**Вінницький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ**

**ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З**

**ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДПРИЄМСТВ»**

Вінниця 2024

Укладачі:

Гайдамак О.Л.;

Представлені методичні вказівки відповідають програмі курсу „Електротехнологія”, та призначені для самостійного виконання практичних робіт студентами спеціальністю „Електрифікація та інформаційні системи” в вищих навчальних закладах І і ІІ рівнів акредитації.

Метою даних рекомендацій є вивчення та закріплення студентами знань з предмету, а зокрема вивчення будови, розрахунок та вибір електротеплового обладнання, що використовуються в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва

**ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ**

# ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Перед виконанням практичних робіт необхідно вивчити відповідні розділи курсу і розібратися у розв`язанні задач, наведених у запропонованих підручниках і посібниках.

При виконанні практичної роботи слід користуватися загальноприйнятими позначеннями. Текст, формули і розрахунки повинні бути написані чітко з поясненням буквених і числових величин.

Всі одиниці виміру повинні відповідати Міжнародній системі СИ.

Схеми необхідно виконувати креслярськими приладдями, а графіки – на міліметровому папері. У кінці роботи слід знати відповіді на питання по самоконтролю.

Практична робота зараховується лише в тому разі, якщо вона виконана правильно у відповідності з індивідуальним завданням.

Кожен студент виконує своє індивідуальне завдання, варіант якого співпадає з двома останніми цифрами шифру. Якщо ця цифра більша 30, то, щоб визначити номер варіанта, необхідно від неї відняти 30, або 60.

Наприклад, 98 – шифр студента, тоді номер варіанта буде 98 – 60 = 28, або якщо шифр студента – 45, тоді помер варіанта буде 15

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ

[ПРАКТИЧНИХ РОБІТ 2](#_Toc315033)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 4](#_Toc315034)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 11](#_Toc315035)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 23](#_Toc315036)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 31](#_Toc315037)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 38](#_Toc315038)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 50](#_Toc315039)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 61](#_Toc315040)

[ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8 67](#_Toc315041)

[ЛІТЕРАТУРА 103](#_Toc315042)

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

**ТЕМА:** Техніко-економічне обгрунтування застосування електронагрівальних

установок**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися обґрунтовувати застосування електронагріваль-

них установок.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У сільському виробництві використовують дуже багато теплової енергії. В структурі енергобалансу вона становить більше як 65*%*, а у тваринництві потреба в тепловій енергії становить 80...90*%* всього енергоспоживання.

На тваринницьких фермах теплову енергію використовують для підігрівання води, приготування корму, пастеризації молока, стерилізації молочного посуду, обігрівання тваринницьких приміщень, обробки продукції тваринництва, а також для зоогігієнічних потреб.

У тваринництві як джерело тепла використовували в основному невеликі вогневі установки, в яких спалювали тверде, рідке та газоподібне паливо. Основним їхнім недоліком є велика металоємкість, низький коефіцієнт корисної дії, висока собівартість теплової енергії по виробничих об’єктах. Газифікація і централізоване постачання тваринницьких ферм теплою водою потребують великих капіталовкладень.

Зазначені недоліки вогневих установок для одержання теплової енергії  основна причина широкого застосування в теплових процесах тваринництва електричної енергії. Електротеплові установки не мають тих істотних недоліків, що спостерігаються у вогневих.

Тепер близько 20*%* всієї споживаної сільським господарством електроенергії використовують для одержання тепла. З застосуванням електронагрівання для одержання теплової енергії у сільському господарстві вивільнилося значна кількість людей, зайнятих раніше на обслуговуванні малопродуктивних паливних установок.

Електрообігрівання значною мірою доповнює роду вогневих установок. Проте в ряді процесів, таких як інкубація яєць, обігрівання молодняку, місцеве обігрівання тварин і птиці та інших процесах, перехід на електронагрівання є єдиним раціональним рішенням.

Розрахунки проведені науководослідними інститутами, показують, що ефективність електричного нагрівання значною мірою залежить від величини теплового навантаження окремих споживачів. Застосування електричної енергії в тваринництві насамперед ефективне і доцільне в таких випадках: при малих величинах одиничних теплових навантажень споживачів; для процесу, де при невеликій потужності потрібна висока точність регулювання теплового режиму (інкубатори, брудери, побутові прилади, установки місцевого обігрівання); для одержання тепла а установках періодичної короткочасної роботи; в установках створення оптимального мікроклімату в тваринницьких і птахівницьких приміщеннях та на пунктах переробки і зберігання сільськогосподарської продукції; підігрівання води для санітар-

ногігієнічних потреб.

Раціональне теплопостачання сільськогосподарського виробництва має важливе економічне і соціальне значення.

Головним питанням, яке потрібно розв’язати під час проведення теплоенергетичних розрахунків, є вибір економічно вигідного енергоносія. Вибір енергоносіїв (варіантів теплопостачання) виконують шляхом техніко-економічного порівняння варіантів, які можуть забезпечити задані параметри теплопостачання. Оптимальним визнається варіант, по якому витрати мінімальні.

## ХІД РОБОТИ

Технікоекономічний порівняльний розрахунок застосування електроенергії в

теплових процесах проводиться в слідуючій послідовності

1. Розраховуємо необхідну потребу в теплоті ***Qзаг., Дж·кг***, за формулою

|  |  |
| --- | --- |
| *Qзаг*.  *п* *Qдоб*.    де, *п*  період використання енергоносія, *діб*;  *Qдоб*.  кількість тепла, яку необхідно використати за добу, *Дж*. | (1) |
| *Qдоб*.  *тдоб*.  *К* , | (2) |

де, *тдоб.*  маса (кількість) енергоносія використаного за добу, *кг, м3, кВт·год*;

*К*  кількість теплоти, що виділяється при згоранні палива (додаток А), *Дж.*

1. Розраховуємо витрати енергоносія ***т, кг, м3, кВт·год,*** для отримання необхідної кількості тепла з виразу

*Qзаг*. , (3) *т* 

*K*

1. Визначаємо затрати на використання енергоносія, ***З, грн***., за формулою

*З*  *т*  *Ц* , (4)

де, *Ц*  ціна 1 *кг* (*м3, кВт·год*.) енергоносія, *грн.*

Вибираємо оптимальний варіант, по якому витрати мінімальні.

**ПРИКЛАД**

Для опалення будинку потрібно за день спалити 15 *кг* кам’яного вугілля.

Передбачається опалення з 1700 до 600 *годин*.

Період опалення 4,5 *місяців*.

Вибрати економічно вигідний енергоносій порівнюючи його з використанням для опалення електроенергії.

### *РОЗВ’ЯЗАННЯ*

1. Розраховуємо необхідну потребу в теплоті ***Qзаг., Дж·кг***, за формулою

*Qзаг*.  *п**Qдоб*.

*Qдоб*.  *тдоб*.  *К* ,

*Qдоб*. 15 25 10  6  375 10 6 *Дж*,

*п*  4,5 30 135*діб*,

*Qзаг*. 135 375 10  6  50625 10 6

1. Розраховуємо витрати електроенергії ***т, кг, м3, кВт·год,*** для отримання необхідної кількості тепла з виразу

*Qзаг*. , *т* 

*K*

50625 10 6

*тІ*  6  2025*кг*,

25 10

50625 10 6

*тІІ*  6 14062,5*кВт год* .

3,6 10

1. Визначаємо затрати на використання енергоносія, ***З, грн***., за формулою

*З*  *т* *Ц* ,

*ЗІ*  2025 0,65 1316,25*грн*.

*ЗІІ* 14062,5 0,25  3515,6*грн*.

де, Ц  ціна 1 *кг* (*м3, кВт·год*.) енергоносія, *грн.*

Оскільки при опаленні приміщень можливе використання лічильників з обліком енергії за двома тарифами, денним і нічним тоді визначаємо затрати на електроенергію іншим способом

1700  2300 6 *годин* по 0,25 *грн*.

2300  600 6 *годин* по 0,1 *грн.*

1. Визначаємо затрати на використання енергоносія, ***З\*е.ен., грн***., за формулою

*Зеен*.  *т*  *Ц*, 2

*Зеен*. .1  14062,5 0,25 1757,8*грн*.,

2

*Зе ен*. .2  14062,5 0,1 703,13*грн*.,

2

*ЗІІ*  *Зеен*. .1  *Зеен*. .2 1757,8  703,13  2461*грн*.,

**ВИСНОВОК:** З розрахунків видно, що при використання обліку електроенергії за двома тарифами її вартість на 1054,67*грн*. зменшується, але економічно вигідно для даного варіанту використовувати у вигляді енергоносія кам’яне вугілля.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1.Які переваги має електротермічне обладнання порівняно з установками традиційного нагрівання?

1. В чому проявляється технологічний ефект при застосуванні електронагрівання ?
2. Як визначити економічно вигідний енергоносій?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* співвідношення одиниць енергії
* денний та нічний тариф на електроенергію

**Вміти:**

* розраховувати економічно вигідний енергоносій
* робити висновки з розрахунків



## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Для опалення приміщення потрібно за день спалити певну кількість енергоносія (таблиця 1).

Передбачається опалення з 1700 до 600 *годин*.

Період опалення взяти з таблиці 1.

Вибрати економічно вигідний енергоносій порівнюючи його з використанням для опалення електроенергії.

Таблиця 1 – Вихідні дані до практичної роботи 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Варіанти** | **Тип енергоносія** | **Кількість спаленого енергоносія за добу** | **Опалювальний період, *місяців*** |
| **1** | **Антрацит** | **10 *кг*** | **3,5** |
| **2** | **Буре вугілля** | **30 *кг*** | **4,0** |
| **3** | **Кам’яне вугілля** | **12 *кг*** | **5,0** |
| **4** | **Дрова (сухі)** | **34 *кг*** | **4,5** |
| **5** | **Торф** | **25 *кг*** | **6,0** |
| **6** | **Бензин** | **8 *кг*** | **5,5** |
| **7** | **Гас** | **10 *кг*** | **3,0** |
| **8** | **Дизпаливо** | **12 *кг*** | **6,5** |
| **9** | **Мазут** | **18 *кг*** | **5,0** |
| **10** | **Природній газ** | **25 *м3*** | **4,0** |
| **11** | **Антрацит** | **15 *кг*** | **6,5** |
| **12** | **Буре вугілля** | **35 *кг*** | **5,0** |
| **13** | **Кам’яне вугілля** | **18 *кг*** | **4,0** |
| **14** | **Дрова (сухі)** | **40 *кг*** | **5,5** |
| **15** | **Торф** | **32 *кг*** | **4,5** |
| **16** | **Бензин** | **16 *кг*** | **3,5** |
| **17** | **Гас** | **12 *кг*** | **6,0** |
| **18** | **Дизпаливо** | **16 *кг*** | **3,0** |
| **19** | **Мазут** | **27 *кг*** | **4,0** |
| **20** | **Природній газ** | **34 *м3*** | **5,5** |
| **21** | **Антрацит** | **25 *кг*** | **4,5** |
| **22** | **Буре вугілля** | **40 *кг*** | **6,0** |
| **23** | **Кам’яне вугілля** | **30 *кг*** | **3,5** |
| **24** | **Дрова (сухі)** | **46 *кг*** | **3,0** |
| **25** | **Торф** | **39 *кг*** | **5,0** |
| **26** | **Бензин** | **20 *кг*** | **4,0** |
| **27** | **Гас** | **18 *кг*** | **5,5** |
| **28** | **Дизпаливо** | **22 *кг*** | **4,5** |
| **29** | **Мазут** | **31 *кг*** | **3,5** |
| **30** | **Природній газ** | **40 *м3*** | **3,0** |

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

**ТЕМА:** Розрахунок електронагрівальних елементів за робочим струмом і

таблицями навантаження**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати електронагрівачі.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Нагрівальний елемент е найбільш відповідальною частиною електронагрівальної установки. Він працює в дуже складних умовах. Тому до матеріалів, з яких виготовляють нагрівальні елементи, ставляться спеціальні вимоги:

* стійкість проти окислення при високих температурах;
* здатність витримувати механічні навантаження від власної маси при високих температурах;
* низький температурний коефіцієнт розширення, що забезпечує при підвищенні температури незначне збільшення опору;
* висока температура плавлення (на 150...300 *°С* вища за робочу температуру);
* високий питомий опір, збільшення якого веде до зменшення маси нагрівального дроту і габаритів електронагрівника;
* добра оброблюваність;
* невисока вартість.

Найкраще задовольняють цим вимогам спеціальні хромонікелеві сплави (ніхроми), залізохромоалюмінієві сплави та неметалеві нагрівники (графітні, вугільні, карборундові, карбідні тощо), оскільки чисті метали мають великий температурний коефіцієнт опору і порівняно невеликий питомий електричний опір.

Ніхроми  це сплави нікелю, хрому і заліза з добавкою марганцю. Вони бувають подвійні і потрійні. Подвійні ніхроми (Х20Н80) містять близько 20*%* хрому і 80 % нікелю. Це найбільш високоякісні і дорогі сплави для нагрівальних опорів. Потрійні сплави (Х15Н60) мають близько 15*%* хрому, 60 *%* нікелю та 25*%* заліза. В низькотемпературних електротермічних установках достатньо надійно працюють дешевші подвійні ніхроми, які містять 23...27% хрому і 18...20*%* – нікелю (Х25Н20 і Х23Н18).

Серед залізохромоалюмінієвих сплавів найбільше використовують фехраль (Х13Ю4), який складається з 13*%* хрому, 83*%* заліза і 4*%* алюмінію. Вони призначені для виготовлення нагрівників з робочою температурою до 700*°С*.

В установках з невисокою температурою нагрівання використовують сплав константан (60*%* міді і 40*%* нікелю). Для виготовлення нагрівальних елементів наведені матеріали використовують у вигляді дроту або стрічки певного перерізу.

У сільськогосподарських низькотемпературних установках широко використовують нагрівальні елементи з стального оцинкованого дроту, який має невисоку ціну. Проте нагрівальні елементи із стального оцинкованого дроту мають ряд недоліків, а саме: низьку жаростійкість (допустима робоча температура не вище 300*°С*); великий температурний коефіцієнт опору; нестандартність електричних властивостей навіть у межах однієї марки дроту, що утруднює розрахунок нагрівальних елементів; легко піддаються окисленню та іржавінню, що знижує строк їх служби.

У високотемпературних установках використовують неметалеві нагрівальні елементи із карборунду, молібдену і графіту з робочою температурою відповідно до 1570, 1870 і 3270*К*.

У плівкових нагрівниках нагрівальні елементи виготовляють з вуглеграфітної струмопровідної тканини, сажонаповненої гуми, металонаповнених склоемалей, склоцементів, електропровідною основою в яких є феросиліцій, титан, алюміній та дисиліцид молібдену.

Плоскі нагрівні елементи на основі резистивних плівок мають таку будову. Корпус із листової сталі вкривають електроізоляційною емаллю і наносять методом пневматичного розпилювання пастоподібну масу резистивного матеріалу електропровідної плівки. Нанесену композиційну масу після сушіння і термообробки вкривають термостійким електроізоляційним лаком, органічною емаллю або епоксидною смолою.

