампи лампи?

8.2 Пояснити будову лампи типу ДРТ.

8.3 Пояснити будову ультрафіолетових опромінювальних установок ЭО1- 30М, ОЭСП02-2×40/П5'Х-01 і ОРК.

8.4. Як визначити середню віта опроміненість?

8.5 Як визначити індекс опроміню вальної установки?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П. Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

4. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинский . – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

5. Изаков Ф.Я. и др. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве. / Ф.Я.Изаков – М.: Колос, 1972

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ РУХОМИХ МЕХАНІЗОВАНИХ УСТАНОВОК УФ – ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку режимів роботи рухомих механізованих установок УФ – опромінення тварин

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунку режимів роботи рухомих механізованих установок УФ – опромінення тварин.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку режимів роботи рухомих механізованих установок УФ – опромінення тварин.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку режимів роботи рухомих механізованих установок УФ – опромінення тварин.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Електрична механізована підвісна опромінювальна установка УО-4 призначена для ультрафіолетового опромінення сільськогосподарських тварин і птиці в стаціонарних умовах при утриманні в клітках або станках.

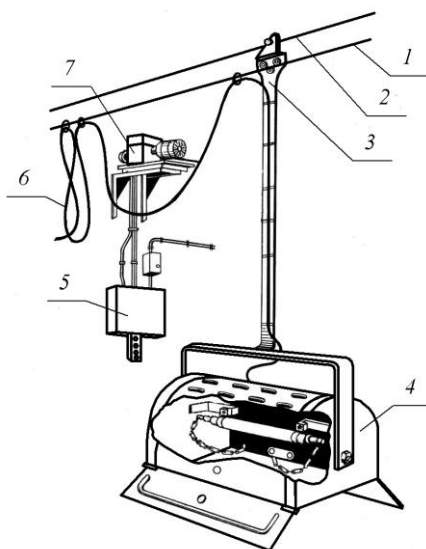


Рисунок 1 – Опромінювальна установка УО-4: 1 – несучий дрiт; 2 – ведучий трос; 3 – роликова каретка; 4 – опромінювач з лампою ДРТ400; 5 – шафа керування; 6 – кабель живлення опромінювачів; 7 – приводна станція

Установка складається з 4-х рефлекторних опромінювачів з лампами ДРТ400, шафи управління, приводної станції і несучої конструкції (рис. 1). Несучу конструкцію виконують зі сталеві оцинкованої проволочи, яку закріплюють вздовж приміщення за допомогою натяжних болтів, закладених в торцевих стінах. Опромінювачі в приміщенні здійснюють зворотньо-поступальний рух за допомогою троса діаметром 3,1 мм, закріпленого на натяжних роликах, і який приводиться в рух від приводної станції з електродвигуном потужністю 0,27 кВт і редуктором з передавальним

відношенням 1:891. Довжина несучого дроту і троса розрахована на приміщення довжиною до 90 м. Кожний опромінювач може переміщатися зі швидкістю 0,3 м/хв. на відстані 35...42м. Необхідна доза опромінення забезпечує зміну висоти підвісу випромінювачів і кількості проходів над тваринами або птицею. Максимальна зона обслуговування однієї установки - 90×6 м.).

У шафі керування змонтовані пакетні вимикачі, запобіжники, магнітні пускачі, два дроселя, конденсатор і дві пускові кнопки. Для зручності комутації в установку входить клемний набір з кабелем КРПТ 3×2,5 для підключення опромінювачів в шафі управління. Особливість принципової електричної схеми установки УО-4М полягає в послідовному включенні кожних двох ламп ДРТ400 через загальний дросель на лінійну напругу 380 В. Для полегшення запалювання ламп передбачено додаткові кнопки і пусковий конденсатор.

Для ультрафіолетового опромінення курей і курчат при утриманні в багатоярусних клітинних батареях використовують самохідну установку УОК-1 (рис.2), яка змонтована на візку і може пересуватися в проходах між клітинами з птицею по напрямних.

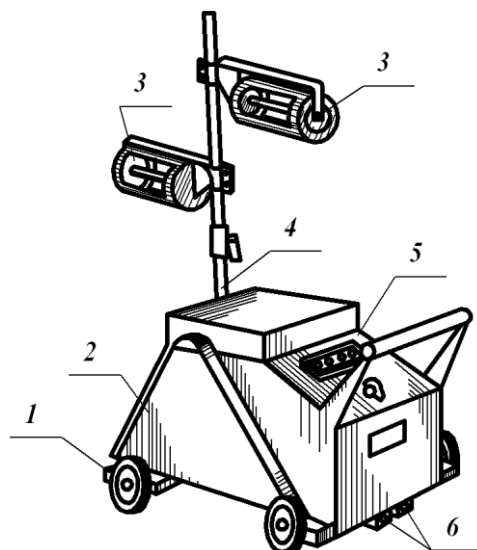


Рисунок 2 – Установка для опромінення птиці УОК-1: 1 – самохідне шасі; 2 – привод від електродвигуна до ведучих коліс і пристрою укладки кабелю; 3 – опромінювачі з лампами ДРТ400; 4 – штанга; 5 – панель управління; 6 – кінцеві вимикачі).

Ширина колії візка відповідає ширині колії кормороздавача. Візок приводиться в зворотно поступовий рух зі швидкістю 0,73 м/хв. від електродвигуна встановленою потужністю 0,27 кВт через подвійний редуктор з передаточним числом 1:341, який одночасно зубчастою муфтою пов'язаний з ведучою віссю і механізмом укладання і розмотування кабелю. Ланцюгову передачу включають важелем. Електричне живлення 380/220 В підводиться через гнучкий кабель і роз'єм, одна жила якого використовується для заземлення. Під час руху установки кабель укладається в бункер або розмотується з нього. На панелях встановлені апаратура управління двигуном і лампами, силова частина схеми управління. Праворуч в передній частині установки і внизу змонтовані кінцеві вимикачі: передній - для реверсу установки, а два задніх-для зупинки і виключення ламп. У передній частині візка встановлена стійка, на якій кріпляться два опромінювача. Затискачі випромінювачів дозволяють регулювати висоту їх підвісу у залежності від висоти кліток. В установці УОК-1 лампи ДРТ400 також включені через загальний дросель на різні фази мережі лінійною напругою 380 В. Кінцеві вимикачі здійснюють реверс руху, зупинку установки та вимкнення ламп при закінченні циклу опромінення.

Розрахунок рухомих установок ультрафіолетового опромінення зводиться до визначення вітальної експозиції опромінення за один прохід опромінювачів і кількості проходів при відомій розрахунковій висоті підвісу і швидкості переміщення опромінювачів.

Випромінювачі, пересуваючись зі швидкістю V на висоті H_p над розрахунковою точкою M , створюють в точці M змінну за значенням вітальну опроміненість, миттєве значення якої завжди можна визначити за формулою:

$$E_{ai} = \frac{K_{\phi} I_{ai} \cos^2 \alpha_i}{K_3 H_p^2} \quad (1)$$

де I_{ai} - сила вітального випромінювання опромінювача під кутом α_i до вертикальної осі симетрії випромінювача, мВт·ср⁻¹;

Як бачимо, при визначенні миттєвого значення вітальної опроміненості змінними є значення сили вітального випромінювання випромінювача під кутом α_i , до вертикальної осі симетрії опромінювача $I_{\alpha i}$ і квадрата косинуса кута α_i . Якщо тепер криву розподілу вітального потоку опромінювача з певним припущенням приймемо за косинусну, як це виконано для опромінювальної установки УО-4 на рис.3, і апроксимуємо формулою виду:

$$I_{\alpha} = I_i \cos \alpha \quad (2)$$

то загальна вітальна експозиція опромінення тварин або птиці при одноразовому проході опромінювачів приблизно визначиться за формулою:

$$H_1 = \frac{2K_{\phi} I_n \sin \alpha_k}{K_3 H_p v} \quad (3)$$

де I_n - сила вітального випромінювання при $\alpha = 0$ для кривої $I_{\alpha} = I_n \cos \alpha$, апроксимуючої криву розподілу сили вітального випромінювання опромінювача.

Сила вітального випромінювання $I_{\alpha i}$ в напрямку кута α_i , визначається по кривій просторового розподілу сили вітального випромінювання (рис. 1).

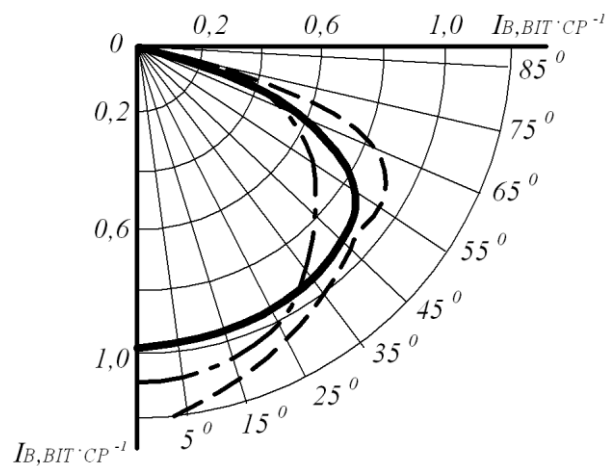


Рисунок 3 - Криві просторового розподілу сили вітального випромінювання опромінювальних установок УО-4М (—), ОРК-2 (---) і крива $I_{\alpha} = I_n \cos \alpha$ (—•—•—).