Для ізоляції нагрівальних елементів використовують спеціальні матеріали, які крім електроізоляційних властивостей мають високу теплопровідність, що забезпечує мінімальний теплоперепад між нагрівальним опором і робочою поверхнею елемента.

Ці властивості ізоляційні матеріали повинні зберігати при високій робочій температурі та підвищеній вологості.

Одним з таких ізоляційних матеріалів є периклаз — плавлений окисел магнію. Його питомий об'ємний опір при температурі 600*°С* становить не менш як

5·107 *Ом·см*, а діелектрична проникність при цій температурі не менш як 1,2 *кВ·мм-1*. Ні в холодному, ні в нагрітому стані він не сполучається з водою, металами та повітрям.

Для ізоляції нагрівальних елементів використовують також азбест, слюду, фарфор, кварцовий пісок та фасонну кераміку, яка одночасно може бути й каскадом для нагрівального опору.

**ХІД РОБОТИ**

**Розрахунок нагрівальних елементів за робочим струмом і таблицями**

### навантаження

Цей метод широко застосовується на практиці. Для, розрахунку нагрівальних елементів використовують експериментальні табличні або графічні залежності між струмовим навантаженням, температурою і перерізом дроту нагрівального елемента, які наводяться в довідковій літературі для проводів, розміщених горизонтально в спокійному повітрі при температурі 2*°С*. При переході до реальних умов роботи нагрівального елемента вводять поправочні коефіцієнти монтажу ***КМ*** та середовища

***КС***.

**Значення поправочного коефіцієнта *КМ* залежно від конструктивного**

### виконання нагрівника

Дріт при горизонтальному розміщенні у спокійному повітрі 1

Спіраль з дроту без теплової ізоляції у спокійному повітрі 0,8...0,85

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Спіраль з дроту на вогнетривкому каркасі у спокійному повітрі |  | 0,7 |
| Дріт на вогнетривкому каркасі у спокійному повітрі  Нагрівальні опори між двома шарами теплової ізоляції (закриті |  | 0,6...0,7 |
| електроплитки, деякі трубчасті електронагрівники) |  | 0,5 |

Нагрівальні опори з доброю тепловою ізоляцією (тручасті електрона- грівники, електронагрівальні елементи у ґрунті та підлозі) 0,3...0,4

**Значення поправочного коефіцієнта *КС* для деяких умов навколишнього**

### середовища

Спіраль з дроту у потоці повітря 1,1...1,5

Нагрівальний елемент у воді 2,5

Нагрівальний елемент у потоці рідини 3...3,5

*Коефіцієнт монтажу* враховує погіршення тепловіддачі від дроту, що веде до підвищення його температури порівняно з табличними даними.

*Коефіцієнт середовища* враховує поліпшення тепловіддачі завдяки впливу зовнішнього середовища, що викликає зниження температури дроту.

1. Визначити потужність електронагрівальної установки ***Ру, кВт****,* за формулами при нагріванні матеріалів в установках періодичної дії

*К тс*( )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Ру*  *З* 2 1 ,  3600*Т*    при нагріванні матеріалу в установках безперервної дії |  | (5) |
| *К Gс*( )  *Ру*  *З* 2 1 ,  3600 |  | (6) |

де, *Кз* – коефіцієнт запасу, що враховує старіння нагрівальних елементів і можливе зниження електричної напруги (приймають 1,1...1,3);

*т –* маса матеріалу, що нагрівається, *кг*; *G* – продуктивність установки, *кг·год-1*;

*с –* середня за період нагрівання питома теплоємність матеріалу, що нагрівається, *кДж·кг-1·град-1*;

*θ1, θ2 –* початкова і кінцева температура матеріалу, що нагрівається, *град*; *η* – коефіцієнт корисної дії (ККД) електронагрівальної установки, який включає в себе електричний ККД *(ηе)* і тепловий ККД *(ηТ),* в установках індукційного нагрівання *ηе* = 0,5...0,7, що пояснюється втратами електричної енергії в джерелах живлення, трансформаторі, індукторі, які входять до складу установки, в установках діелектричного нагрівання, *ηе* =0,4...0.5, наближено можна прийняти *ηТ =* 0 95...0,98 для теплоізольованих установок безперервної дії і 0,7...0,95 для установок періодичної дії.

Потім задавшись даними про напругу, схемою з'єднання і кількістю паралельних секцій в кожній фазі потрібно розрахувати робочий струм нагрівального при-

строю.

|  |
| --- |
| **УВАГА**  **!**      **При потужності нагрівальної установки понад 1 *кВт* нагрівальні пристрої бажано підключати до трифазної мережі.** |

2. Робочий струм нагрівального пристрою ***І, А,*** визначають за формулами для однофазних установок

*Р*103

*І*  , (7)

*Uп*

для трифазних установок

*Р* 103

*І* , (8)

3*Uп*

де, *Р* — потужність установки в *кВт*; *U* — напруга мережі, *В*; *п —* кількість паралельних секцій в одній фазі.

1. Визначаємо розрахункову температуру дроту ***tр*, *°С***, за формулою

*tр*  *tдК КМ С* (9)

За робочим струмом та розрахунковою температурою з додатку Б вибирають діаметр і площу поперечного перерізу дроту (при виборі між двома значеннями перевагу надаємо більшому).

|  |
| --- |
| **УВАГА**  **!**      **Розрахункова температура не повинна перевищувати допустиму робочу температуру провідника.** |

1. Розраховуємо довжину дроту однієї секції ***l, мм,*** з виразу

*U Sф*2

*l*  3  *p* , (10)

10 *Pc* 20 1 (*t*  20)

де, *Uф –* фазна напруга,*В***;**

*Рc –* потужність однієї секції, *Вт*; *S –* площа поперечного перерізу, *мм2* ;

*ρ20* — питомий опір при температурі 20*°С* приймаємо з додатка Б***,*** *Ом-м*; *α* – температурний коефіцієнт опору, *°С-1*;

1. Діаметр спіралі ***D, мм***, визначають з умови

*D*  (6...10)*d* (11)

1. Крок спіралі ***h, мм*,** розраховуємо за умовою

*h*  (2...4)*d* (12)

1. Обчислюємо кількість витків спіралі ***ω, шт.,***за формулою

*l*

 (13) *h*2  *D*2

1. Визначаймо довжину спіралі ***L, м*,** з виразу

*h*

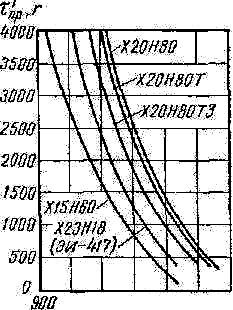
*L*  (14) 1000

1. Строк служби нагрівника ***Т, год****.,* обраховуємо за формулою

*Т*  *d* /*пр* *k* (15)

де, *τ′пр* – строк служби нагрівника діаметром *d* = 1*мм* (рисунок 1) при *tр, год.*; *k* – коефіцієнт, який враховує форму поперечного перерізу нагрівника (для круглого дроту *k* = 1, для стрічки *k* = 1,75).

## 1100 1200



**1000**

Рисунок 1 – Графік залежності строку служби дротового нагрівника від його ро-

зрахункової температури

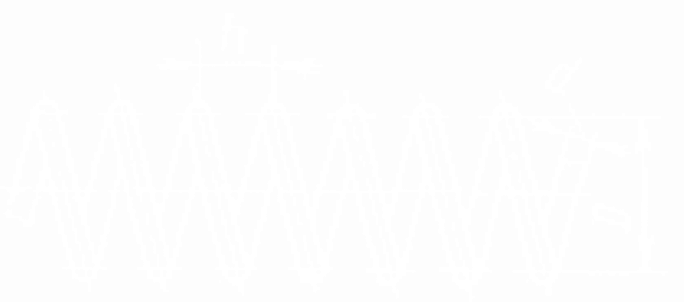
|  |
| --- |
| **УВАГА**  **!**      **При розрахунковій температурі нижчій за 1000*°С*, строк служби нагрівника розраховувати недоцільно.** |

***ПРИКЛАД***

Розрахувати відкритий нагрівник у вигляді спіралі з сплаву Х15Н60, який розміщений у спокійному повітрі. Напруга живлення 380/220 *В*. Температурний коефі-

цієнт опору, *α* = 16,5·10-6 *°С-1*; питомий опір при температурі 20*°С*, *ρ20* = 1,1·10-6 *Ом*; потужність нагрівника, *Р* = 1*кВт*; допустима температура дроту, *tд* = 850*°С*. Зобразити схематично нагрівник та схему під’єднання.

### РОЗВ'ЯЗАННЯ



***U***

**= 220**

***В***

***R***

***м***

Рисунок 2 – Відкритий спіральний електронагрівник та сема його під’єднання

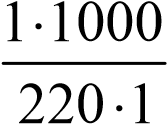
Оскільки потужність електронагрівника не перевищує 1 *кВт* приймаємо одну секцію з напругою живлення 220 *В*.

1. Визначаємо розрахунковий струм нагрівника ***І, А*,** за формулою

*Р*103

*І*  ,

*Uп*

*І*    4,55*А*

1. Оскільки нагрівник у вигляді спіралі розміщеної у спокійному повітрі поправочний коефіцієнт *КС* для умов навколишнього середовища відсутній. Визначаємо розрахункову температуру дроту ***tр, ºС***, з виразу

*tр*  *tд МК* ,

*t p* 850 0,9  765*C*

1. За робочим струмом та розрахунковою температурою з додатка Б вибираємо діаметр і площу поперечного перерізу дроту ***d*** = 0,45 *мм*; ***S*** = 0,159 *мм2*. 4. Визначаємо довжину дроту ***l, мм,*** однієї секції з формули

*U Sф*2

*l*  3  *p* ,

10 *Pc*20 1(*t*  20)

де, *Uф –* фазна напруга,*В***;**

*Рc –* потужність однієї секції, *Вт*; *S –* площа поперечного перерізу, *мм2* ; *ρ20* — питомий опір при температурі 20*°С, Ом-м;* *α* – температурний коефіцієнт опору, °С-1;

2202 0,159

*l*  3 6 6  6911*мм*

10 1000 1,1 10  116,5 10 (765  20)

1. Визначаємо діаметр спіралі ***D, мм***, з виразу

*D* 10*d* 10 0,45  4,5*мм*

1. Визначаємо крок спіралі ***h, мм***, за умовою

*h*  2,2*d*  2,2 0, 45 1*мм*

1. Визначаємо кількість витків спіралі ***ω, виткі****в*, за формулою

*l*

 ,

*h*2  *D*2

6911

 488*витків*

12  (3,14 4, 5)2

1. Визначаємо довжину спіралі ***L, м,*** за виразом

*h* 1 488

*L*    0,488*м*

1000 1000

Оскільки температура нагрівника нижча за 1000 *°С*, строк служби розраховувати недоцільно.

**ВИСНОВОК:** Для виготовлення відкритого нагрівник у вигляді спіралі з сплаву Х15Н60, необхідно використати 6,91 *м* дроту з якого вийде спіраль за даними розрахунків довжиною 48,8 *см*.

### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1.Фізичні основи нагрівання опором.

1. В чому полягає електричний розрахунок електронагрівних установок ?
2. Назвіть принципи нагрівання опором.
3. Вимоги, що ставляться до матеріалів нагрівних елементів.
4. Назвіть матеріали, що застосовуються для виготовлення нагрівних елементів.
5. Як розрахувати електричний нагрівник опору за робочим струмом ?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* матеріали з яких виготовляються електронагрівники
* схеми підключення електронагрівників

**Вміти:**

* розраховувати параметри електронагрівників
* робити висновки з розрахунків

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Розрахувати відкритий нагрівник у вигляді спіралі для нагрівання повітря при примусовій вентиляції. Напруга живлення 380/220 *В*. Вихідні дані взяти з таблиці 2.

Зобразити схематично нагрівник та схему з’єднання секцій.

Таблиця 2 – Вихідні дані до практичної роботи 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіанти | Потужність нагрівника, *кВт* | Матеріали для нагрівного елементу | Допустима робоча  температура, *°С* |
| **1** | **1,0** | **Х20Н80** | **1100** |
| **2** | **6,0** | **1Х18Н9Т** | **850** |
| **3** | **4,2** | **Х15Н60** | **1025** |
| **4** | **4,5** | **сталь маловуглецева** | **300** |
| **5** | **3,0** | **константан** | **350** |
| **6** | **5,4** | **1Х18Н9Т** | **840** |
| **7** | **4,5** | **Х15Н60** | **1010** |
| **8** | **1,5** | **Х20Н80** | **1120** |
| **9** | **1,0** | **константан** | **400** |
| **10** | **1,5** | **сталь маловуглецева** | **280** |
| **11** | **2,1** | **Х13А4** | **850** |
| **12** | **3,0** | **Х15Н60** | **790** |
| **13** | **2,4** | **1Х18Н9Т** | **820** |
| **14** | **3,0** | **сталь маловуглецева** | **250** |
| **15** | **4,5** | **Х20Н80** | **1150** |
| **16** | **1,8** | **константан** | **370** |
| **17** | **1,5** | **Х15Н60** | **1000** |
| **18** | **5,4** | **Х13А4** | **900** |
| **19** | **3,3** | **1Х18Н9Т** | **810** |
| **20** | **4,8** | **Х13А4** | **880** |
| **21** | **2,7** | **Х15Н60** | **1050** |
| **22** | **3,6** | **сталь маловуглецева** | **300** |
| **23** | **4,2** | **Х20Н80** | **1080** |
| **24** | **2,1** | **константан** | **450** |
| **25** | **3,6** | **1Х18Н9Т** | **825** |
| **26** | **2,7** | **Х13А4** | **810** |
| **27** | **2,1** | **Х15Н60** | **1030** |
| **28** | **4,2** | **константан** | **410** |
| **29** | **2,1** | **сталь маловуглецева** | **265** |
| **30** | **4,5** | **Х20Н80** | **1050** |

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

**ТЕМА:** Розрахунок параметрів і вибір елементних електричних

водонагрівників**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати та вибирати електричні

водонагрівники.

#### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Електричні водонагрівники відзначаються простотою будови і обслуговування, легкістю автоматизації, постійною готовністю до роботи. Їх встановлюють безпосередньо біля споживачів гарячої води, завдяки чому відпадає необхідність у трубопроводах гарячого водопостачання. Виготовляються електричні водонагрівники двох типів: ***елементні та електродні****.*

|  |
| --- |
| **ЗАПАМ’ЯТАТАЙТЕ**  **В елементних теплота виділяється у трубчастих нагрівних елементах (ТЕНах), а в електродних**  **у шарі води між електродами, через який проходить електричний струм.** |

Електричні водонагрівники можуть бути проточними (швидкодіючими) і термосного типу (акумуляційними). Проточні  невеликі за габаритами, із значною установленою потужністю, що забезпечує одержання гарячої води відразу ж після їх вмикання в електромережу. Водонагрівники термосного типу мають великий бак з теплоізоляцією. Тому вони можуть вмикатись і акумулювати гарячу воду в години провалу добового графіка навантаження трансформаторної підстанції, що підвищує економічні показники електронагрівання води.

Основні характеристики ***елементних водонагрівників термосного типу*** наведені в додатку В. До цього типу водонагрівників входять водонагрівники типу:

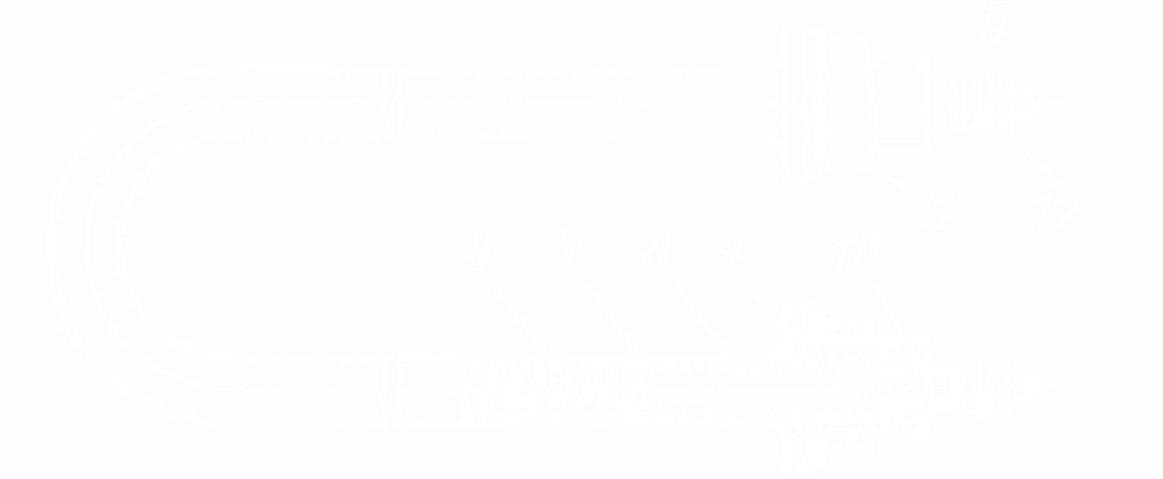
УАП, САОС.

Водонагрівники типу: САЗС, ЭПВ, ВЭП, ЭВ-Ф є проточними. Вони призначені для підігрівання води у системах автонапування тварин.

### *Трубчасті електронагрівники (ТЕНи)*

Низько – і середньо температурні установки побічного нагріву обладнують

ТЕНами заводського виготовлення, які відрізняються високою надійністю електробезпекою. Вони являють собою, (рисунок 3), металеву трубку 2, всередині якої у наповнювачі 3 (периклаз) розміщена ніхромова спіраль 1. Кінці спіралі приварені до вивідних контактних стержнів 4. Після засипання наповнювача трубка опресовується. Під великим тиском наповнювач перетворюється у твердий монолітний матеріал, що фіксує спіраль та ізолює її від трубки.



**5**

**6 7**

**1**

**2 3 4**

Рисунок 3 – Схематичне зображення трубчатого нагрівника (ТЕН):

1 – ніхромова спіраль; 2 – металева трубка; 3  наповнювачі (периклаз); 4  вивідний контактний стержень; 5 – ущільнююча втулка; 6 –

гайка кріплення; 7 – виводи.

У трубчастих нагрівниках застосовують суцільнотягнуті трубки зовнішнім діаметром 9—16 *мм* і довжиною до 6 *м*. Матеріал трубки вибирається залежно від робочої температури і умов роботи. Для нагрівання повітря використовують трубки з вуглецевої сталі Ст10 (допустима температура 450*°С*) і нержавіючої сталі 12Х18Н10Т (допустима температура 700 *°С*), а для нагрівання води  з міді, латуні

та нержавіючої сталі.

Внаслідок герметизації спіраль не окислюється і тому строк служби ТЕН досягає 10000 годин і більше, вони не бояться ударів і вібрації.

Основним параметром, який характеризує ТЕН, є питома потужність (потужність на одиницю поверхні трубки, *Вт/см2* ) яка залежить від умов роботи і матеріалу трубки (додаток В). При експлуатації ТЕНа в рідині рівень її повинен бути вищим межі активної частини нагрівника.

|  |
| --- |
| **ЗВЕРНУТИ УВАГУ**  **!**      **Переробляти ТЕН (розгинати і згинати з новим радіусом, приварювати арматуру для кріплення) забороняється, тому що при цьому пошкоджується вузол герметизації**. |

Опір ізоляції спіралі від зовнішньої трубки ТЕНа в холодному стані повинен бути 1 *МОм*. Якщо ж він менший, але не менше 0,1 *МОм*, то ТЕН необхідно підсушити при температурі 100—120*°С* протягом 4—6 *год*, Дозволяється сушити ТЕНи вмиканням їх на знижену напругу або послідовно по декілька штук на робочу напругу при умові забезпечення відповідної температури.

Умовні позначення ТЕН розшифровуються так:

### ТЕН Х Х X/ Х Х Х Х

**1 2 3 4 5 6 7 8**

1. – серія;
2. – розвернута довжина, *см*;
3. – позначення довжини контактних стержнів:

позначення контактних стержнів А Б В Г Д Е Ж З номінальна довжина стержня, *мм* 40 65 100 125 160 250 400 630

1. – зовнішній діаметр трубки, *мм*;
2. – номінальна потужність, *кВт*;
3. – позначення матеріалу нагрівання (додаток В);
4. – номінальна напруга, *В*;
5. — додаткові індекси, які характеризують конструктивні особливості ТЕН.

Умовні позначення нагрівників серії НВ, НВЖ, НВС, НВСЖ, НММ, НММЖ розшифровується слідуючим чином:

Н — нагрівник; В —води; ВС — повітря; ММ – масла; Ж – з жаростійкою оболонкою.

Потім записується розгорнута довжина, *м*, і номінальна потужність, *кВт*.

### ХІД РОБОТИ

1. Необхідну потужність електронагрівальної установки періодичної дії ***Ру, кВт***, визначаємо за формулою 5

З каталогу вибираємо трубчастий нагрівальний елемент, який відповідає заданим умовам роботи, а з додатка В визначаємо допустиме питоме навантаження на поверхню трубки даного типу нагрівника у відповідності з характером нагрівання і середовищем, яке нагрівається.

1. Визначаємо потрібну активну поверхню нагрівників ***S, см2*** і активну поверхню вибраного трубчастого нагрівального елемента ***Sа, см2,*** за формулами

*P* 103

*S*  ; (16)

*Pп*

*Sа* *dla* , (17)

де, *S* – необхідна активна поверхня нагрівників, *см2*;

*Sа* – активна поверхня вибраного ТЕНа, *см2*;

*Р* – потужність нагрівальної установки, *кВт*; *Рп* – питома поверхнева потужність *Вт/см2*; *d* – діаметр трубки, *см*; *lа* – активна довжина одного ТЕНа, *см*.

1. Потрібну кількість нагрівників *п, шт*., визначають за формулою

*S*

*п*  . (18)

*Sа*

Робимо висновки.

**ПРИКЛАД:**

Виконати перевірочний розрахунок електроводонагрівника періодичної дії УАП-800/0,9-М1. Потужність одного ТЕНа Ре = 2 *кВт*. Маса води, яку потрібно нагріти  800 *кг*. Перепад температури води, яку нагрівають ∆θ =70 *°С*, тривалість на грівання Т = 5 *год*. Визначити загальну потужність та кількість ТЕНів.

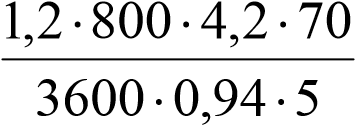
#### *РОЗВ’ЯЗАННЯ*

1. Загальна потужність нагрівника періодичної дії ***Ру, кВт***, визначаємо за формулою

*К тсз*  ,

*Ру* 

3600*сер*. *Т*

*Ру*   16,7*кВт*

1. З додатка В вибираємо ТЕН-100В13/2Р220 з даними:

активна довжина *lа* =800 *мм* = 80 *см*; діаметр трубки *d* = 13*мм* = 1,3 *см*; питома поверхнева потужність *Рп* = 6,12 *Вт/см2*.

1. Визначаємо площу активної поверхні ТЕНа ***Sа*, *см2*,** за формулою

*Sа* *d l* *a*,

*Sа*  3,14 1,3 80   326,56*см*2

1. Допустима площа поверхні нагрівників ***S*, *см2***, визначається з виразу

*Pу* 103

*S*  ,

*Pп*

16,7 10 3 2 *S*   2728,8*см*

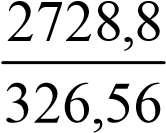
6,12

1. Визначаємо кількість ТЕНів ***п, шт*.,** за умовою допустимого нагрівання з формули

*S*

*п*  ,

*Sа*

*п*    8,4*шт*.

Приймаємо *п* = 8 *шт*.

**ВИСНОВОК:** Загальна потужність електроводонагрівника 16,7 *кВт*, а кількість ТЕНів – **8** *шт*. Але для кращого регулювання теплової продуктивності або робочої температури при трифазному живленні необхідно прийняти **9 *шт*.** ТЕНів.

#### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1.Які виготовляються електричні водонагрівники?

1. Що таке ТЕН?
2. Якими основними параметрами характеризується ТЕН?
3. Вимоги, що ставляться до матеріалів нагрівних елементів.
4. Розшифрувати марку  ТЕН-44А13/0,8Р220.
5. Як розрахувати елементний електроводонагрівник?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* + типи електроводонагрівників
  + будову електроводонагрівників
  + будову та маркування ТЕНів

**Вміти:**

* + розраховувати параметри електроводонагрівників
  + робити висновки з розрахунків

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Виконати розрахунок елементного електроводонагрівника за даними таблиці 3. Визначити загальну потужність та кількість ТЕНів. За даними розрахунків вибрати тип водонагрівника з додатка В.

Таблиця 3 – Вихідні дані для практичної роботи 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **варіанта** | **Потужність одного**  **ТЕНа, *кВт*** | **Маса води,**  ***кг*** | **Початкова температура**  **нагрівання,**  ***°С*** | **Кінцева температура**  **нагрівання,**  **°С** | **Тривалість нагрівання, *год*** |
| **1** | **1,0** | **400** | **5** | **90** | **2,0** |
| **2** | **4,0** | **1000** | **8** | **85** | **2,9** |
| **3** | **2,0** | **800** | **10** | **80** | **5,0** |
| **4** | **0,8** | **400** | **8** | **90** | **3,0** |
| **5** | **3,5** | **800** | **8** | **85** | **2,5** |
| **6** | **2,0** | **750** | **5** | **85** | **2,9** |
| **7** | **4,0** | **1400** | **9** | **80** | **3,0** |
| **8** | **3,5** | **1000** | **6** | **70** | **5,0** |
| **9** | **1,0** | **600** | **6** | **70** | **3,0** |
| **10** | **2,0** | **1000** | **9** | **75** | **2,0** |
| **11** | **4,0** | **800** | **10** | **80** | **6,0** |
| **12** | **0,8** | **600** | **9** | **70** | **2,0** |
| **13** | **4,0** | **1100** | **7** | **80** | **2,5** |
| **14** | **3,5** | **600** | **11** | **90** | **3,0** |
| **15** | **4,0** | **1500** | **10** | **75** | **2,0** |
| **16** | **2,0** | **700** | **5** | **80** | **3,5** |
| **17** | **3,5** | **1600** | **9** | **80** | **4,0** |
| **18** | **1,0** | **750** | **8** | **80** | **2,9** |
| **19** | **2,0** | **850** | **5** | **70** | **3,3** |
| **20** | **3,5** | **1100** | **7** | **75** | **4,5** |
| **21** | **4,0** | **910** | **6** | **90** | **5,0** |
| **22** | **2,0** | **900** | **11** | **90** | **2,5** |
| **23** | **4,0** | **1600** | **5** | **80** | **4,5** |
| **24** | **2,0** | **650** | **10** | **75** | **4,5** |
| **25** | **3,5** | **900** | **7** | **85** | **2,9** |
| **26** | **4,0** | **1050** | **6** | **75** | **4,0** |
| **27** | **1,0** | **500** | **12** | **75** | **2,5** |
| **28** | **4,0** | **1200** | **7** | **70** | **3,5** |
| **29** | **2,0** | **550** | **11** | **90** | **4,0** |
| **30** | **3,5** | **1400** | **5** | **70** | **2,0** |

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

**ТЕМА:** Розрахунок і вибір електрокалориферної установки**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати та вибирати електрокалориферні

установки

##### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Електрокалориферна установка складається з вентилятора, електрокалорифера та шафи керування. Залежно від конструктивних особливостей вентиляційної системи і довжини повітропроводів у таких установках використовують вентилятори осьового або відцентрового типу.

|  |
| --- |
| **УВАГА**  **!**      **Електрокалорифер**  **це блок нагрівних елементів у металевому корпусі, температура яких не повинна перевищувати 180 *°С*, при вищій температурі повітря забруднюється шкідливим чадним газом.** |

В електрокалориферних установках використовують трубчасті нагрівні елементи та спіралі з ніхромового або фехралевого дроту.

В електрокалориферах вентиляційно-опалювальних систем широко застосовуються прямі ТЭНи з намотаною на ребро алюмінієвою стрічкою, що збільшує поверхню тепловіддачі та зменшує габарити і металомісткість установки.

Відкриті спіральні нагрівники встановлені на ізоляційних керамічних деталях, що утруднює їх транспортування і зберігання через низьку механічну міцність.

Для рівномірності обтікання повітрям нагрівних елементів електрокалорифер установлюють з боку всмоктування вентилятора. При непрацюючому вентиляторі зменшується тепловіддача, що призводить до перегрівання і перегорання нагрівних елементів. Тому в електричній схемі керування обов'язково повинне бути блокування, яка виключає можливість вмикання калорифера при непрацюючому вентиляторі. Вона здійснюється за допомогою замикаючих контактів апарата керування електродвигуном вентилятора або реле потоку повітря.

***Уніфіковані електрокалориферні агрегати серії СФОЦ*** (рисунок 4)використовують у вентиляційно-опалювальних системах сільськогосподарських приміщень (додаток Г).