У формулі (3) кут α_k визначається захисними властивостями арматури опромінювача або відстанню, при якій об'єкт опромінення потрапляє в тінь

(рис. 4). Якщо об'єкт не затінюється різного роду стінками і захисний кут арматури опромінювача невеликий, то

$$\sin \alpha_k = \frac{L'}{\sqrt{L'^2 + 4H_p^2}} \quad (4)$$

а

$$H_1 = \frac{2K_\phi I_n}{K_3 H_p v} \frac{L'}{\sqrt{L'^2 + 4H_p^2}} \quad (5)$$

де L' - довжина повного проходу опромінювачів, м .

Знаючи нормовану добову вітальну експозицію опромінення тварини чи птиці H_Σ , зможемо визначити розрахункову кількість проходів опромінювача:

$$m = \frac{H_\Sigma}{H_1} \quad (6)$$

або розрахункову тривалість роботи опромінювачів:

$$t = m \frac{L'}{v} \quad (7)$$

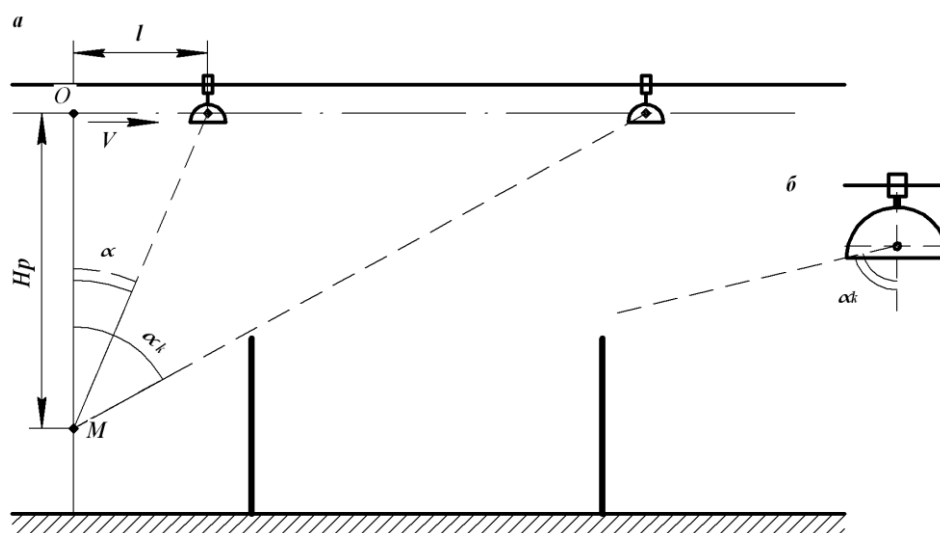


Рисунок 4 – До визначення α_k за умови затінення об'єкта опромінення стінкою станка (а) або арматурою опромінювача (б).

при якій дійсна вітальна експозиція опромінення тварини чи птиці буде відповідати нормованій. При визначенні довжини ходу випромінювачів L' необхідно врахувати, що випромінювачі не повинні доходити до осі 0-0 і краю

майданчика на відстань $l = 0,58 H_p$. В іншому випадку тварина, що знаходиться під цією віссю, отримає подвійну дозу опромінення.

Задачу можна вирішити не тільки для визначення кількості проходів, але і висотою підвісу або швидкості переміщення опромінювачів при заданому до розрахунку кількості проходів. Наприклад, скориставшись приведеними формулами розрахункову висоту підвісу опромінювачів визначимо як:

$$H_p = \frac{2K_\phi m I_n \sin \alpha_k}{K_3 H_\Sigma v} \quad (8)$$

Слід особливо відзначити, що важливою умовою успішної дії ультрафіолетового випромінювання є суворе дотримання його дозування та режиму. Загальновідомо, що на живі організми воно може бути добродійним, гнітючим або згубним, в залежності від його якості (спектрального складу) та кількості. Одну й ту ж експозицію тварина або птиця можуть отримати при безлічі поєднань опроміненості з тривалістю опромінення. Рекомендується використовувати більшу тривалість опромінення в поєднанні з малою опроміненістю. Однак при цьому тривалість опромінення не повинна перевищувати тривалості світлового дня.

Для точного дозування ультрафіолетового опромінення необхідно автоматизувати опромінювальну установку: стаціонарну - за тривалістю роботи випромінювачів, рухому - по кількості проходів.

При автоматизації необхідно звернути увагу на багатофакторний вплив на джерела ультрафіолетового випромінювання умов навколишнього середовища і відхилень напруги живильної мережі від номінального значення. Опромінювальні установки тваринницьких приміщень працюють в умовах хімічно активного навколишнього середовища, підвищеної вологості повітря, запиленості і т. п. Температура навколишнього повітря істотно впливає на потік ультрафіолетового випромінювання вітальних ламп. Найбільший вітальний потік лампи типу ЛЭ випромінюють при температурі навколишнього повітря близько 20°C. При підвищенні або зниженні температури повітря він зменшується, знижуючись до 85% максимального значення вже при 35°C і 7°C. При підвищенні відносної вологості повітря в приміщенні дія

ультрафіолетового випромінювання погіршується, що пояснюється зниженням вітального опромінення об'єкта у разі підвищення вмісту вологи в повітрі в наслідок зменшення його прозорості. Істотний вплив на ефективний потік має запиленість приміщення. За агрозоотехнічними вимогам проводиться чищення джерел і опромінювачів від пилу не рідше 1 разу на місяць, так як вітальний потік перед чищенням знижується за рахунок запилення на 25...28% номінального.

На кожен відсоток зміни напруги мережі в 2% оцінюється зміна вітального потоку джерел і не тільки кількісно, але і якісно. У зв'язку з цим для забезпечення необхідної дози опромінення при зниженні напруги мережі на 10% час опромінення об'єкта випромінювачем з лампою ДРТ400 за інших рівних умовах необхідно збільшити на 45%, а не на 20% .

Потік ультрафіолетового випромінювання також знижується в процесі експлуатації джерел навіть в межах номінального терміну служби. Наприклад, для лампи ДРТ400 ультрафіолетове випромінювання на 100 год. роботи зменшується на 10...12%, за 200 год. - на 17...20%, за 500 год. - на 35...40% і до кінця терміну служби - більше ніж на 50%. Для лампи типу ЛЭ ультрафіолетове випромінювання за 200 год. роботи зменшиться на 14...16%, за 400 год. - на 26...28%, за 600 год. - на 36...40% і до кінця терміну служби - на 50...55%.

З урахуванням вищевикладеного вітальна експозиція опромінення, одержуваного об'єктом, може зменшитися до 30% від початкового до кінця терміну служби джерелом навіть при виконанні всіх вимог щодо застосування ультрафіолетового випромінювання. У цьому випадку продуктивність опромінюваних тварин або птиці не лише не досягне очікуваних величин, але може і зменшитися. Тобто, недооблік при дозуванні ультрафіолетового опромінення дії перерахованих факторів приводить до значних відхилень експозиції опромінення, одержуваного об'єктом, від нормованого значення, що здатне викликати негативний ефект або, в кращому разі, не визиває ніякого технологічного ефекту. Вплив зазначених факторів, і в першу чергу старіння джерел при експлуатації, в якійсь мірі враховується введенням коефіцієнта

запасу. Однак в цьому випадку для нових джерел фактична вітаопроміненість значно вища, ніж розрахована за формулами.

Таблиця 1– Алгоритм розрахунку методом коефіцієнту використання ефективного потоку для рухомої установки.

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1	2
1. Визначити рекомендовану дозу опромінення	Дивись табл.2 додаток А
2. Визначити тип установки	Дивись [3].
3. Визначити найбільше значення кута між напрямленнями потоку від джерела об'єкта опромінення і вертикаллю в процесі випромінення	Дивись [3].
4. Визначити коефіцієнт запасу джерела випромінювання	Дивись табл.4 додаток А.
5. Визначити швидкість руху установки	Дивись [3]
6. Визначити кількість проходів установки над тваринами	Дивись [3]
7. Визначити еритемний потік лампи ДРТ	Дивись табл.1 додаток А.
8. Визначити силу випромінювання опромінювача при $\rho = 0,4$	$I_{EO} = \frac{\Phi_E [(90 - \gamma) + (90 + \gamma)\rho]}{\pi^2 \sqrt{45 \cdot \alpha_K}}$
9. Визначити висоту підвісу опромінювача над телятами	$h = (1,28 \cdot I_{EO} \cdot K_3 \cdot \sin \alpha_K) \frac{n}{A_E \cdot v}$
10. Визначити висоту підвісу опромінювачів над підлогою	$h_n = h + (1,5 \cdot h_0)$
11. Визначити довжину ходу опромінювачів	$L = \frac{a}{N - 0,58 \cdot h}$
12. Визначити середню опроміненість телят	$E_{CP} = \frac{1,28 \cdot I_{EO}}{K_3 \cdot h \sqrt{1^2 + 4h^2}}$
13. Зрівняти отримане значення з допустимою опроміненістю	$K_3 \cdot z \cdot E_{CP} \leq E_{ДОП}$
14. Визначити тривалість опромінення одного теляти в кінці терміну служби джерела опромінення	$t = \frac{A_E}{E_{CP} + b \cdot t_{PA3}}$
15. Визначити тривалість опромінення однієї тварини новими лампами	$t = \frac{A_E}{2E_{CP} + b \cdot t_{PA3}}$
16. Визначити час роботи опромінювальної установки за добу	$t_{ДОБУ} = \frac{L \cdot n}{v}$

Тому тривалість опромінення і число проходів тут необхідно скоротити до:

$$t_n = \frac{t}{K_3} \quad (9)$$

і

$$m_n = \frac{m}{K_3} \quad (10)$$

По мірі старіння ламп t і m слід збільшувати з урахуванням зміни ефективного потоку ламп. Необхідно також коректувати час опромінення чи кількість проходів з урахуванням температури, вологості і запиленості приміщень, значення напруги живильної мережі.