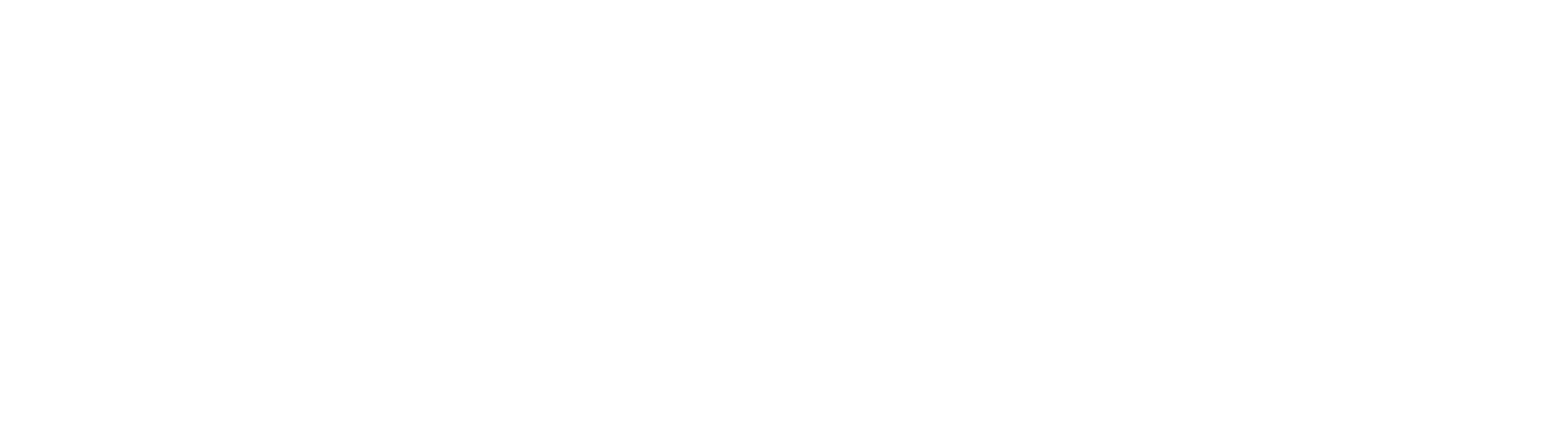
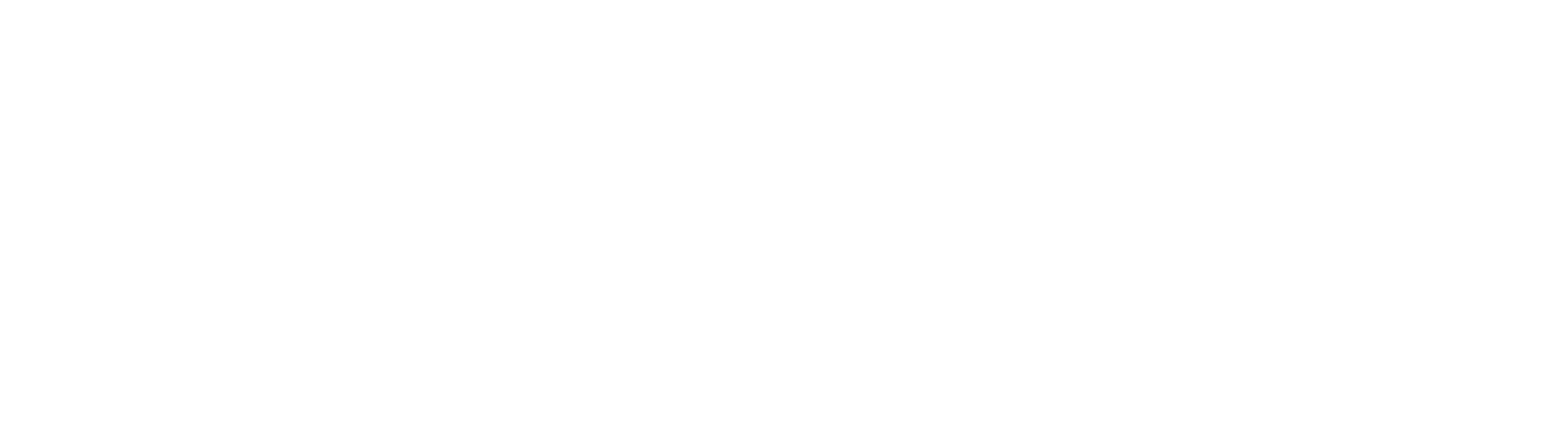


Рисунок 4 – Електрокалориферний агрегат серії СФОЦ:

1 – електрокалорифер; 2 – дифузор (перехідний патрубок); 3 – м’яка вставка; 4 – заслінка шибер; 5 – центр обіжний вентилятор; 6 – оребрені трубчасті електронагрівачів (ТЕНи)

|  |
| --- |
| **ЗАПАМ’ЯТАТАЙТЕ**  **Агрегати СФОЦ-16/0,5-И1, СФОЦ-25/0,5-И1 призначені для обігрівання приміщень, у яких довжина повітропроводів не перевищує 20 *м*, а СФОЦ-40/0,5-И1, СФОЦ-60/0,5-И1, СФОЦ-100/0,5-И1 – з довжиною повітропроводів не більше 40 *м***. |

Умовне позначення електрокалорифера типу СФОЦ розшифровується так:

**С Ф О Ц - Х / 0,5 - И1 ХХХХ**

**1 2 3 4 5 6 7 8**

1. – нагрів опором;
2. – електрокалорифер;
3. – робоче середовище – окислювальна атмосфера;
4. – центробіжний вентилятор;
5. – закруглена встановлена потужність, *кВт*;
6. – температура нагріву повітря, *0С**10-2*;
7. – номер виконання;
8. – кліматичне виконання і категорія розміщення.

Спеціальне вологохімічностійке покриття агрегатів СФОЦ і комплектування їх електродвигунами сільськогосподарського виконання дозволяє розміщувати їх як в спеціальній прибудові, так і безпосередньо в тваринницьких приміщеннях з хімічно агресивним середовищем.

***Ящики керування електрокалориферами Я9306*** (ТУ 16.656.066-85) застосовують для дистанційного керування і захисту електрокалориферів виконання И1, які використовуються для підігріву і подачі припливного повітря в системах вентиляції сільськогосподарських виробничих приміщень.

Ящики керування забезпечують ручне і автоматичне керування з використанням терморегуляторів ТЭ3П3 і ТЭ4П3. Регулювання теплопродуктивності здійснюється переключенням кількості секцій електронагрівників. Номінальний струм ящиків керування (на секцію) 13, 25, 43 і 57 *А*. Маса не більше 60 *кг*.

***Електрокалорифери СФОЦ—Х/0,5ИЗ*** (ТУ 16.531.687-80) призначені для подачі і підігріву повітря в системах мікроклімату тваринницьких приміщень (додаток Г). Залежно від температурновологісного режиму повітря в приміщенні автоматично змінюється теплопродуктивність електрокалориферів. Електрокалорифери мають тиристорний регулятор потужності.

Температура повітря на виході з калорифера не перевищує 50 *°С*. Охолодження тиристорного блоку здійснюється припливним повітрям.

Електрокалорифери СФОЦ виконання И3, порівняно з аналогічними калориферами виконання И1, дають можливість суттєво економити електроенергію за рахунок більш досконалого регулювання температури.

Комплектний пристрій керування електрокалориферами СФОЦ-Х/0,5-И3 “Електротерм –ХХТВУХЛ3.1” (ТУ16.536.710-82) складається з трьох ящиків керування (Я4301, Я9201, Я5701) (додаток Г).

##### ХІД РОБОТИ

1. Потужність електрокалориферної установки ***Р, кВт***, наближено визначається за виразом

*Р* (*g V C L*0  *п* )(*в* *з*) *Q N QТ*  *М* , (19)

3600*к*

де, *go –* теплова характеристика приміщення (для утеплених приміщень,

*go* = 2,1...2,9, для не утеплених, *go*=2,9...5,1 *кДж/м3**год.**0С*;

*V* – об’єм приміщення, *м3*;

*Сп*  питома теплоємність повітря, *Сп* = 1 *кДж/кг.**0С*;

  розрахункова густина повітря,  *=*1,3 *кг/м3*;

*в –* розрахункова температура всередині приміщення (додаток Г), *0С*;

*з* розрахункова температура зовнішнього повітря (додаток Г), *0С*;

*QТ –* тепловиділення однієї тварини (додаток Г), *кДж/год*;

*N –* кількість тварин, *голів*;

*QМ* – сумарна потужність місцевих нагрівальних установок, якщо такі передбачені, *кДж/год*;

*к –* ККД калориферної установки, *к* = 0,95...0,97; *L* – подача вентилятора, *м3/год*.

1. Розрахунковий подачу вентилятора ***L, м3/год****,* визначається за виразом

*L NmL* 1, (20)

де, *т* – середня маса тварини, *кг*;

*L1* – норма вентиляцій огон обміну на 1 *кг* маси (додаток Г).

**ПРИКЛАД**

Вибрати електрокалориферну установку для обігріву свинарника-

відгодівельника на 1500 голів, середня маса кожної голови  100 *кг*, приміщення утеплене, об’єм приміщення за зовнішнім обміром – 5000 *м3*, розрахункова темпера- тура всередині приміщення 18 *0С*, розрахункова температура зовнішнього повітря – 20 *0С*. Місцеве обігрівання непередбачене.

###### *РОЗВ’ЯЗАННЯ*

1. Визначаємо подачу вентилятора ***L, м3/год****,* для зимового періоду з виразу 20

*L = 1500**100**0,2 = 30000 м3/год.*

1. Визначаємо потужність електрокалориферної установки ***Р, кВт***, за формулою 19

(2,5 5000  1 1,3 30000)(18  ( 20)) 9551500

*Р*  158,4*кВт*

3600 0,92

**ВИСНОВОК:** Для обігріву свинарника вибираємо дві електрокалориферні установки типу СФОЦ-100/0,5 –И3 з потужністю нагрівників *Рне = 90 кВт.*

#### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1.Що таке електрокалориферна установка?

1. Яку будову має електрокалорифер?
2. Які типи електрокалориферів використовуються в сільському господарстві?
3. Як розрахувати електрокалориферну установку?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* + типи електрокалориферів
  + будову електрокалориферів
  + призначення електрокалориферів

**Вміти:**

* + розраховувати електрокалориферні установки
  + робити висновки з розрахунків

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Необхідно вибрати електрокалориферну установку для обігрівання приміщення, за даними таблиці 4. Місцеве обігрівання непередбачене.

Таблиця 4  Вихідні дані для практичної роботи 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіанти** | **Приміщення для утримання:** | **Маса**    **тварини**  ***кг***    **,** | **Кількість**  **тварин**  **,**    ***шт***  ***.*** | **Розміри приміщення, *м*** | | |
| **довжина** | **ширина** | **висота** |
| **1** | **хряків** **плідників** | **150** | **100** | **24** | **12** | **3,0** |
| **2** | **молодняк курей яєчних порід до 22 тижнів** | **0,3** | **5000** | **64** | **12** | **3,3** |
| **3** | **корів** | **2100** | **150** | **72** | **18** | **3,3** |
| **4** | **телят** | **500** | **160** | **84** | **24** | **3,0** |
| **5** | **молодняк курей м’ясних порід до 26 тижнів** | **2,5** | **11000** | **84** | **36** | **4,0** |
| **6** | **дорослих гусей** | **8,0** | **6000** | **72** | **12** | **3,0** |
| **7** | **родильного відділення ВРХ** | **2500** | **100** | **64** | **12** | **3,0** |
| **8** | **відгодівлі свиней** | **100** | **200** | **64** | **12** | **3,0** |
| **9** | **холостих і легкосупоросних маток** | **100** | **300** | **80** | **32** | **3,3** |
| **10** | **молодняк курей м’ясних порід до 9 тижнів** | **1** | **1000** | **50** | **18** | **3,0** |
| **11** | **корів** | **1800** | **300** | **90** | **24** | **3,3** |
| **12** | **курчат-бройлерів віком до 8 тижнів** | **1,5** | **7000** | **80** | **32** | **3,3** |
| **13** | **телят** | **400** | **100** | **50** | **18** | **3,0** |
| **14** | **родильного відділення ВРХ** | **2000** | **150** | **72** | **32** | **3,0** |
| **15** | **дорослих качок** | **3,0** | **4000** | **60** | **12** | **3,0** |
| **16** | **телят** | **450** | **150** | **72** | **32** | **3,0** |
| **17** | **хряків** **плідників** | **170** | **200** | **72** | **12** | **3,0** |
| **18** | **корів** | **1500** | **800** | **108** | **24** | **3,3** |
| **19** | **відгодівлі свиней** | **80** | **500** | **90** | **21** | **2,7** |
| **20** | **телят** | **500** | **400** | **60** | **12** | **3,0** |
| **21** | **молодняк курей яєчних порід до 9 тижнів** | **1,7** | **15000** | **108** | **24** | **3,3** |
| **22** | **родильного відділення ВРХ** | **2100** | **600** | **84** | **36** | **4,0** |
| **23** | **свиноматок** | **120** | **100** | **60** | **12** | **3,0** |
| **24** | **курчат-бройлерів віком до 9 тижнів** | **3,0** | **8000** | **90** | **21** | **3,0** |
| **25** | **телят** | **400** | **200** | **72** | **18** | **3,3** |
| **26** | **дорослих гусей** | **5,0** | **5500** | **72** | **32** | **3,0** |
| **27** | **молодняк курей м’ясних порід до 26 тижнів** | **3,0** | **1000** | **84** | **24** | **3,3** |
| **28** | **телят** | **350** | **250** | **64** | **12** | **3,0** |
| **29** | **відгодівлі свиней** | **100** | **800** | **90** | **24** | **3,0** |
| **30** | **дорослих індиків** | **10,0** | **500** | **72** | **18** | **3,0** |

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

**ТЕМА:** Розрахунок основних параметрів електрообігрівної підлоги**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати електрообігрівну підлогу.

##### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При утриманні на теплій підлозі, мікроклімат у зоні знаходження тварин і птиці значно поліпшується: підвищується температура і рух повітря над підлогою, в результаті чого відносна вологість і концентрація шкідливих газів зменшується. Значно зменшується або зовсім відпадає потреба в підстилці (для курчат підстилкою є безперервно висихаючий на підлозі послід).

|  |
| --- |
| **ЗАПАМ’ЯТАТАЙТЕ**  **Основною перевагою теплої підлоги над опромінювачами є її велика теплоакумулююча здатність, що дає змогу без шкоди для тварин вимикати нагрівні елементи на 3– 4 *год*. у період максимуму навантаження в енергосистемі. Швидкість охолодження її приблизна 1 *°С* на годину.** |

Така підлога відзначається невеликого металомісткістю, простотою будови, незначними витратами на обслуговування, безпекою в пожежному відношенні, тощо.

Конструктивне виконання електрообігрівної підлоги залежить від виду й віку тварин чи птиці; конфігурації і розмірів приміщення, використаних матеріалів та напруги живлення. Найпоширеніша підлога з безпосереднім замуровуванням нагрівних елементів.

У приміщеннях для вирощування курчат рівномірно обігрівають всю площу підлоги, а в свинарниках – відгодівельниках та телятниках влаштовують окремі обігрівні смуги підлоги.

|  |
| --- |
| **ЗВЕРНУТИ УВАГУ**  **!**      **Підлогу обігрівають електронагрівними елементами з проводів ПОСХВ, ПОСХП, ПОСХВТ (додаток Д) або стального оцинкованого дроту. Провід замуровують у бетонну підлогу, а стальний дріт прокладають в керамічних трубах**. |

На утрамбований ґрунт насипають шар щебеню і знову утрамбовують. Потім роблять бетонну або цементну стяжку товщиною 4 *см* і на цю основу кладуть гідроізоляцію з руберойду або поліетиленової плівки. Смуги руберойду чи плівки простилають внакладку, а місця з'єднань заливають гарячим бітумом (рисунок 5, а).

На гідроізоляцію насипають шар теплової ізоляції з шлаку, керамзиту, керамзитобетону, пінобетону або інших теплоізоляційних матеріалів. Теплова ізоляція повинна виступати за межі контуру обігрівного майданчика на 0,1 *м*. Після цього підлогу бетонують. Товщина шару бетону (10 – 20 *см*) залежить від виду й віку тварин та необхідної теплоакумуляційної здатності. При великому механічному навантаженні (утриманні тварин значної маси) і вмиканні електрообігрівання підлоги за примусовим графіком товщина шару бетону рекомендується до 20 *см*.

Спочатку на теплову ізоляцію укладають шар (4 – 12 *см*) бетону. Після укладання нагрівних проводів кладуть другий шар (3 – 4 *см*) бетону і після монтажу екрануючої сітки – третій шар товщиною 3 *см*.

Відрізкам нагрівного проводу надають різну конфігурацію залежно від призначення і планування приміщення (рисунок 5, б). У приміщеннях для вирощування курчат свинарниках для відгодівлі й дорощування молодняку та свинарникахматочниках використовують схеми А і Б. В свинарниках-маточниках, в яких між двома стійлами для свиноматок розміщений станок для поросят, рекомендовано схеми В, Г і Д.

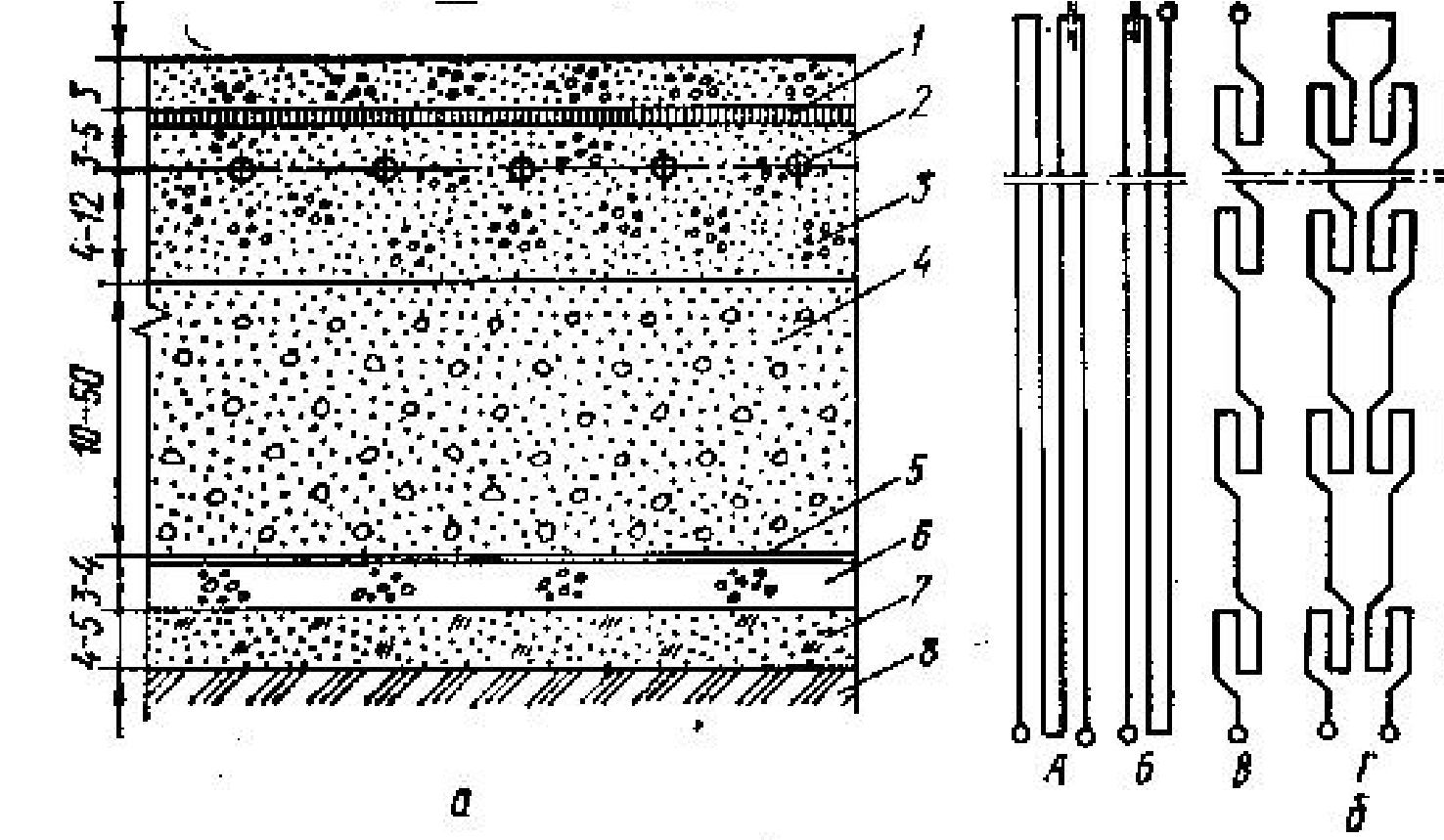


Рисунок 5  Підлога з електрообігріванням: а  поперечний розріз; б  конфігурації відрізків нагрівного проводу: 1 – захисна сітка; 2  нагрівний провід; 3 і 6  бетон;

4  теплоізоляція; 5  гідроізоляція; 7  щебінь; 8  утрамбований ґрунт.

|  |
| --- |
| **ЗВЕРНУТИ УВАГУ**  **!**      **Для безпеки обслуговуючого персоналу і тварин при напрузі живлення 380/220 *В* над нагрівними проводами встановлюють екрануючу сітку з розміром комірок 250х150 *мм* і діаметром дроту 3...4 *мм*. Окремі сітки зварюють між собою для створення загального екрану з найменшим електричним опором. До екрануючої сітки перед заливанням її бетоном приварюють заземлюючі проводи.** |

У випадку живлення від мережі напругою 380/220 *В* з глухо заземленою нейтраллю екрануючу сітку приєднують до нульового проводу і заземлюючого контуру приміщення, а при відсутності останнього – до спеціально виконаного заземлення. Заземлень повинно бути два і кожне складатися не менш як з трьох заземлювачів.

З'єднують нагрівні проводи між собою та приєднують до проводів живлення в розподільних коробках, які встановлюють в бетоні біля виводів нагрівних проводів кожної секції.

Для автоматичного регулювання температури підлоги використовують напівпровідникові двопозиційні регулятори температури типу ПТР-2-04. Датчики температури (терморезистори) розміщують у металевих гільзах, встановлених в бетонній підлозі. Екранований кабель для з'єднання датчиків температури з шафою керування прокладають у металевих трубах в підлозі. Керують нагрівними елементами теплої підлоги з шафи керування типу ШАИ9966-23АУ5.

Для обігрівання поросят у свинарниках-маточниках застосовують також електрооб рівальнііг килимки (рисунок 6). Електронагрівник килимка виготовлений із нагрівального проводу ПОСХВ, який укладено між гумовими прокладками. Килимок розрахований на вмикання в електричну мережу напругою 36 або 24 *В*. Він призначений для обігрівання 8 поросят. Задана температура на поверхні килимка підтримується автоматично за допомогою терморегулятора (одного на 16 килимків).

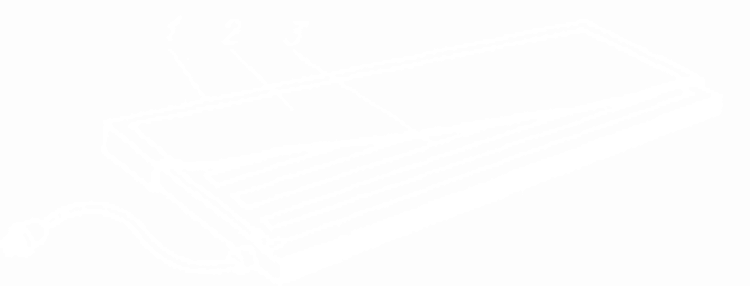


Рисунок 6 – Електрообігрівальний килимок:

1 – металевий каркас; 2 – гумове покриття; 3 – електронагрівник.

Для обігрівання молодняку тварин і птиці застосовують також струмопровідні плівки органічного і неорганічного типів. Плівки мають малу масу і низьку вартість. Плівковий нагрівник (рисунок 7) являє собою тонколистову штамповану стальну панель, покриту зверху склоемалевою ізоляцією. Знизу по всій площі тонкою струмопровідною феросиліцієвою плівкою. Струм до плівки підводиться за допомогою гнучких провідників і двох металевих стрічок, нанесених по всій ширині плівки з обох боків. Одна панель має потужність близько 200 *Вт* і забезпечує обігрівання поросят одного опоросу або до 130 курчат.

|  |
| --- |
| **ЗАПАМ’ЯТАТАЙТЕ**  **В електрообігрівальних панелях призначених для опалення виробничих і побутових приміщень нагрівальні елементи закладають у пустоти в бетоні або безпосередньо в бетонну масу. Панель має металевий каркас і екрануючу сітку. Найбільш поширені панелі з нагрівальними елементами, проводами ПОСХВ, ПОСХП і ПОСХВТ.** |

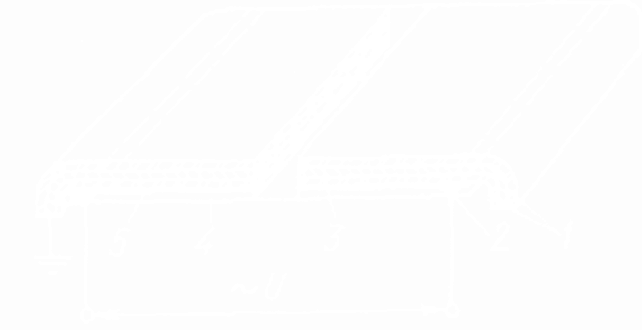


Рисунок 7 – Плівковий нагрівник:

1 – склоемалева ізоляція; 2 – контактний електрод; 4 – теплостійке покриття; 5 – електронагрівальний плівковий елемент опору.

Для місцевого обігрівання молодняку тварин і птиці широко застосовують інфрачервоні опромінювачі, будову і принцип роботи яких описано в підручнику "Електричне освітлення і опромінення".

Найкращі умови для молодняку створюються при комбінованому обігріванні з використанням інфрачервоних опромінювачів і теплої підлоги.

##### ХІД РОБОТИ

**Розрахунок електрообігрівання підлоги проводами ПОСХВ, ПОСХП і ПОСХВТ виконують у такій послідовності.**

1. Необхідно розрахувати площу ділянки підлоги, яку потрібно обігріти ***F, м2***, за формулою

*F*  *fN* , (21)

де, *f* – питома площа обігрівання, *м2/голову* (додаток Д)*;* *N* – кількість тварин, *шт*.

1. Розраховуємо питому потужність підлоги (поверхнева густина теплового по-

току) ***рпит, Вт/м2***, знаходиться з виразу

*рпит* (*під* *пов*) , (22)



де, *α* – коефіцієнт тепловіддачі підлоги, *α* = 10...13 *Вт/м2·°С*; *θпід* – температура поверхні підлоги, *°С*; *θпов*– температура повітря у приміщенні, *°С*; *η* – К.К.Д. підлоги, *η* = 0,75...0,85.

1. Знаходимо загальну установлену потужність обігрівання підлоги ***Р, кВт***, за формулою

*Р*  *рпитF* 103, (23)

*пов*  температура повітря у приміщенні, 0С;  *-* к.к.д. підлоги,  =0,75...0,85.

1. Розраховуємо потужність на одну фазу ***Р1, кВт*,** з виразу

*Р*

*Р*1  , (24)

3*п*

де, *п* – кількість секцій, *шт*.

1. Вибираємо марку електронагрівного проводу і визначаємо кількість паралельних секцій ***Z, шт*.,** на одну фазу за формулою

*Z*  *P*1 103 *r* , (25) *Uф* *P*

де, *r* – опір 1 м проводу при робочій температурі, *Ом/м* (додаток Д); *∆Р* – допустима потужність нагрівального проводу, *Вт/м* (додаток Д); *Uф* – фазна напруга, *В*.

1. Визначаємо загальну довжину проводу на фазу ***l, м*,** за формулою

*l*  *P*1103 . (26)

*P*

1. Розраховуємо довжину паралельної секції ***lс, м*,** з виразу

*l*

*lc*  . (27)

*Z*

1. Знаходимо крок укладання проводу ***h, м*,** з формули

*F*

*h*  . (28)

3*l*

Крок укладання проводу можна також взяти з додатка Д.

**ПРИКЛАД**

Розрахувати електрообігрів підлоги у свинарнику.

*Вихідні дані:* вид тварин – поросята відлучені; кількість – 100 станків; температура підлоги *θпід* = 24 *°С*; температура повітря *θпо*в = 18 *°С*; питома площа обігрівання *f* = 1,2 *м2/станок*.

###### *РОЗВ’ЯЗАННЯ*

1. Необхідно розрахувати площу ділянки підлоги, яку потрібно обігріти ***F*, *м2***, за формулою

*F*  *fN* ,

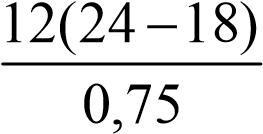
*F* 1,2 100 120 *м2*.

1. Розраховуємо питому потужність підлоги (поверхнева густина теплового по-

току) ***рпит, Вт/м2***, знаходиться з виразу

*рпит* (*під* *пов*) ,



*рпит*    96 *Вт/м2*.

1. Знаходимо загальну установлену потужність обігрівання підлоги ***Р, кВт***, за формулою

*Р*  *рпитF* 103,

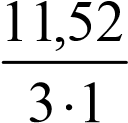
*Р*  96 120 10  3 11,52*кВт*

1. Розраховуємо потужність на одну фазу ***Р1, кВт***, з виразу

*Р*

*Р*1  ,

3*п*

*Р*1    3,84*кВт*.

1. Вибираємо марку електронагрівного проводу і визначаємо кількість паралельних секцій ***Z, шт***., на одну фазу за формулою

*Z*  *P*1 103 *r* ,

*Uф* *P*

3,84 10 3 0,174

*Z*  2*шт*.

220 12

1. Визначаємо загальну довжину проводу на фазу ***l, м*,** за формулою

*l*  *P*1 103 ,

*P*

3,84 10 3

*l*   320*м*

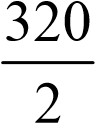
12

1. Розраховуємо довжину паралельної секції ***lс, м***, з виразу

*l*

*lc*  ,

*Z*

*lc*   160*м*

1. Знаходимо крок укладання проводу ***h, м,*** з формули

*F*

*h*  ,

3*l*

*h*    0,125*м*

**ВИСНОВОК:** Крок укладання проводу можна також взяти з додатока Д. Для свинарника з вирощуванням відлучених поросят рекомендується крок укладання проводу 0,1...0,15 *м*, що відповідає нашим розрахункам.

#### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1. Навіщо застосовують електрообігрівні підлоги?
2. Яку основну перевагу мають теплі підлоги?
3. Яку будову має електрообігрівна підлога?
4. Чим відрізняється електричний килимок від електрообігрівної підлоги?
5. Як розрахувати електрообігрівну підлогу?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* + будову електрообігрівної підлоги
  + будову електричного килимка
  + призначення електрообігрівної підлоги та електричного килимка

**Вміти:**

* + розраховувати електрообігрівну підлогу
  + робити висновки з розрахунків

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Розрахувати електрообігрів підлоги у свинарнику.