Алгоритм розрахунку даним методом наведеному таблиці 1

5 Вихідні дані

Вихідними даними для розрахунку рухомої установки для УФ опромінення телят в телятнику, де телята старше 6 місяців приймаємо: довжина приміщення $A=54$ м, ширина приміщення $B=21$ м, висота приміщення $H = 2,8$ м., опромінювальна установка типу УО-4.

6. Приклад виконання роботи

1. Визначаємо рекомендовану дозу опромінення телят старших 6 місяців

$$A = 160-180 \text{ мер}\cdot\text{год}/\text{м}^2$$

2. При стійловому утриманні застосовуємо рухому опромінювальну установку типу УО-4. Поскільки для однієї такої установки найбільша довжина обслуговуючого приміщення рівна 90 м [3], то в телятнику необхідно використати дві установки, кожна з якої буде опромінювати два сусідніх ряди телят в стойлах по всій довжині приміщення.

3. Визначаємо найбільше значення кута між напрямленнями потоку від джерела об'єкта опромінення і вертикаллю в процесі випромінювання. Допускаємо, що просторове розподілення еритемного потоку під опромінювачем косинусне в межах кута $\alpha_k = 90 - \gamma$. Для опромінювальної установки УО-4 захисний кут $\gamma = 25 - 30^\circ$ [3]. Приймаємо $\alpha_k = 60^\circ$.

4. Визначаємо коефіцієнт запасу джерела випромінювання. Коефіцієнт запасу в відповідності із терміном служби лампи ДРТ-400, якою

укомплектовані опромінювальні установки УО-4, беремо із табл. 4 (додаток А). Приймаємо $K_3 = 2,26$

5. Визначаємо швидкість руху установки. Швидкість руху опромінювачів над тваринами беремо із паспортних даних установки [3]. Вона дорівнює 18 м/год.

6. Визначаємо кількість проходів установки над тваринами. Число проходів опромінювачів над телятами приймаємо мінімальне $n = 2$.

7. Визначаємо еритемний потік лампи ДРТ. $\Phi_e = 4750$ мер.

8. Визначаємо силу випромінювання опромінювача при $\rho = 0,4$

$$I_{EO} = \frac{\Phi_e [(90 - \gamma) + (90 + \gamma)\rho]}{\pi^2 \sqrt{45 \cdot \alpha_K}}, \quad (11)$$

де ρ – коефіцієнт відбиття поверхні опромінювача

$$I_{EO} = \frac{4,75[(90 - 30) + (90 + 30)0,4]}{3,14^2 \sqrt{45 \cdot 60}} = 1 \text{ ep / cp}$$

9. Визначаємо висоту підвісу опромінювача над телятами

$$h = (1,28 \cdot I_{EO} \cdot K_3 \cdot \sin \alpha_K) \frac{n}{A_E \cdot v}, \quad (12)$$

$$h = (1,28 \cdot 1 \cdot 2,26 \cdot \sin 60) \frac{2}{0,17 \cdot 18} = 1,64 \text{ м}$$

10. Визначаємо висоту підвісу опромінювачів над підлогою з врахуванням росту телят ($1,5 h_0 = 1$), де h_0 – висота центру туловища телят над підлогою приміщення, м

$$h_n = h + (1,5 \cdot h_0) \quad (13)$$

$$h_n = 1,64 + 1 = 2,64 \text{ м}$$

11. Визначаємо довжину ходу опромінювачів

$$L = \frac{a}{N - 0,58 \cdot h}, \quad (14)$$

де a – довжина приміщення, м

N – кількість опромінювачів в одному ряду по довжині приміщення.

$$L = \frac{48}{2 - 0,58 \cdot 1,64} = 45,7i$$

12. Визначаємо середню опроміненість телят

$$E_{CP} = \frac{1,28 \cdot I_{EO}}{K_3 \cdot h \sqrt{l^2 + 4h^2}}, \quad (15)$$

$$l = 2h \operatorname{tg} \alpha_k \quad (16)$$

$$l = 2 \cdot 1,64 \operatorname{tg} 60 = 5,09$$

$$E_{CP} = \frac{1,28 \cdot 1}{2,26 \cdot 1,64 \sqrt{5,09^2 + 4 \cdot 1,64^2}} = 0,0570 \text{ep} / \text{m}^2 = 57 \text{мер} / \text{m}^2$$

13. Зрівнюємо це значення з допустимою опроміненістю

$$K_3 \cdot z \cdot E_{CP} \leq E_{\text{доп}} \quad (17)$$

де z – коефіцієнт допустимої нерівномірної мінімальної опроміненості, $z = 1,28$

$$2,26 \cdot 1,28 \cdot 57 = 164,9 \leq E_{\text{доп.}} = 180 \text{ мер/м}^2$$

Нерівність виконується, відповідно розраховані параметри установки прийнятні.

14. Визначаємо тривалість опромінення одного теляти в кінці терміну служби джерела опромінення.

$$t = \frac{A_E}{E_{CP} + b \cdot t_{\text{PA3}}}, \quad (18)$$

де b – коефіцієнт, який враховує відмінність ефективного потоку лампи в процесі розгорання від потоку розгорівшоїся лампи (для нормального вмикання лампи $b = 0,7$, для прискореного $b = 0,35$);

$t_{\text{роз.}}$ – час повного розгорання лампи, ($t_{\text{роз ДРТ}} = 5 - 10$ хв.).

$$t = \frac{170}{57 + 0,7 \cdot 0,1} = 2,98 \text{ год.}$$

15. Визначаємо тривалість опромінення однієї тварини новими лампами

$$t = \frac{A_E}{2E_{CP} + b \cdot t_{\text{PA3}}}, \quad (19)$$

$$t = \frac{170}{2 \cdot 57 + 0,7 \cdot 0,1} = 1,49 \text{ год.}$$

16. Визначаємо час роботи опромінювальної установки за добу

$$t_{\text{ДОБУ}} = \frac{L \cdot n}{v}, \quad (20)$$

$$t_{\text{ДОБУ}} = \frac{45,7 \cdot 2}{18} = 5 \text{ год}$$

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад розрахунку режимів роботи рухомих механізованих установок УФ – опромінення тварин.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Будова електричної механізованої підвісної опромінювальної установка УО-4.

8.2 Будова установка для опромінення птиці УОК-1.

8.3. Які фактори необхідно врахувати при автоматизації рухомих установок?

8.4. Як визначити середню опроміненість телят?

8.5 Привести умову зрівняння отриманої середньої опроміненості телят з допустимою опроміненістю.

8.6 Як визначається тривалість опромінення однієї тварини новими лампами?

8.7 Як визначити час роботи опромінювальної установки за добу?

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектирование систем электрификации технологических процессов на предприятиях АПК. Системы электрического освещения. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электрическое освещение та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П. Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

4. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський . – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

5. Изаков Ф.Я. и др. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве. / Ф.Я.Изаков – М.: Колос, 1972

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ТЕПЛИЧНИХ ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В РОСЛИННИЦТВІ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунку тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Із спектра оптичного опромінювання на ріст і розвиток більшості рослин впливає випромінювання з довжиною хвилі від 300 до 1000 нм. В сільськогосподарському виробництві штучне опромінення використовують для продовження короткого світлового дня, додаткового підвищення фотосинтезної активної радіації сонячного випромінювання, створення фітоопроміненості достатньої для нормального розвитку рослин в теплицях.

Штучне опромінювання рослин також використовують для вирішення наступних технологічних задач: прискорення росту і розвитку розсади, вирощування овочів, вигонки овочевих рослин для отримання зеленої маси (салат, цибуля), прискореного росту саджанців, прискореного виведення нових сортів сільськогосподарських культур.

Для установок штучного опромінення рослин промисловість випускає стаціонарні тепличні опромінювані: ОТ-400 з лампою ДРЛФ400, ОТ-1000 з лампою ДРФ1000, ГСП26-400, ГСП1000 з лампами ДРИ 400, ДРИ1000, ОГС01 «Фотос» з лампами ДРИ 1000, 2000, 3500 та ін.

При опроміненні розсади і овочів в теплицях найбільш широке розповсюдження отримали опромінювані ОТ-400 і ОТ-400М, які відрізняються простотою конструкції і надійністю в експлуатації.

При конструюванні опромінюючих установок, в яких використовуються точкові випромінювачі та стандартні опромінювачі з симетричним розподілом потоку випромінювання в просторі, практично важко забезпечити рівномірний розподіл опромінення по опромінюючій поверхні. Разом з тим представляється

можливим конструювати установки із заданим мінімальним опроміненням при заданій ступені нерівномірності.

Розташування опромінювачів визначається характером просторового розподілу їх потоку випромінювання та основними розмірами опромінювальної площі.

Висота підвісу h опромінювачів над рослинами залежить від типу джерела випромінювання і вибирається так, щоб забезпечити заданий рівень опромінення і разом з тим не перегріти рослини (зазвичай для стаціонарних установок з точковими випромінювачами $h \gg 0,5$ м).

Розрахунок доцільно вести за мінімальною опроміненістю, причому коефіцієнт мінімального опромінення $Z = \frac{E_{\phi.\min}}{E_{\phi.\max}}$ не слід приймати менше 0,8.

На рис. 1 h і r мають однаковий масштаб. Користуючись кривою просторового розподілення потоку випромінювання (рис. крива 1) прийнятого типу опромінювача, будують криву розподілу створюваної ним опроміненості як функції відстані r при $h = \text{const}$ (крива 2, рис.1).

Ординати шуканої кривої для різних значень r обчислюють за такими виразами:

- для горизонтальної опроміненості на підставі виразів

$$E_{\phi} = I_{\alpha} \cos \varphi (l_{\alpha} \cdot m_{\alpha})^{-2} K_{\phi}, \quad (1)$$

де I_{α} - сила світла під кутом α , що визначається за кривою просторового розподілу потоку випромінювання прийнятого опромінювача, кд;

l_{α} - відстань на кресленні від світлового центру опромінювача до точки, в якій обчислюється опроміненість;

m_{α} - масштаб l_{α} ;

- для сферичної опроміненості на підставі виразів

$$E_{\phi_{сф}} = I_{\alpha} 0,25 (l_{\alpha} \cdot m_{\alpha})^{-2} K_{\phi} \quad (2)$$

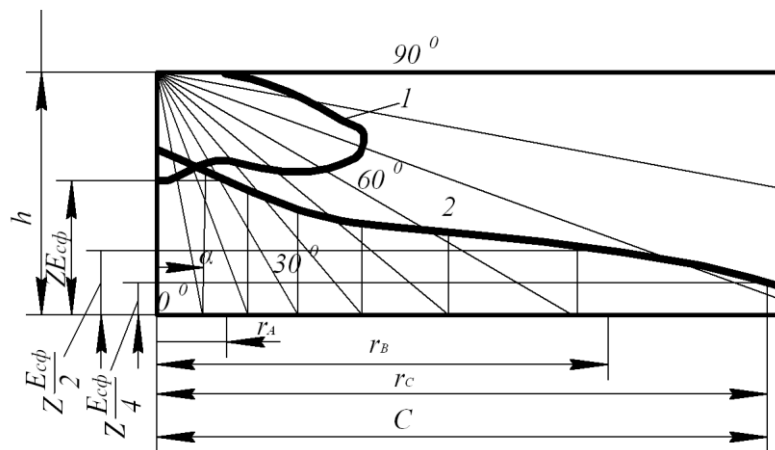


Рисунок 1 – До розрахунку опромінювальної установки з точковими випромінювачами: побудова характеристики розподілу опроміненості по стелажу

Розрахунок за сферичною опроміненістю виконують наступним чином.

Розташували на плані стелажа опромінювачі, знаходять характерні точки, в яких опромінення може виявитися мінімальним.

Припустимо, що найгіршими за умовами опромінення є точки А, В і С. Щоб забезпечити у цих точках виконання умови $E_{сф} \geq E_{сф.макс} Z$, необхідно визначити максимально допустимі відстані на плані від опромінювача П до точок А, В, С (r_A, r_B, r_C). Для цього по кривій $E_{сф} = f(r)$ (рис. 1 крива 2) знаходять r_A , при якому $E_{Acф} \geq E_{сф.макс} Z$. Вплив додаткової опроміненості в точці А від опромінювачів I і III можна врахувати при остаточному розміщенні опромінювачів на плані стелажа.

Максимальну відстань L між опромінювачами вибирають так, щоб забезпечити в характерних точках В і С виконання умови $E_{сф} \geq E_{сф.макс} Z$. Для цього

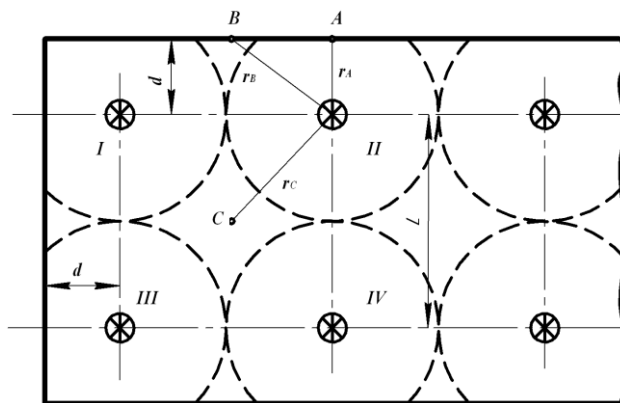


Рисунок 2 - До розрахунку опромінюючої установки з точковими випромінювачами: розміщення опромінювачів на плані стелажу і визначення найменших допустимих відстаней між ними

по кривій 2 визначають r_B при $E_{Bcf} = \frac{E_{cf,max}}{2} Z$ і r_C при $E_{Ccf} = \frac{E_{cf,max}}{4} Z$. Шукана

відстань $L = 2\sqrt{r_B^2 - d^2}$ в той же час $L = r_C \sqrt{2}$. Менше з двох отриманих значень L приймається як максимально допустима відстань між опромінювачами при розміщенні їх по вершинах квадратів. Таким чином можна провести розрахунок і при іншому розташуванні опромінювачів.

В опромінювальних установках, як пересувних, так і стаціонарних, найбільш часто застосовуються люмінесцентні лампи низького тиску, розташовані у великій кількості горизонтально над опромінювальною поверхнею на невеликій висоті (0,05...0,25 м).

Розрахунок опроміненості, створюваної подібними конструкціями в будь-якій точці опромінюючої поверхні, дуже громіздкі і не мають практичного сенсу. При проектуванні більш важливим є розрахунок середньої опроміненості у межах, наприклад, стелажу шириною 1 м і довжиною, рівній довжині люмінесцентних ламп, що використовуються в даній установці. Потік, що падає від ряду (блоку) люмінесцентних ламп на опромінювальну поверхню, не дорівнює сумарному потоку ламп через його втрати в навколишній простір і поглинання суміжними лампами.

Горизонтальну опроміненість під блоком люмінесцентних ламп (рис. 3) можна обчислити за виразом:

$$E_{\phi} = \frac{\Phi_n K_{\phi}}{Ll} (n-1) \eta_{\phi n}, \quad (3)$$

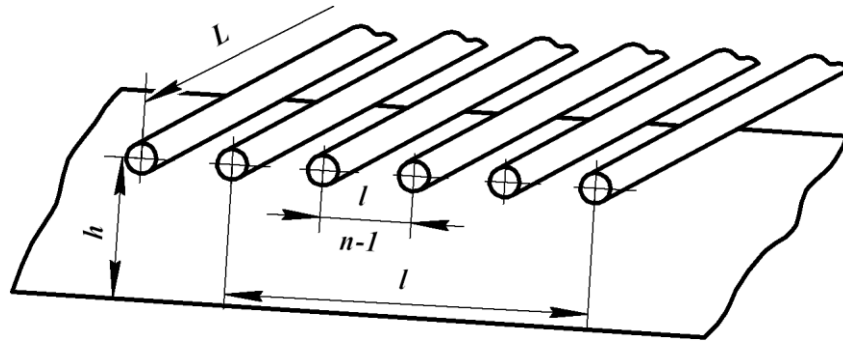


Рисунок 3 - До розрахунку опроміненості, створюваної на стелажу блоком люмінесцентних ламп

де Φ_n – світловий потік однієї лампи, прийнятої в розрахунку, лм ;

L – довжина люмінесцентної лампи, м;

l - ширина блоку ламп, рівна 1 м;

K_{ϕ} – величина , яка дорівнює $K_{\phi} = \Phi_{\phi}/\Phi$: Φ_{ϕ} – фітопотік виражений в фітах;

Φ – світловий потік в люмінах;

n - кількість ламп в блоці ($n > 1$);

$\eta_{\phi n}$ - коефіцієнт корисної дії блоку ламп, що залежить від величини втрат потоку випромінювання за рахунок поглинання його суміжними лампами і втрат в навколишній простір.

У виразі (3) дріб правої частині є для даного типу люмінесцентних ламп величиною постійної і може бути позначений через μ . Запишемо вираз (3) інакше:

$$E_{\phi} = \mu e_{\phi}, \quad (4)$$

де $\mu = \frac{\Phi_n K_{\phi}}{Ll}$ - постійна величина, що залежить від каталожних даних

джерела випромінювання і ширини опромінюючого стелажу;

$e_{\phi} = (n-1)\eta_{\text{бл}}$ - відносна опроміненість, що залежить від висоти h , числа ламп в блоці при даній його ширині і не залежить від світлотехнічних властивостей люмінесцентних ламп.

Користуючись виразом (4) і довідковим графіком $e_{\phi} = f(n)$ (рис. 4), можна визначити питома число люмінесцентних ламп у блоці шириною 1 м, що вимагається для забезпечення необхідного опромінення. Для цього, вибравши тип і потужність люмінесцентних ламп, обчислюють значення μ .