Вихідні дані взяти з таблиці 5.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Вид тварин | Кількість | підлоги  ,  *°*  Температура    *С* | повітря  *°*  *С*    Температура    , | ома    площа  обігріванн  я    Пит | Нагрівальний  провід |
| 1 | Курчата добові, *голів* | 15000 | 35 | 20 | 0,016 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 2 | Курчата віком 30...40 *діб* | 10000 | 40 | 21 | 0,035 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 3 | Курчата віком 60...70 *діб* | 8000 | 35 | 18 | 0,075 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 4 | Поросята сисуни, *гнізд* (по 10 голів у кожному) | **70** | 30 | 18 | 1,1 *м2/гніздо* | ПОСХВ |
| 5 | Поросята на відгодівлі масою  15...30 *кг* | 50 станків | 25 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХВ |
| 6 | Поросята на відгодівлі масою  30...45 *кг* | 70 станків | 20 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХВ |
| 7 | Свиноматки, *голів* | 150 | 25 | 15 | 2 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 8 | Свиноматки, *голів* | 85 | 18 | 15 | 2 *м2/гол* | ПОСХП |
| 9 | Свиноматки, *голів* | 65 | 25 | 16 | 2 *м2/гол* | ПОСХП |
| 10 | Курчата добові, *голів* | 20000 | 38 | 22 | 0,016 | ПОСХП |
| 11 | Курчата добові, *голів* | 17000 | 35 | 26 | 0,016 | ПОСХП |
| 12 | Поросята відлучені, *станків* | 70 | 25 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХП |
| 13 | Поросята відлучені, *станків* | 100 | 24 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХП |
| 14 | Поросята відлучені, *станків* | 60 | 24 | 16 | 1,1 *м2/станок* | ПОСХП |
| 15 | Поросята відлучені, *станків* | 150 | 26 | 16 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХП |
| 16 | Курчата добові, *голів* | 1000 | 40 | 20 | 0,016 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 17 | Курчата віком 30...40 *діб* | 8000 | 35 | 21 | 0,035 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 18 | Курчата віком 60...70 *діб* | 5000 | 40 | 18 | 0,075 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 19 | Поросята сисуни, *гнізд* (по 10 голів у кожному) | **85** | 25 | 18 | 1,1 *м2/гніздо* | ПОСХВ |
| 20 | Поросята на відгодівлі масою  15...30 *кг* | 30 станків | 25 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХВ |
| 21 | Поросята на відгодівлі масою  30...45 *кг* | 50 станків | 20 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХВ |
| 22 | Свиноматки, *голів* | 100 | 18 | 15 | 2 *м2/гол* | ПОСХВ |
| 23 | Свиноматки, *голів* | 70 | 20 | 15 | 2 *м2/гол* | ПОСХП |
| 24 | Свиноматки, *голів* | 30 | 18 | 16 | 2 *м2/гол* | ПОСХП |
| 25 | Курчата добові, *голів* | 11000 | 38 | 22 | 0,016 | ПОСХП |
| 26 | Курчата добові, *голів* | 7000 | 35 | 26 | 0,016 | ПОСХП |
| 27 | Поросята відлучені, *станків* | 50 | 25 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХП |
| 28 | Поросята відлучені, *станків* | 80 | 24 | 18 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХП |
| 29 | Поросята відлучені, *станків* | 30 | 24 | 16 | 1,1 *м2/станок* | ПОСХП |
| 30 | Поросята відлучені, *станків* | 100 | 26 | 16 | 1,2 *м2/станок* | ПОСХП |

Таблиця 5  Вихідні дані для практичної роботи 5

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

**ТЕМА:** Розрахунок основних параметрів електронагрівних елементів ґрунту

парників та теплиць**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати електронагрівні елементи ґрунту

парників та теплиць.

##### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

До споруд захищеного ґрунту відносяться парники, весняні і зимні теплиці, оранжереї.

Основний параметр мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту – температура повітря, яку підтримують на оптимальному рівні в залежності від видуті віку рослин. Рекомендовані значення температури повітря для деяких культур приведені в додатку Е.

Поряд із температурою повітря велике значення має також і температура ґрунту. Прийнято вважати, що температурний перепад між ґрунтом і повітрям не повинен перевищувати 3...5*°С*, причому вдень повітря повинно нагріватися більше ніж ґрунт, а вночі навпаки.

|  |
| --- |
| **ЗАПАМ’ЯТАТАЙТЕ**  **Електрообігрівання парників та теплиць може бути ґрунтовим, повітряним і комбінованим.** |

Ґрунтовий спосіб забезпечує швидке розігрівання парників і теплиць, відзначається найменшою енергомісткістю і великою теплоакумулюючою здатністю, а тому допускає перерви в електропостачанні.

При повітряному обігріванні витрата електроенергії в 1,5 рази більша порівняно з ґрунтовим. Ґрунт розігрівається повільно, теплоти акумулюється мало. Перевагою повітряного способу є менші капітальні вкладення на будівництво. Повітряне обігрівання рекомендується при середніх та пізніх строках введення парників і теплиць в експлуатацію.

Комбіноване (ґрунтово-повітряне) обігрівання забезпечує найкращі умови для рослин, але капітальні затрати при цьому найбільші. Використовується при ранніх строках введення в експлуатацію парників і теплиць.

В парниках найчастіше влаштовують ґрунтове обігрівання, а в теплицях при ранніх строках введення в експлуатацію використовують ґрунтово-повітряне обігрівання, при пізніх – тільки повітряне.

|  |
| --- |
| **ЗАПАМ’ЯТАТАЙТЕ**  **Розроблено декілька способів електрообігрівання у парниках та теплицях: елементне, електродне, електрокалориферне та променисте. Найпоширеніші елементне і електрокалориферне.** |

При елементному обігріванні використовують такі нагрівні елементи: стальний оцинкований дріт діаметром 2 – 3 *мм* в ізоляційних трубах; нагрівні проводи ПОСХВ, ПОСХП та ПОСХВТ; неізольований дріт діаметром 5 – 7 *мм* прокладений у шарі піску або безпосередньо в ґрунті при зниженій напрузі живлення (50 *В*); стальний дріт, прокладений у шарі асфальтобетону.

Обігрівання стальним дротом в ізоляційних трубах відзначається простотою виконання монтажних робіт, легкістю заміни дроту в разі перегоряння, доброю ізоляцією нагрівного елемента. Недоліками цього способу є: дефіцитність азбоцементних труб, невеликий строк служби дроту (1 – 2 *роки*), втрати до 20*%* корисної площі парників, зайнятої трубами повітряного обігрівання і монтажними каналами у торці.

Переваги обігрівання неізольованим стальним дротом при зниженій напрузі живлення полягають у простоті конструкції та монтажу нагрівного пристрою, підвищеному строку служби (8 – 10 *років*), рівномірності температурного поля, легкості розігрівання ґрунту, невеликих капітальних вкладеннях і експлуатаційних ви тратах, Недоліками такого способу є: необхідність встановлення додаткових знижу вальних трансформаторів, складність заміни перегорілого дроту, великі витрати проводів. Крім того несталість електричних властивостей стального дроту і залежність електропровідності ґрунту від його вологості ускладнюють розрахунок нагрі вних елементів і регулювання температурного режиму.

При обігріванні ґрунту парників і теплиць нагрівними проводами ПОСХВ, ПОСХП і ПОСХВТ забезпечується рівномірність розподілу температури, надійність і довговічність нагрівних елементів. До недоліків цього способу належать складність заміни нагрівних елементів, збільшені капітальні витрати у зв'язку з необхідністю захисту нагрівного проводу від механічних пошкоджень.

Обігрівання асфальтобетонними блоками відзначається довговічністю і високою механічною міцністю нагрівників, рівномірністю розподілу температури і великою теплоакумуляційною здатністю. Основними недоліками цього способу обігріву є значна трудомісткість виготовлення нагрівного блоку і неможливість заміни нагрівного елементу.

У теплицях нагрівні елементи з стального дроту в ізоляційних трубах ненадійні, бо при вирощуванні овочевих культур поливають більшими нормами, ніж у парниках при вирощуванні розсади. При цьому зволожується не тільки ґрунт, але й шар піску з розміщеними нагрівними елементами, в результаті чого вони часто перегоряють. Більш надійні в теплицях нагрівні елементи виготовлені з проводів ПОСХВ, ПОСХП та ПОСХВТ.

###### *Електрообігрівання парників*

Для обігрівання ґрунту трубчатими нагрівальними елементами (рисунок 8, *а*) використовують азбоцементні або гончарні труби діаметром 100...150 *мм*, а для обігрівання повітря – труби діаметром 50...75 *мм*. Для підвищення електроізоляційних властивостей азбоцементні труби попередньо просочують в гарячому бітумі або трансформаторному маслі. Труби ґрунтового і повітряного обігрівання з'єднують за допомогою муфт з промазуванням місць з'єднання цементним розчином.

Труби ґрунтового і повітряного обігрівання прокладають з нахилом 0,002...0,003. Всередині труб на ізоляційних опорних дисках протягують нагрівальний провід або голий оцинкований дріт. На виході із труб провід закріплюють в монтажних каналах по торцях парника. При використанні голого дроту живлення здійснюється пониженою напругою.

При безпосередньому укладанні в пісок провід від пошкоджень захищають металевою сіткою з вічками 30...50 *мм*, яка укладається в піску над проводом на від стані 50 *мм* (рисунок 8, *б*) або цементною стяжкою. Сітку заземлюють, і вона служить додатковим заходом електробезпеки на випадок пошкодження ізоляції проводу. Крок укладання проводу біля парубнів 50 *мм* із збільшенням до 130 *мм* в середині парника.

При необхідності нагрівним проводом у парнику можна обігрівати і повітря, для чого його підвішують до стального дроту, натягнутого вздовж парника на відстані 20-30 *мм* від парубнів.

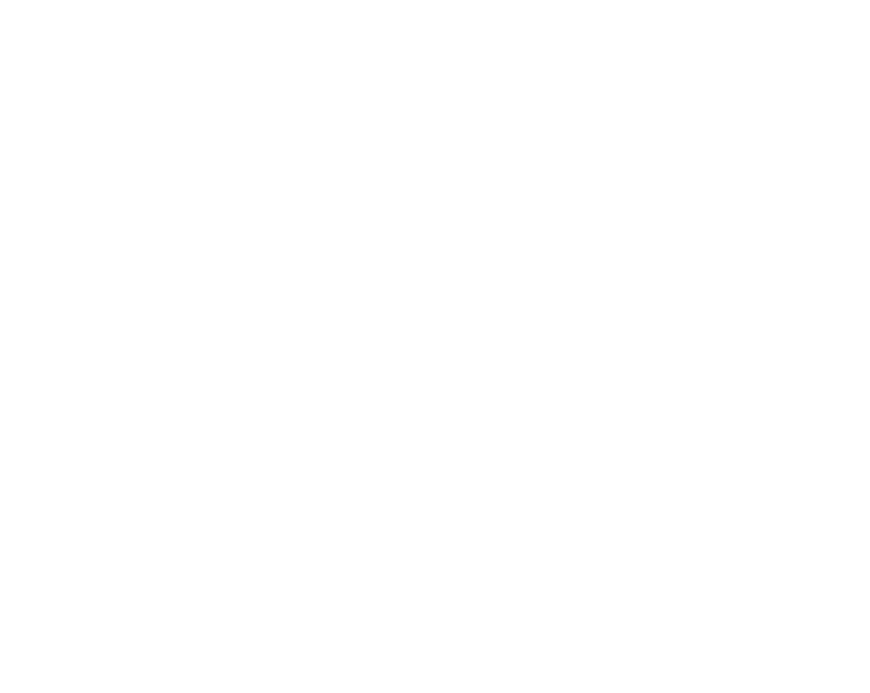
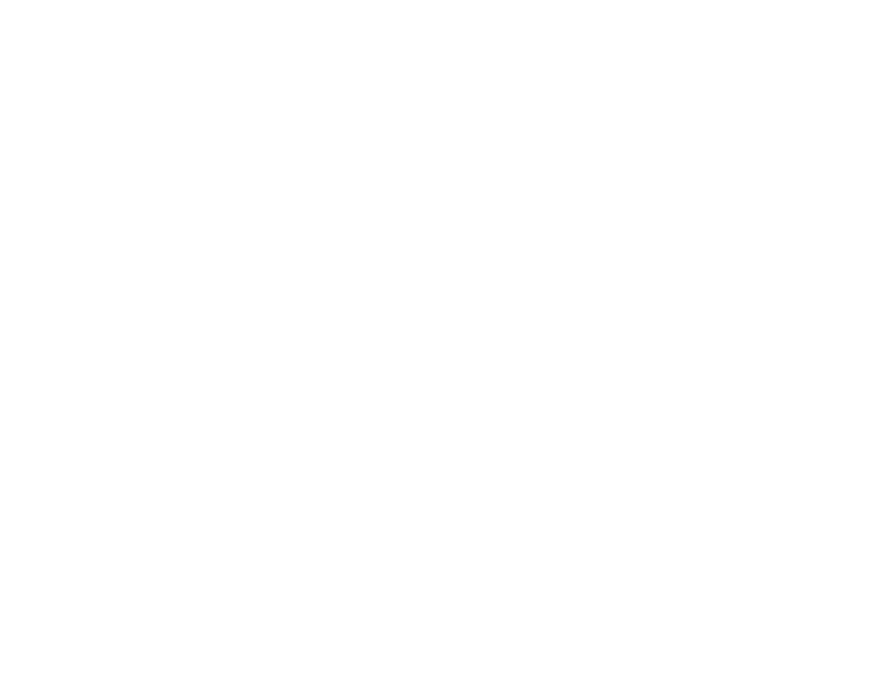


Рисунок 8 – Будова електрообігріву ґрунту і повітря в парниках: *а* – обігрів трубчастими нагрівними елементами; *б* – обігрів нагрівними проводами в піску; *в* – обігрів асфальтобетонним монолітом; 1 – парубні; 2 – елементи повітряного нагріву; 3 – елементи ґрунтового обігрівання; 4 – захисна металева сітка; 5 – клемна коробка; 6 – асфальтобетонний моноліт з обігрівним проводом і захисною металевою сіткою 4; 8 – ґрунт, 9 – гравій.

#### *Електрообігрівання теплиц*ь

Для обігрівання повітря в теплицях використовують електрокалориферні установки серії СФОЦ. Ґрунт найчастіше обігрівають нагрівними проводами ПОСХВ, ПОСХП, ПОСХВТ та неізольованим стальним дротом при зниженій напрузі живлення.

У теплицях, які вводяться в експлуатацію на початку березня, потужність нагрівних елементів для обігрівання повітря становить 120, а для ґрунту 60...80 *Вт/м2*.

У теплицях, які використовуються з кінця березня, звичайно обігрівають тільки повітря, при цьому потужність нагрівних елементів становить 70 – 100 *Вт/м2*.

Теплиці будують ангарні та блочні. В ангарних відсутні внутрішні опори. Блочні теплиці являють собою поєднання довільної кількості арочних теплиць з загальним коридором для обслуговування.