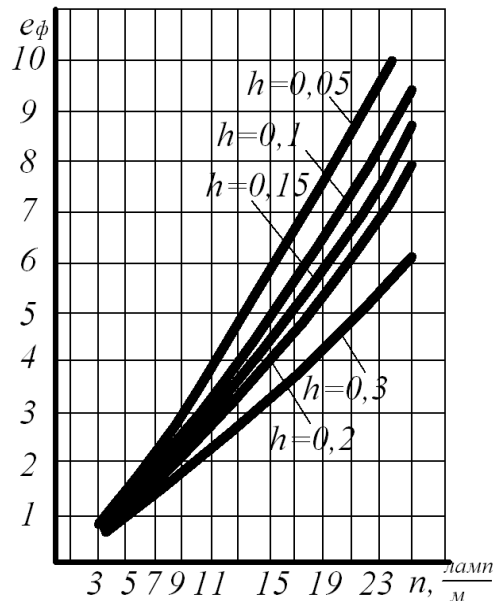


Рисунок 4 – Залежність відносної опроміненості від числа ЛЛ в блоці і висоти їх розміщення над опромінювальною поверхнею

Виходячи з вимог опромінення, підраховують:

$$e_{\phi} = \frac{E_{\phi,z}}{\mu}, \quad (5)$$

По графіку залежності відносної опроміненості від питомого числа ламп в блоці та висоті їх розташування над опромінювальною поверхнею (рис. 4) визначають шукане число люмінесцентних ламп.

Якщо розрахунок ведеться по середній сферичній опроміненості, то для великих площ опромінення при розташуванні випромінювачів в горизонтальній площині можна користуватися співвідношенням:

$$E_{\phi,сф} = (0,57...0,67)E_{\phi,z} \quad (6)$$

Алгоритм розрахунку опромінювальної установки для опромінення розсади огірків в горшках на стелажі наведений в таблиці 1

Таблиця 1 – Алгоритм розрахунку установки для опромінення розсади огірків в горшках на стелажі

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1. Визначити висоту підвісу опромінювачів	$h = \sqrt{\frac{I_{ao}}{E}}$
2. Визначити на плані відстань від опромінювача до точки з найменшою опроміненістю	$d = h \cdot \operatorname{tg}\alpha_0$
3. Визначити відстань між опромінювачами	$l = \sqrt{2}d$
4. Визначити площу опромінення, яка приходить на один опромінювач	$A_0 = l^2$
5. Визначити питому потужність лампи	$p = \frac{P_l}{A_0}$
6. Визначити кількість опромінювачів по ширині	$N_b = \frac{B}{l} + \frac{1}{3}$
7. Визначити коефіцієнт погіршення енергетичного показника	$K_e = \frac{[N_b]^2}{([N_b] - \frac{1}{3})N_b}$
8. Визначити повну потужність установки	$P = p \cdot K_e \cdot A$
9. Визначаємо кількість опромінювачів в установці	$N = \frac{P}{P_l}$

5 Вихідні дані

Розрахувати кількість опромінювальних установок з опромінювачем ОТ-400 з газорозрядною лампою ДРИ-400 для опромінення розсади огірків в горшках на стелажі розміром 4×15 м.

6. Приклад виконання роботи

1. Визначаємо висоту підвісу опромінювачів

$$h = \sqrt{\frac{I_{ao}}{E}}, \quad (7)$$

де I_{ao} – сила випромінювання, фт/ст. (табл..1 додаток А);

E – мінімальна опроміненість для розсади огірків, фТ/м^2 , $E = 6-10 \text{ фТ/м}^2$
[3], Приймаємо $E = 8 \text{ фТ/м}^2$

$$h = \sqrt{\frac{3,44}{8}} = 0,66 \text{ м},$$

2. Визначаємо на плані відстань від опромінювача до точки з найменшою опроміненістю

$$d = h \cdot \text{tg}\alpha_0 \quad (8)$$

де α_0 – основні розрахункові параметри опромінювальної установки визначаються із відомих співвідношень з врахуванням α_0 ; $\alpha_0 = 68,5^\circ$ [3]

$$d = 0,66 \cdot \text{tg} 68,5^\circ = 1,67 \text{ м}$$

3. Визначаємо відстань між опромінювачами

$$l = \sqrt{2}d \quad (9)$$

$$l = \sqrt{2} \cdot 1,67 = 3,37 \text{ м}$$

4. Визначаємо площу опромінення, яка приходить на один опромінювач

$$A_0 = l^2 \quad (10)$$

$$A_0 = 2,37^2 = 5,62 \text{ м}^2$$

5. Визначаємо питому потужність лампи

$$p = \frac{P_l}{A_0} \quad (11)$$

де P_l – потужність лампи, Вт

$$p = \frac{400}{5,62} = 71 \text{ Вт / м}^2$$

6. Визначаємо кількість опромінювачів по ширині

$$N_b = \frac{B}{l} + \frac{1}{3} \quad (12)$$

$$N_b = \frac{4}{2,37} + \frac{1}{3} = 2,02$$

7. Визначаємо коефіцієнт погіршення енергетичного показника

$$K_e = \frac{[N_b]^2}{([N_b] - \frac{1}{3})N_b} \quad (13)$$

де $[N_b]$ – число опромінювачів по ширині заокруглене до цілого значення

N_b – теж, але не закруглене до цілого значення

$$K_e = \frac{2^2}{(2 - \frac{1}{3}) \cdot 2,02} = 1,19 \quad (14)$$

8. Визначаємо повну потужність установки

$$P = p \cdot K_e \cdot A \quad (15)$$

де A – опромінювальна площа, m^2

$$P = 71 \cdot 1,19 \cdot 60 = 5,069 \text{ кВт}$$

9. Визначаємо кількість опромінювачів в установці

$$N = \frac{P}{P_l} \quad (16)$$

$$N = \frac{5069}{400} = 12,67 \text{ шт.}$$

Приймаємо 13 штук

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад розрахунку тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Що називається фіто потоком?

8.2 Що називається фіто віддачею?

8.3. Що називається фітоопроміненістю?

8.4. Назвіть перспективні джерела оптичного випромінювання, які застосовуються для опромінення рослин, та сучасні тепличні опромінювані.

8.5 Назвати позитивні якості та недоліки рослинницької лампи ДРЛФ-400.

8.6 Призначення тепличного опромінювача ОТ-400.

8.7 На які показники тепличної опромінювальної установки впливає висота підвісу опромінювача.

8.8 Які існують методи розрахунку опромінювальних установок.

8.9 Пояснити порядок розрахунку установок для опромінення з точковими джерелами випромінювання

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П. Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

5. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський . – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

6. Изаков Ф.Я. и др. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве. / Ф.Я.Изаков – М.: Колос, 1972

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО УФ І ГЧ ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку установок для комбінованого УФ і ГЧ опромінення тварин

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунку установок для комбінованого УФ і ГЧ опромінення тварин

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку установок для комбінованого УФ і ГЧ опромінення тварин.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку установок для комбінованого УФ і ГЧ опромінення тварин.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Необхідний температурний режим при вирощуванні молодняка може бути забезпечений загальним обігрівом приміщення або комбінованою системою загального і локального обігріву. Більш доцільно застосування комбінованої системи обігріву, що дозволяє створювати підвищену температуру тільки в невеликій обмеженій зоні знаходження молодняка в перший період вирощування.

Для місцевого обігріву використовують різні нагрівальні установки, підлоги, що обігріваються, килимки, панелі і т.п. Широке застосування в практиці сільського господарства отримав ІЧ-обігрів молодняка, що володіє благотворною біологічною дією на організм тварин.

При падінні променистого потоку на поверхню тіла тварини частина випромінювання відбивається, інша поглинається в шкірі або підшкірних тканинах. Ступінь проникнення ІЧ-випромінювання через шкіру залежить від її стану (вологості, густоти вовняного або пухо-пір'яного покриву, пігментації).

Органами почуттів, які отримують роздратування при поглинанні ІЧ-випромінювання, служать теплові рецептори (приймачі), розташовані в шкірі. Їх реакція на це роздратування викликає відчуття теплоти. Дія випромінювання ґрунтується як на його поглинанні водою і кров'ю, так і на поглинанні молекулами живої тканини. На рис. 1.1 показано спектр поглинання ІЧ-випромінювання шкірою і підшкірними тканинами людини, а на рис 4.1.2 спектри поглинання води, тіла чорного і білого теляти.

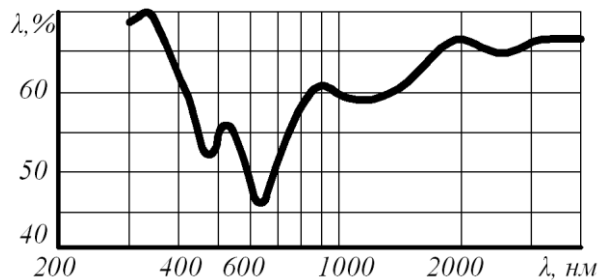


Рисунок 1.1 - Спектр поглинання ІЧ-випромінювання шкірою і підшкірними тканинами людини

Найбільше відображення (біля 30%) спостерігається у видимій, особливо червоній області (400-780 нм). В області ІЧ-А коефіцієнт відображення становить близько 20%, ІЧ-В - 10% і в області ІЧ-С - 5-6%, тобто майже вся довгохвильова частина ІЧ-випромінювання (94-95%) проникає в шкіру і підшкірну тканину.

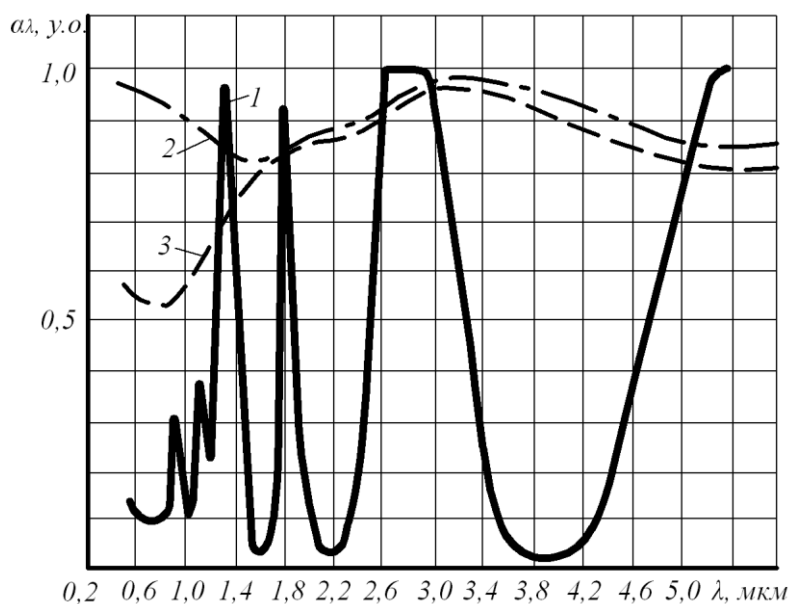


Рисунок 1.2 – Спектр поглинання: 1 – води; 2 – тіла чорного теляти; 3 – тіла білого теляти

На рисунку 1.2 зображені спектри поглинання води (1) і тіла білого (2) і чорного (3) теляти. У зоні від 1,3 до 4 мкм спектри поглинання тіл більшості тварин приблизно однакові і досить високі. В основному поглинене ІЧ-випромінювання перетворюється в тепло, підвищуючи температуру опромінюваних тіл.

На рис. 1.3 наведено дані про глибину проникнення монохроматичного випромінювання (у відсотках).

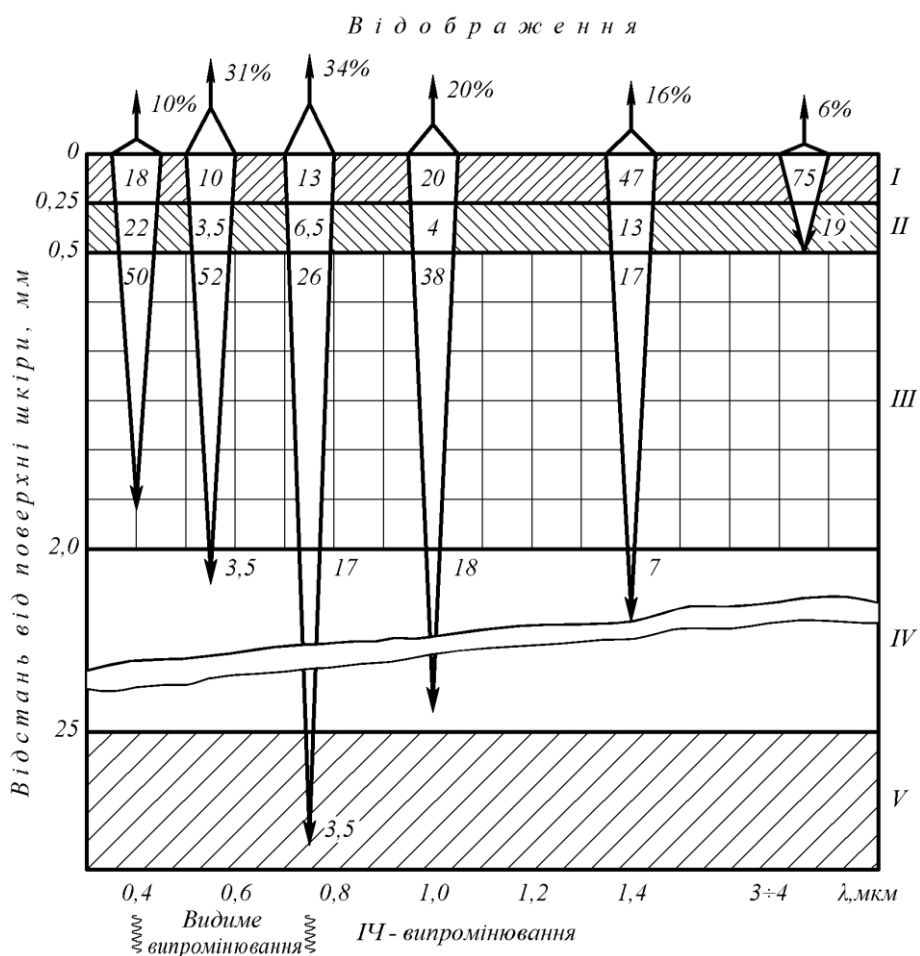


Рисунок 1.3 - Глибина проникнення видимого та інфрачервоного випромінювання в шкіру та підшкірні тканини тварини.

В установках забезпечення оптимального температурного режиму утримання молодняка тварин і птиці широко використовується інфрачервоний обігрів. Однак він найбільш ефективний у поєднанні з одночасним ультрафіолетовим опроміненням.

Спільна дія інфрачервоних і ультрафіолетових променів надає найбільш сумарний біологічний вплив на тварин і птицю, недосяжне при роздільному ультрафіолетовому опроміненні або інфрачервоному обігріві. Наприклад, при використанні одночасного інфрачервоного нагріву і ультрафіолетового

опромінення в телятниках і свинарниках на 15...20% збільшується приріст маси молодняка і на 10...15% - збереження.

Для одночасного інфрачервоного і ультрафіолетового опромінення молодняка сільськогосподарських тварин і птиці розроблені і серійно випускаються промисловою стаціонарні автоматизовані установки ИКУФ-1, ИКУФ-1М, «Луч» і «СОЖ»-1 (табл.1).

Таблиця 1 – Технічні характеристики установок ІЧ- і УФ- опромінення

Тип установки	Тип джерела	Габарити, мм	Маса, кг
ИКУФ-1	ИКЗК-220-230-250×2, ЛЭ-15×1 (ЛЭО-15)	880×210×270	7,0
ИКУФ-1М	ИКЗК-220-230-250×2, ЛЭ-15×1 (ЛЭО-15)	800×200×300	6,5
«Луч»	ИКЗК-220-230-250×2, ЛЭ-15×1 (ЛЭО-15)	520×400×250	5,9
«СОЖ»	ИКЗК-220-230-250×2, ДРТ-100, ДРТ-2-100	800×210×240	5,6

Ці установки призначені для місцевого обігрівання поросят-сосунів до 45...60 - денного віку, телят до 45...120-денного, ягнят до 60-денного, молодняка птиці (курчат, індичат, каченят, гусенят) - до 20...30 - денного віку та їх ультрафіолетового опромінення протягом усього часу утримання. Установки складаються з блоку програмного управління і 20, 40, 60 або 80 опромінювачів. Кожен опромінювач містить дві інфрачервоні лампи ИКЗК 220-250 і одну ультрафіолетову (вітальну ЛЭ15 або вітально-освітлювальну ЛЭО15).

Основними розрахунковими параметрами для установок комбінованого (інфрачервоних та ультрафіолетових) опромінювання тварин є:

- визначення необхідної ІЧ-опроміненості;
- висота підвісу – джерела над приймачем;
- визначення еритемного УФ-опромінення;
- визначення біодози тварини;
- визначення часу опромінення за добу.

Відомо, що при низьких зовнішніх температурах на компенсацію нормальної температури тіла витрачається внутрішня енергія організму, яка виражається в підвищеній витраті корму. Ці додаткові витрати біоенергії можна компенсувати направленим ІЧ-випроміненням, створивши на тілі тварини опроміненість, яка визначається по наступній формулі

$$E_{ik} = (E_0 - st) \left(1 - \frac{D}{L}\right), \quad (1.1)$$

де E_0 – оптимальна опроміненість для новонародженого, який знаходиться в сухому приміщенні без руху повітря при температурі $t = 0^\circ\text{C}$;

s – температурний градієнт опроміненості, $s = 25 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град.}$;

D – вік тварини, днів;

L – число днів повної температурної компенсації тварин, в середньому $L = 100$ днів

Дальший розрахунок опромінювальної установки ведеться відомими світлотехнічними методами. Перевага віддається точковому методу. При цьому основне рівняння світлотехніки вирішується відносно висоти опромінювача над спиною тварини. Висота підвісу визначається за наступною формулою:

$$h = \sqrt{\frac{I_{\alpha\omega}^{lk} \eta_l P_l}{1000 E_{ik} Z}}, \quad (1.2)$$

де $I_{\alpha\omega}^{lk}$ - сила світла дзеркальної лампи для світильника в напрямленні $\alpha = 0$;

η_l – лучистий ккд лампи, $\eta_l = 0,7 - 0,85$;

P_l – потужність лампи, Вт;

Z – коефіцієнт нерівномірності опромінення, $Z = 1,4 - 1,6$ для к.р.с. косинусного і глибокого світлорозподілення; $Z = 1,0$ для широкого світлорозподілення.

Сила випромінювання приведена в Вт/ср, (формула 1.2) можна спростити:

$$h = \sqrt{\frac{I_{\alpha\omega}}{E_{ik} Z}} \quad (1.3)$$

Якщо в якості джерел ІЧ- опромінення застосовують не тільки лампи типу ІКЗК, але і лампи розжарювання інших типів, то для приблизного

визначення необхідної опроміненості молодняку сільськогосподарських тварин і птиці використовують вираз:

$$E_x = A_g - \alpha_t t, \quad (1.4)$$

де A_g – постійна втрат тепла, яка залежить від виду тварин і способу її утримання, Вт/м²;

α_t – коефіцієнт тепловіддачі тілом тварини, який залежить від вологості повітря, його руху всередині приміщення, вологості підлоги, виду і віку тварин, Вт/(м²·°C);

t – температура навколишнього середовища, °C

Для розрахунку значення A_g і α_t вибирають із таблиці.