Найбільш поширені ангарні теплиці з грунтово-повітряним обігріванням площею 1000 і 500 *м2* (рисунок 9).

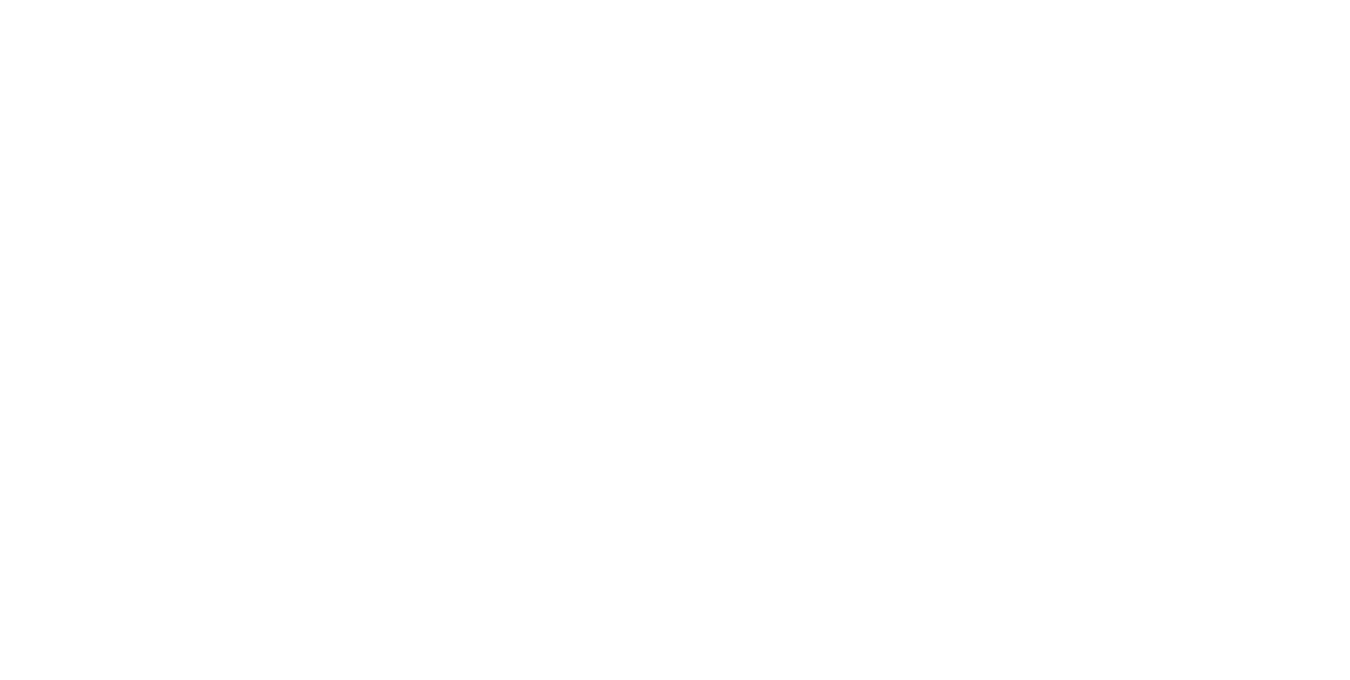


Рисунок 9 – Теплиця з грунтово-повітряним обігріванням:

1 – електрокалорифер; 2 – шафа керування; 3 – розподільний повітропровід; 4 – нагрівні проводи; 5 – цементно-піщаний розчин.

Обігрівання повітря в теплиці здійснюється електрокалорифером, встановленим в центрі. Для забезпечення рівномірної температури підігріте в калорифері повітря розподіляється за допомогою двох перфорованих повітропроводів з поліетиленової плівки. Вздовж повітропроводів через 1 *м* виконані два ряди отворів діаметром 5 *см* для виходу підігрітого повітря, а їх кінці заглушені,

Ґрунт обігрівається проводом ПОСХВ. Нагрівні елементи прокладають смугами шириною 400 *мм* на глибині 300 *мм* і заливають шаром цементного розчину товщиною 40 – 50 *мм*. Між обігрівними смугами залишають ділянки шириною 600 *мм*. При такому способі монтажу нагрівних елементів зменшується витрата матеріалів і забезпечується відведення зайвої води під час поливу ґрунту в теплиці.

В середні обігрівні смуги укладають по два, а в крайні по три відрізки проводу довжиною 160 – 170 *м* кожний.

##### ХІД РОБОТИ

Потужність нагрівних елементів парників і теплиць повинна бути достатньою для компенсації втрат теплоти у навколишнє середовище вночі, коли зовнішня температура мінімальна.

У спорудах закритого ґрунту теплота втрачається через плівкове чи скляне покриття, ґрунт і нещільності конструкції: найбільше (близько 85 *%*) через плівку або скло.

1. З достатньою для практичних розрахунків точністю потужність нагрівних елементів ***Р, кВт***, визначають за формулою

*Р*  *КF*(*ВН* *ЗОВ*) 10 3, (29)

де, *К* – приведений коефіцієнт теплопередачі через плівку чи скло, *Вт·м-2·°С-1*. При зміні швидкості вітру від 0 до 8 *м/с* значення *К* змінюється від 4,5 до 11,6 *Вт·м-2·°С-1* (додаток Е);

*F* – площа скляного чи плівкового покриття, *м2*; *θвн, θзов* – розрахункова температура повітря відповідно в парнику чи теп-

лиці та зовнішня, *°С*.

1. Площа заскленої поверхні парників ***F, м2***, визначається за формулою

*F*  *abn*, (30)

де, *а* і *b* – довжина і ширина однієї парникової рами, *м* (*а*=1,6 *м*; *b*=1,06 *м*); *п –* кількість рам; *β* – коефіцієнт, що враховує наявність дерев'яних частин у рамах, *β* = 0,95.

При, комбінованому обігріванні парників і теплиць розрахункову потужність ділять між нагрівними елементами ґрунту ***РГ*** і повітря ***РП*** у співвідношенні:

для теплиць *РГ : РП = 1:1 або 1:2;* для парників *РГ : РП = 1:1 або 2:1.*

Нагрівні елементи для обігріву ґрунту і повітря розраховують окремо, використовуючи методику розрахунку електрообігрівної підлоги.

**ПРИКЛАД**

Розрахувати електрообігрів ґрунту для 20 – рамного парника, в якому вирощують розсаду капусти. Розрахункова температура зовнішнього повітря *θзов* = – 5 *°С*.

###### *РОЗВ’ЯЗАННЯ*

1. Визначаємо площу заскленої поверхні парника ***F, м2***, за формулою

*F*  *abn*,

*F* 1,06 1,6 20 0,   95  32,2 *м2*

1. Розраховуємо потужність нагрівальних елементів парника ***Р, кВт***, з формули

*Р*  *КF*(*ВН* *ЗОВ*) 10 3,

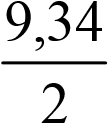
*Р* 11,6 32,2 20   ( 5) 10 3  9,34 *кВт*

1. Розрахункову потужність нагрівальних елементів ґрунту ***РГ, кВт***, визначаємо за формулою

*Р*

*РГ*  ,

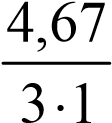
2

*РГ*    4,67*кВт*

1. Визначаємо потужність на одну фазу ***Р1, кВт*,** за формулою

*РГ*

*Р*1  3*п*

*Р*1   1,56 *кВт*

1. Вибираємо провід ПОСХП і визначаємо кількість паралельних секцій ***Z, шт***., на які потрібно розподілити загальну довжину проводу однієї фази з формули

*Z*  *P*1 103 *r* ,

*Uф* *P*

де, *r* – опір одного метра проводу при робочій температурі

(ПОСХП – 0,174 *Ом · м-1*);

*∆P* – допустима потужність нагрівального проводу (ПОСХП – 11...12 *Вт·м-1*).

*Uф* – фазна напруга, *В*.

1,56 10 3 0,174

*Z* 1 *шт.*

220 12

1. Визначаємо загальну довжину проводу на фазу ***l, м*,** за формулою

*l*  *P*1 103 ,

*P*

3 1,56 10

*l*  130*м*

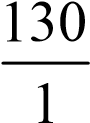
12

1. Розраховуємо довжину паралельної секції ***lс, м***, з виразу

*l*

*lc*  ,

*Z*

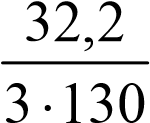
*lc*   130*м*

1. Знаходимо крок укладання проводу ***h, м***, з формули

*F*

*h*  ,

3*l*

*h*    0,08*м*

**ВИСНОВОК:** При вирощування розсади капусти в 20-ти рамному парнику, електрообігрів ґрунту проводиться проводом ПОСХП, довжиною 390 *м*. Він рівномірно розподілений на три фази (по 130 *м*). Крок укладання 0,08 *м*. Загальна потужність обігрівання ґрунту в даному парник становить – 4,67 *кВт*.

##### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1. Навіщо обігрівання ґрунту в парниках і теплицях?
2. Яка буває електрообігрівання парників та теплиць? Пояснити кожен тип.
3. Які Ви знаєте способи електрообігрівання у парниках та теплицях?
4. Як розрахувати електрообігрівання у парниках та теплицях?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* + будову електрообігріву ґрунту і повітря в парниках
  + принцип роботи грунтово-повітряного обігрівання

**Вміти:**

* + розраховувати електрообігрівання у парниках та теплицях - робити висновки з розрахунків



##### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6  Вихідні дані для практичної роботи 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіанти | Назва і розміри в плані  А х В, *м* | Культура | Нагрівальний провід | Розрахункова температура зовнішнього повітря, *°С* |
| 1 | Парник на 50 рам | Розсада капусти | ПОСХВ | -5 |
| 2 | Парник на 40 рам | Розсада капусти | ПОСХВ | -4 |
| 3 | Парник на 60 рам | Розсада помідор | ПОСХВ | -3 |
| 4 | Парник на 80 рам | Розсада помідор | ПОСХВ | -2 |
| 5 | Парник на 100 рам | Цибуля | ПОСХВ | -3 |
| 6 | Парник на 20 рам | Цибуля | ПОСХВ | -4 |
| 7 | Теплиця 60 х 6 | Помідори на плоди | ПОСХВ | -5 |
| 8 | Теплиця 80 х 16 | Помідори на плоди | ПОСХП | -6 |
| 9 | Теплиця 70 х 12 | Помідори на плоди | ПОСХП | -7 |
| 10 | Теплиця 80 х 6 | Огірки на плоди | ПОСХП | -8 |
| 11 | Теплиця 100 х 16 | Огірки на плоди | ПОСХП | -9 |
| 12 | Теплиця 32 х 18 | Огірки на плоди | ПОСХП | -10 |
| 13 | Теплиця 80 х 12 | Баклажани | ПОСХП | -8 |
| 14 | Теплиця 70 х 6 | Кабачки | ПОСХП | -6 |
| 15 | Теплиця 90 х 16 | Кольорова капуста | ПОСХП | -5 |
| 16 | Парник на 90 рам | Розсада капусти | ПОСХВ | -5 |
| 17 | Парник на 65 рам | Розсада капусти | ПОСХВ | -4 |
| 18 | Парник на 30 рам | Розсада помідор | ПОСХВ | -3 |
| 19 | Парник на 70 рам | Розсада помідор | ПОСХВ | -2 |
| 20 | Парник на 45 рам | Цибуля | ПОСХВ | -3 |
| 21 | Парник на 85 рам | Цибуля | ПОСХВ | -4 |
| 22 | Теплиця 60 х 12 | Помідори на плоди | ПОСХВ | -5 |
| 23 | Теплиця 60 х 16 | Помідори на плоди | ПОСХП | -6 |
| 24 | Теплиця 70 х 16 | Помідори на плоди | ПОСХП | -7 |
| 25 | Теплиця 60 х 18 | Огірки на плоди | ПОСХП | -8 |
| 26 | Теплиця 100 х 6 | Огірки на плоди | ПОСХП | -9 |
| 27 | Теплиця 70 х 18 | Огірки на плоди | ПОСХП | -10 |
| 28 | Теплиця 90 х 12 | Баклажани | ПОСХП | -8 |
| 29 | Теплиця 100 х 12 | Кабачки | ПОСХП | -6 |
| 30 | Теплиця 90 х 6 | Кольорова капуста | ПОСХП | -5 |

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

**ТЕМА:** Розрахунок і вибір установок для активного вентилювання зерна**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати та вибирати установки для актив-

ного вентилювання зерна.

###### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Один із найпоширеніших способів збільшення строків зберігання сільськогосподарської продукції є її сушіння. Сушать зерно, листя тютюну, траву тощо. Так, зерно після збирання може мати відносну вологість 20...22*%*, а тривало зберігати його можна при відносній вологості не вище 14...16*%*. Сушіння також прискорює процес дозрівання зерна. Для сушіння зерна використовують шахтні і барабанні зерносушарки. При відносній вологості повітря менше 65*%* зерно можна сушити без підігрівання повітря. На зернотоках і в сховищах для сушіння зерна широко використовують електрокалориферні установки, тепловентиляційні агрегати ВПЭ – 6А та бункери активного вентилювання, БВ-6, БВ-12,5, БВ-25, БВ-50 (додаток Ж).

Активне вентилювання з електропідігрівом повітря  найбільш ефективний і економічний спосіб сушіння. Активне вентилювання зерна застосовують для короткочасної консервації зерна перед сушінням в зерносушарках, а також для сушіння.

Для активного вентилювання зерна в засіках використовують агрегат ВПЭ-6А (рисунок 10 *а*) з високонапірним вентилятором і ТЕНами. Агрегат встановлюють зовні приміщення і по мірі обробки переміщують від одного засіка до іншого, під'єднуючи до повітророзподільної мережі. Теплова продуктивність 80000 *кДж/год*, подача повітря агрегату 13000 *м3/год.*, установлена потужність 32 *кВт*, в тому числі нагрівників – 22 *кВт*. Регулювання подачі повітря здійснюється за допомогою жалюзі на вході в агрегат, а потужності – кількістю ввімкнених груп ТЕНів.

Агрегатом ВПЭ-6А одночасно можна сушити зерно у засіках з площею підлоги до 18 *м2* при висоті шару до 1,5 *м*.

Сушіння закінчують якщо відносна вологість верхнього шару зерна досягає

15...16*%*.

Бункер активного вентилювання (рисунок 10, *б*) складається із двох концентричних перфорованих циліндрів 5 і 6, які створюють кільцеподібну камеру, в яку завантажується вологе зерно. Відцентровий вентилятор 7 забирає зовнішнє повітря нагнітає його у внутрішній циліндр, де змонтовано пересувний запірний поршень з приводом від ручної лебідки. Цей поршень встановлюють трохи нижче верхнього рівня зерна для запобігання виходу теплого повітря у верхню незаповнену частину бункера. Повітря пронизує шар зерна від внутрішнього циліндра до зовнішнього і відбирає надлишкову вологу. При відносній вологості зовнішнього повітря понад 65 *%* вмикається електрокалорифер 8, в якому повітря підігрівається на 5...6 *°С*.