Алгоритм розрахунку установок комбінованого ІЧ і УФ опромінення телят наведений табл.2.

Таблиця 2 – Алгоритм розрахунку установок комбінованого ІЧ і УФ опромінення телят

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1. Визначають необхідну опроміненість новонароджених телят	$E_{ik} = (E_0 - st)(1 - \frac{D}{L}),$
2. Визначають відстань від однієї ІК лампи до спини тварини	$h = \sqrt{\frac{I_{\alpha\omega}}{E_{ik} Z}}$
3. Визначають висоту підвісу ІЧ лампи над підлогою	$H = \frac{h}{\cos^2 \alpha} + h_p$
4. Визначають необхідну опроміненість телят, які досягли певного віку, наприклад 45 днів	$E_{ik} = (E_0 - st)(1 - \frac{D_{45}}{L}),$
5. Визначають еритемну опроміненість телят	$E_{vit} = \frac{\Phi_{\epsilon im} \eta \cos^2 \alpha}{h^2 \pi^2}$
6. По довідковій літературі визначають біодозу для телят певного віку	
7. Визначають час опромінення телят за добу	$\tau_H = \frac{H}{E_{\epsilon im}}$

5 Вихідні дані

Розрахувати висоту підвісу опромінювача типу «Луч» і час еритемного опромінення для двох кліток з телятами віком від 10 до 45 днів. Мінімальна температура в телятнику +10°C.

6. Приклад розрахунку підвісу опроміювача типу «Луч» і часу опромінення телят віком від 10 до 45 діб

1. Визначаємо необхідну опроміненість

$$E_{ik} = (E_0 - st) \left(1 - \frac{D}{L}\right), \quad (1.5)$$

де E_0 – оптимальна опроміненість для новонароджених телят, які знаходиться в сухому приміщенні без руху повітря при температурі $t = 0^\circ\text{C}$,
Приймаємо $E_{ik} = 500 \text{ Вт/м}^2$;

s – температурний градієнт опроміненості, $s = 25 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}$;

t – мінімальна температура в телятнику, $^\circ\text{C}$

D – вік тварини, приймаємо 15 днів;

L – число днів повної температурної компенсації тварин, в середньому
 $L = 100$ днів

$$E_{ik} = (500 - 25 \cdot 10) \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 212,5 \text{ Вт/м}^2$$

2. Визначаємо відстань від однієї ІЧ лампи до спини тварини

$$h = \sqrt{\frac{I_{\alpha 0}}{E_{ik} Z}}, \quad (1.6)$$

де $I_{\alpha 0}$ - сила світла дзеркальної лампи для світильника в напрямленні $\alpha = 0$; Згідно рис. А2-1 $I_{\alpha 0} = 155 \text{ Вт/ср}$ для лампи типу ИКЗК-250

Z – коефіцієнт нерівномірності опромінення, $Z = 1,4 - 1,6$ для к.р.с. косинусного і глибокого світлорозподілення; $Z = 1,0$ для широкого світлорозподілення.

$$h = \sqrt{\frac{155}{212,5 \cdot 1,2}} = 0,61 \text{ м}$$

3. Визначаємо висоту підвісу ІЧ лампи над підлогою, приймаючи кут нахилу ІЧ лампи в установці «Луч» 45°

$$H = \frac{h}{\cos^2 \alpha} + h_p \quad (1.7)$$

де h_p – висота від підлоги до спини тварини, Приймаємо $h_p = 0,9\text{м}$

$$H = \frac{0,61}{0,7} + 0,9 = 1,77\text{м}$$

4. Визначаємо необхідну опроміненість телят, які досягли віку 45 днів

$$E_{ik} = (E_0 - st)(1 - \frac{D_{45}}{L}), \quad (1.8)$$

$$E_{ik} = (500 - 25 \cdot 10)(1 - \frac{45}{100}) = 137,5 \text{ Вт/м}^2$$

Таким чином до 45 денного віку опроміненість телят зменшилась до $137,5 \text{ Вт/м}^2$, для цього необхідно зменшити тиристорним регулятором напругу приблизно до 180 В.

5. Визначаємо еритемну опроміненість для телят

$$E_{vit} = \frac{\Phi_{vit} \eta \cos^2 \alpha}{h^2 \pi^2}, \quad (1.9)$$

де Φ_{vit} – еритемний потік лампи ЛЭ-15, $\Phi_{vit} = 300 \text{ мвіт}$

η - ккд лампи ИКЗК-250 в арматурі косинусного розподілення,
 $\eta = 0,7$

$$E_{vit} = \frac{300 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{0,61^2 \cdot 3,14^2} = 40 \text{ мвіт} / \text{м}^2,$$

6. По довідковій літературі визначаємо біодозу для телят до шести місяців. $H = 120 - 140 \text{ мвіт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$

7. Визначаємо час опромінення телят за добу

$$\tau_H = \frac{H}{E_{vit}}, \quad (1.10)$$

$$\tau_H = \frac{130}{40} = 3,25 \text{ год}$$

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад розрахунку підвісу опромінювальних установок, які застосовуються в тваринництві.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Пояснити призначення установки "Луч".

8.2 Зробити аналіз спектру випромінювання ультрафіолетової лампи типу ЛЭ15.

8.3 Чим конструктивно вітальна люмінесцентна лампа відрізняється від люмінесцентної освітлювальної лампи ?

8.4 Назвіть позитивні якості і недоліки "світлих" джерел інфрачервоного випромінювання.

8.5 Чим конструктивно відрізняється інфрачервона лампа типу ИКЗК від освітлювальної лампи розжарювання ?

8.6 Чому строк служби інфрачервоних ламп більше ніж освітлювальних ламп розжарювання?

8.7 З якою метою вкрита дзеркалом поверхня колби інфрачервоних ламп

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П. Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

5. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинский . – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

6. Изаков Ф.Я. и др. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве. / Ф.Я.Изаков – М.: Колос, 1972

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку установок для обеззараження води.

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою розрахунку установок для обеззараження води
2. Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом.

3 Методика проведення

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку установок для обеззараження води.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку установок для обеззараження води.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

4 Основні теоретичні положення

Водопостачання сільських населених пунктів і ферм часто виконують на базі відкритих водоймищ (ріки, водосховища), колодязів шахтного та артезіанського типу. За даними державних стандартів в 1 літрі води джерел питного водопостачання може утримувати до 10^3 мікробних тіл. Тому перед подачею в розподільні водопроводи вода повинна пройти очищення і бути знезаражена.

Чиста вода, в якій відсутні зважені частинки і колоїдні речовини, добре пропускає короткохвильове УФ випромінювання, що володіє сильною бактерицидною дією. Властивість випромінювань з довжиною хвилі менше 280 нм згубно діяти на бактерії покладено в основу способу знезараження води УФ випромінюванням.

УФ знезараження води має наступні перевагами перед широко поширеним знезараженням води методом хлорування: природний склад, смакові якості та хімічні властивості води не змінюються, випромінювання згубно діє на всі види бактерій, експлуатація УФ установок простіша і зручніша, ніж установок хлорування, вартість обробки води випромінюванням в 2 ... 3 рази нижча, ніж хлоруванням. Витрата електричної енергії на обробку води з підземних джерел дорівнює $10...15 \text{ Вт}\cdot\text{год}\cdot\text{м}^{-3}$, з відкритих джерел після освітлення фільтрами - $30 \text{ Вт}\cdot\text{год}\cdot\text{м}^{-3}$. У знезаражувальних установках застосовують бактерицидні лампи типу ДБ і ртутно-кварцові лампи високого тиску ДРТ 1000.

Відомі два види установок УФ знезараження води - з незануреними і зануреними джерелами випромінювання.

Установка з незануреними джерелами випромінювання представляє собою кілька лотків, над якими в параболічних відбивачах розташовані

бактерицидні лампи типу ДБ 60. Вода в лоток надходить самопливом через перфоровану перегородку, проходячи через отвори, в яких вона завихрюється і переміщується. Протікаючи по лотку, вода піддається опроміненню і знезараженню. Поперек лотка встановлена перегородка, над якою тонким шаром вода проходить зону найбільшого опромінення. Минувши один лоток, вода надходить у наступний, і процес її знезараження повторюється знову. Подібні установки мають невелику потужність, розраховані на малі витрати води та призначені для роботи без водяного напору. Приклад установки з незануреними джерелами показано на рис. 1

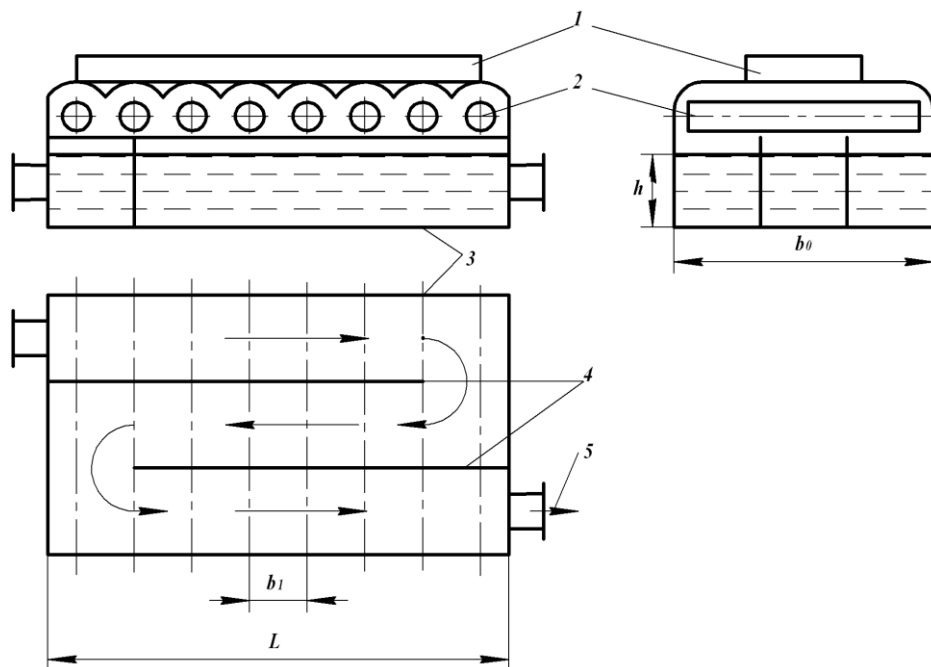


Рисунок 1 – Ескіз установки для знезараження води з незануреними джерелами бактерицидного випромінювання: 1 – пускова регулююча апаратура ламп; 2 – бактерицидні лампи; 3 – корпус установки; 4 – перегородки; 5 – напрямлення руху води

Більшого поширення набули установки з зануреними джерелами випромінювання. У них знезаражена вода безперервним потоком по спіралі обмиває циліндричні кварцові чохла, усередині яких розміщені бактерицидні лампи ДБ 60, ДРТ1000 або спеціальні ртутно-кварцові лампи РКС2,5

потужністю 2,5 кВт. Приклад установки з зануреними джерелами показано на рис. 2

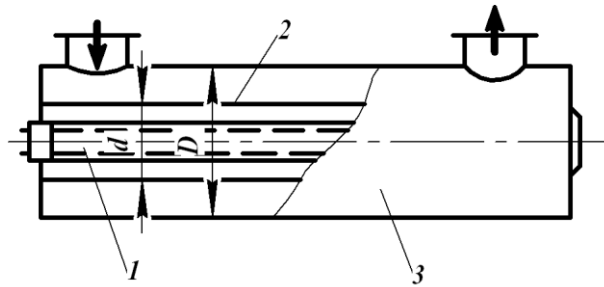


Рисунок 2 – Установка проточного зануреного бактерицидного випромінювача (секції ОП-1П): 1 – лампа типу ДБ; 2 – кварцовий чохла; 3 – корпус випромінювача.

Алгоритм розрахунку установки для обеззараження води з погрузними джерелами наведений таблиці 1.

Таблиця 1 – Алгоритм розрахунку установки для обеззараження води з погрузними джерелами

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1. Визначасмо необхідні витрати води.	$Q_{\tau} = \frac{gnK_{CVT}K_{ГОД}}{3600\tau_{CVT}}$
2. Вибирати тип лампи і привести її номінальні параметри	ДБ-30, $P_n = 30$ Вт, $\Phi_{\delta} = 6$ бк, $d_{л} = 30$ мм, $l_{л} = 895$ мм
3. Прийняти зовнішній діаметр кварцового чохла	$d = 40$ мм, довжину робочої частини $l = 700$ мм
4. Прийняти швидкість руху води	$v = 0,3$ м/с
5. Визначити живий переріз установки	$\omega = \frac{Q}{v}$
6. Визначити внутрішній діаметр установки	$D = \sqrt{\frac{4\omega + \pi d^2}{\pi}}$
7. Вибрати ближчий стандартний	
8. Визначити глибину потоку	$h = D - d$
9. Визначити коефіцієнт використання бактерицидного потоку, який впає на поверхню опроміненої води	$\alpha_{\delta} = 1 - e^{-\alpha h}$
10. Визначити необхідне число ламп	$N = \frac{Q\alpha K_3 H_B \ln \frac{B}{B_0}}{\Phi_B \alpha_B I_{OY}}$
11. Визначити потужність установки	$P_{уст.} = 1,2NP_{л}$
12. Визначити затрати енергії на дизенфекцію 1 м ³ води	$W = \frac{P_{уст.} 1000}{Q3600}$

5 Вихідні дані

Розрахувати необхідне число ламп, загальну потужність установки і затрати електроенергії на дизенфекцію 1 м³ води.

6. Приклад розрахунку установки обеззараження води для телятника на 180 ремонтних телят.

1. Визначаємо необхідні витрати води

$$Q_r = \frac{gnK_{сут}K_{год}}{3600\tau_{сут}}, \quad (1.1)$$

де g – добова норма води на одне теля старше 6 місяців, $g = 40$ л.;

n – кількість голів, шт.;

$K_{доб.}$, K_r – коефіцієнти добової і годинної нерівномірності, Приймаємо

$$K_{доб.} = 1,3; K_r = 2,5;$$

τ_d – число годин за добу.

$$Q_r = \frac{40 \cdot 180 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{3600 \cdot 24} = 0,27 \text{ л/с}$$

2. Вибрати тип лампи і привести її номінальні параметри. Для обеззараження вибираємо лампу ДБ-30 в кварцевому чохлі погрузної установки. Дані лампи: $P_{л.} = 30$ Вт; $\Phi_{б.} = 6$ бк; $d_{л.} = 30$ мм; $l_{л.} = 895$ мм.

3. Вибираємо зовнішній діаметр кварцового чохла. Приймаємо зовнішній діаметр кварцового чохла $d = 40$ мм, довжину робочої частини $l = 700$ мм.

4. Визначаємо швидкість руху води. Приймаючи швидкість руху води 0,3 м/с (турбулентна течія).

5. Визначаємо живий переріз:

$$\omega = \frac{Q}{v}, \quad (1.2)$$

$$\omega = \frac{0,27}{3} = 0,09 \text{ м}^2$$

6. Визначаємо внутрішній діаметр установки:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,09 + 3,14 \cdot 0,4^2}{3,14}} = 0,524 \text{ м},$$

7. Вибираємо ближчий стандартний – 63 мм

8. Вибираємо глибину потоку:

$$h = D - d, \quad (1.3)$$

$$h = 6,3 - 4,0 = 2,3 \text{ см}$$

9. Визначаємо коефіцієнт використання бактерицидного потоку, який впаде на поверхню опроміненої води

$$\alpha_6 = 1 - e^{-ah}, \quad (1.4)$$

де – а – поверхневе джерело, а = 0,25;

$$\alpha_6 = 1 - e^{-0,25 \cdot 2,3} = 0,437$$

Приймаємо остальні дані для розрахунку:

$K_3 = 2,2$; $H_6 = 2,4$ бк·с/см²; B_0 – вихідна щільність бактерій, $B_0 = 1000$; B – залишкова щільність бактерій після дії бактерицидного опромінення, $B = 3$ (Згідно державних стандартів в обробленій воді повинно бути бактерій не більше 3 шт/л, а в вихідному джерелі – не більше 1000 шт/л); I_{oy}^1 – зкоректований по бактерицидному випромінюванню коефіцієнт використання потоку установки. Для погрузних джерел $I_{oy}^1 = 0,9$

10. Визначаємо необхідне число ламп

$$N = \frac{Q \alpha K_3 H_B \ln \frac{B}{B_0}}{\Phi_B \alpha_B I_{oy}}, \quad (1.5)$$

$$N = \frac{524 \cdot 0,25 \cdot 2,2 \cdot 2,4 \ln \frac{3}{1000}}{6000 \cdot 0,437 \cdot 0,9} = 1,7$$

Приймаємо 2 шт. Лінійні розміри взяті в сантиметрах, ефективний потік – в мілібактах.

11. Визначаємо загальну потужність установки

$$P_{\text{уст.}} = 1,2NP_{\text{л}}, \quad (1.6)$$

де 1,2 – врахування втрат баластах лампи

$$P_{\text{уст.}} = 1,2 \cdot 2 \cdot 30 = 72 \text{ Вт}$$

12. Визначаємо затрати електроенергії на дизенфекцію 1 м³ води

$$W = \frac{P_{\text{уст.}} 1000}{Q 3600}, \quad (1.7)$$

$$W = \frac{0,072 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,27} = 0,074 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад розрахунку установок для обеззараження води, які застосовуються в тваринництві.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 Назвати основні величини і одиниці вимірювання УФ-С.

8.2 Зробити аналіз спектру випромінювання ультрафіолетової лампи типу ЛЭ15.

8.3 Чим конструктивно вітальна люмінесцентна лампа відрізняється від люмінесцентної освітлювальної лампи ?

8.4 Назвати основні величини і одиниці вимірювання УФ-В.

8.5 Назвати основні величини і одиниці вимірювання УФ-А

8.6 Проаналізувати основні відмінності в будові ультрафіолетової бактерицидної лампи ДБ-30 по відношенню до освітлювальної лампи типу ЛБ-40.

8.7 Проаналізувати переваги і недоліки установок для обеззараження води.

9 Список літератури

1. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: Агропромиздат, 1990 – 303с.

2. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

3. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення: навч.посіб. для студентів вищ.навч.закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев та ін. – Х: ТОВ «Планета - прінт», 2016. – 332 с.

4. Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в с.х. производстве. / В.П. Степанцов – Минск.: Ураджай, 1987 -216.

5. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. / В.А.Козинський . – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

6. Изаков Ф.Я. и др. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве. / Ф.Я.Изаков – М.: Колос, 1972