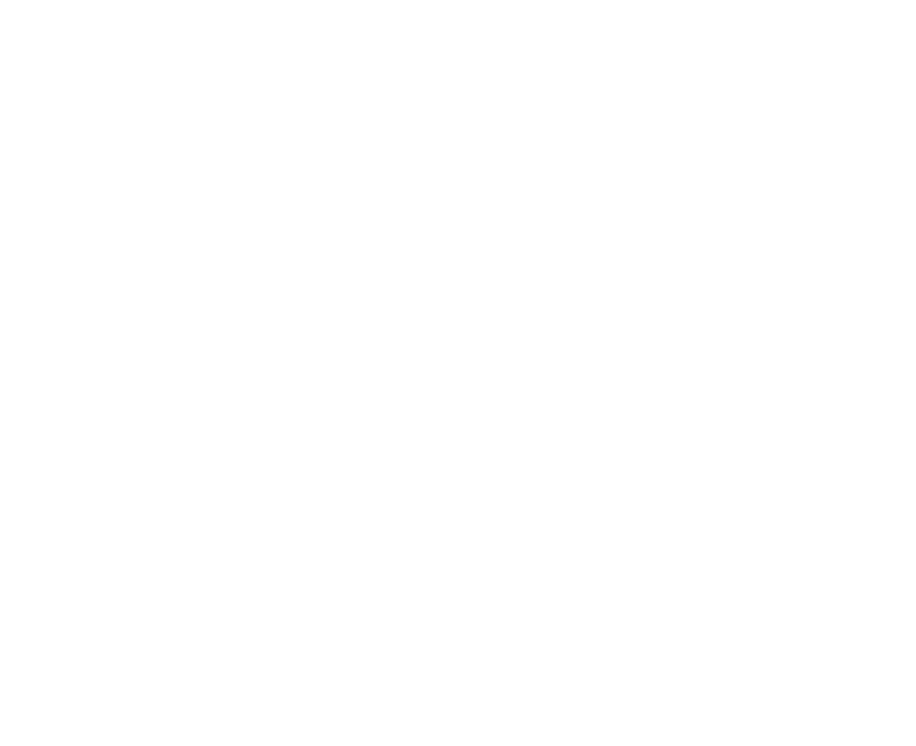
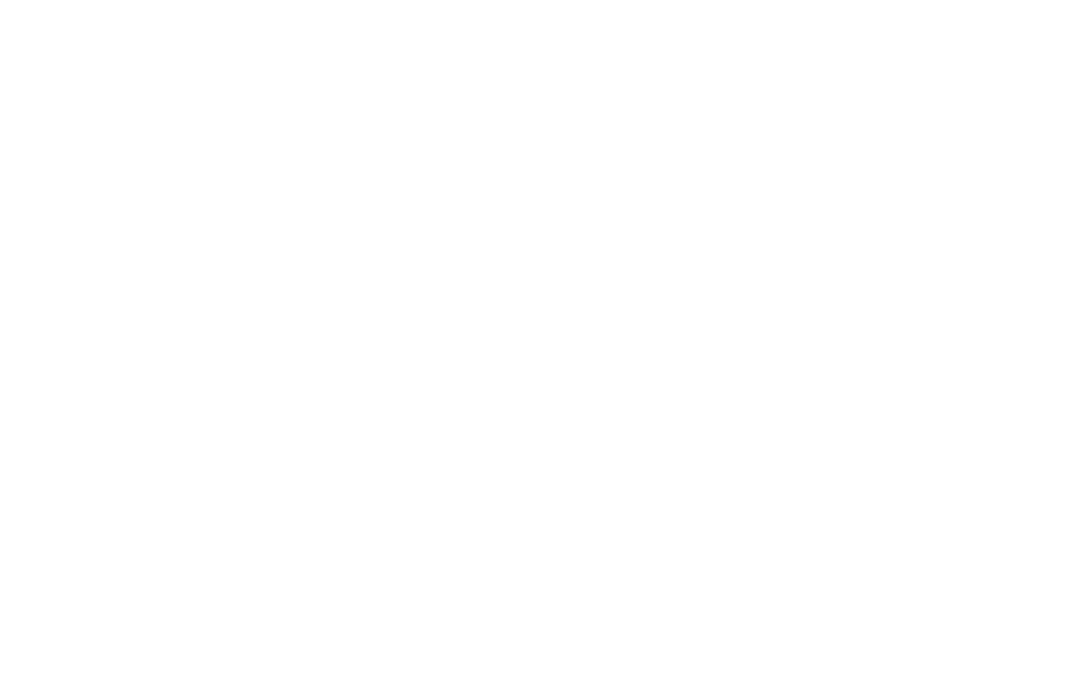
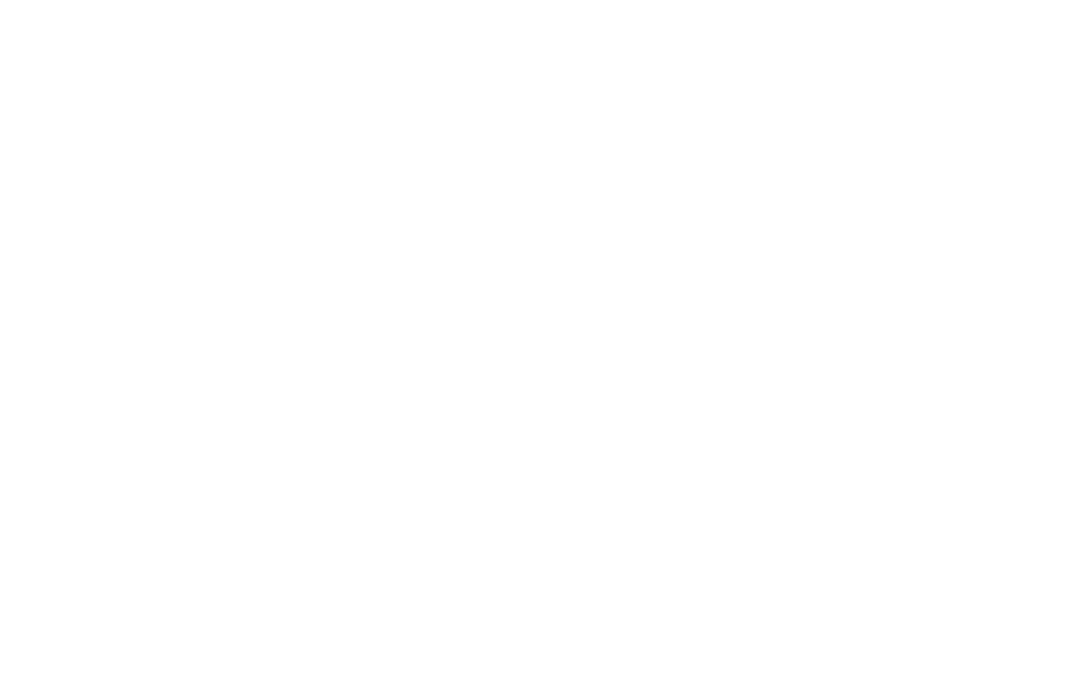


Рисунок 10 – Схеми активного вентилювання зерна в засіках (*а*) і бункерах ак-

тивного вентилювання (*б*): 1 – повітророзподільний канал; 2 – засік із зерном; 3 – агрегат ВПЭ-6А; 4 – поршень-заглушка; 5 і 6 – внутрішній і зовнішній перфоровані циліндри; 7 – вентилятор; 8 – електрокалорифер.

Керування бункером активного вентилювання БВ-25 здійснюється станцією керування ШАИ5803 – 23АЗ. На рисунку 11 зображено принципіальну електричну схему вентильованого бункера. Схема передбачає ручне і автоматичне керування. При ручному керуванні перемикач *SА* встановлюють у положення «Р» і вмикають та вимикають електродвигун вентилятора і нагрівальні елементи електрокалорифера за допомогою кнопок *SВ1...SВ6*. Про заповнення бункера зерном сигналізують лампа *НL5* та дзвоник *НА*, які вмикаються в електромережу за допомогою датчика рівня зерна *SL* мембранного типу. Кнопкою *SВ7* можна вимкнути дзвінок.

При автоматичному керуванні перемикач *SА* встановлюють у положення «**А**» і натискують на кнопку *SВ1*. При цьому одержує живлення котушка електромагнітного пускача *КМ1*, останній спрацьовує, вмикає електродвигун вентилятора і замикає коло живлення реле часу *КТ*.



**3**

**N ~**

**50**

***Гц***

**, 380**

***В***

***L1 L2 L3 N***

Рисунок 11 – Принципіальна електрична схема бункера активного вентилювання БВ-25

Датчики вологості *Sφ1* і *Sφ2*, відрегульовані відповідно на відносну вологість повітря 70 і 80*%*, залежно від вологості зовнішнього повітря вмикають одну або дві секції нагрівальних елементів електрокалорифера. При відносній вологості повітря, яке виходить з бункера і дорівнює 65*%*, контакт датчика вологості *Sφ3* розмикається, що приводить до вимикання вентилятора і нагрівальних елементів електрокалорифера. Реле часу *КТ* має витримку часу 9—10 *хв*., щоб тепле повітря пройшло через зерно і датчик вологості *Sφ3* контролював відносну вологість повітря на виході з бункера.

###### ХІД РОБОТИ

Бункери активного вентилювання вибирають по потужності електропідігрівників повітря і подачі повітря.

1. Визначаємо розрахункову потужність ***Р, кВт***, електропідігрівників визначають за формулою

*Lв*(2 1) , (31)

*Р* 

3600*е*

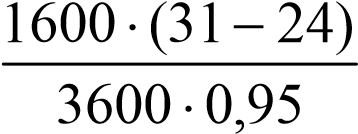
де, *Lв –* подача повітря, *м3/год*; *θ1, θ2 –* відповідно температура повітря на вході і виході із калорифера; *ηе* – ККД електрокалорифера (0,91...0,95).

З додатка Ж вибираємо найбільш близький за потужністю тип бункера активного вентилювання.

**ПРИКЛАД**

Необхідно вибрати бункер активного вентилювання зерна. Температура повітря на вході 24 *ºС*, на виході 31 *ºС*. Подача вентилятора 1600 *м3/год.* ККД електрокалорифера 0,95.

1. Визначаємо розрахункову потужність ***Р, кВт***, електропідігрівників визначають за формулою 31

*Р*    3,27*кВт*

**ВИСНОВОК:** Вибираємо за розрахунковою потужністю бункера активного вентилювання СЗЦ 1,5 на потужність 3,3 *кВт.*

###### ЗМІСТ РОБОТИ

1. Тема роботи
2. Мета роботи
3. Розрахунки індивідуальних завдань
4. Висновок

##### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1. Які Ви знаєте способи збільшення строків зберігання сільськогосподарської продукції?
2. Яку будову мають бункери активного вентилювання зерна?
3. Розповісти роботу принципіальної електричної схеми бункера активного вентилювання БВ-25.

5. Як вибрати бункер активного вентилювання зерна?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* будову електрообігрівної підлоги
* будову електричного килимка
* призначення електрообігрівної підлоги та електричного килимка

**Вміти:**

* розраховувати електрообігрівну підлогу
* робити висновки з розрахунків

##### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Необхідно вибрати бункер активного вентилювання зерна за даними таблиці 7.

Таблиця 7 – Вихідні дані для практичної роботи 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| варіант | Температура повітря на вході, *ºС* | Температура повітря на виході,  *ºС* | Подача повітря, *м3/год.* | *ηе* |
| 1 | 25 | 33 | 1550 | 0,91 |
| 2 | 14 | 22 | 11000 | 0,92 |
| 3 | 21 | 30 | 3300 | 0,93 |
| 4 | 18 | 28 | 5600 | 0,94 |
| 5 | 21 | 29 | 11300 | 0,95 |
| 6 | 15 | 22 | 22500 | 0,91 |
| 7 | 24 | 31 | 1500 | 0,92 |
| 8 | 18 | 26 | 10500 | 0,93 |
| 9 | 26 | 36 | 3000 | 0,94 |
| 10 | 14 | 25 | 5300 | 0,95 |
| 11 | 13 | 21 | 11100 | 0,91 |
| 12 | 22 | 29 | 22000 | 0,92 |
| 13 | 24 | 32 | 1450 | 0,93 |
| 14 | 11 | 20 | 10000 | 0,94 |
| 15 | 25 | 36 | 2800 | 0,95 |
| 16 | 24 | 36 | 5000 | 0,91 |
| 17 | 17 | 25 | 10700 | 0,92 |
| 18 | 20 | 28 | 21500 | 0,93 |
| 19 | 12 | 20 | 1400 | 0,94 |
| 20 | 25 | 34 | 9500 | 0,95 |
| 21 | 19 | 31 | 2500 | 0,91 |
| 22 | 22 | 34 | 4700 | 0,92 |
| 23 | 26 | 36 | 10600 | 0,93 |
| 24 | 21 | 29 | 21000 | 0,94 |
| 25 | 15,5 | 24 | 1350 | 0,95 |
| 26 | 22,5 | 32 | 9000 | 0,91 |
| 27 | 23 | 37 | 2200 | 0,92 |
| 28 | 25 | 38 | 4400 | 0,93 |
| 29 | 15 | 23 | 10300 | 0,94 |
| 30 | 22 | 30 | 20700 | 0,95 |

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

**ТЕМА:** Розрахунок і вибір холодильних установок**.**

**МЕТА РОБОТИ:** Навчитися розраховувати та вибирати холодильні

установки.

###### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Одним з ефективних способів консервації і зберігання сільськогосподарських продуктів є їх охолодження. Охолоджують молоко, м'ясо, свіжу рибу, масло, овочі, ягоди при короткочасному зберіганні, а при тривалому зберіганні заморожують у спеціальних холодильних камерах. Для одержання холоду застосовують холодильні машини.

Пристрій, здійснюючий перенесення теплоти від середовища з нижчою температурою до середовища з вищою температурою, називають трансформаторами теплоти. В залежності від цілей процесу один і той же трансформатор теплоти може охолоджувати робоче середовище, працюючи як холодильна машина, або нагрівати робоче середовище, працюючи як тепловий насос, або одночасно охолоджувати одне робоче середовище і нагрівати інше (комбінований режим). Останній режим найбільш ефективний в енергетичному і економічному відношеннях.

Згідно законів термодинаміки, перенесення теплоти від середовища з нижчою температурою до середовища з вищою температурою можливий при споживанні трансформатором теплоти зовнішньої енергії (електричної, механічної і ін.). Трансформатори теплоти можуть бути компресійними (механічними), абсорбційними (термохімічними), напівпровідниковими (термоелектричними).

Найбільше розповсюдження мають компресійні трансформатори частоти, а найбільш досконалі і перспективні термоелектричні.

Так, для охолодження і зберігання молока на фермах використовують холодильні установки УВТ-10, АВ 30, МВТ –14, МВТ-20, резервуариохолоджувачі моло-

ка ТОМ-2А, ТО-2, ТОВ-1, РПО-1,6, РПО-2,5 та ін.

Для охолодження і зберігання фруктів в сховищах використовують фреонові холодильні установки ХМФ-16 та ХМФ-32. Всі ці установки мають компресійні електрохолодильні машини.

|  |
| --- |
| **ЗВЕРНУТИ УВАГУ**  **!**      **В холодильних машинах найчастіше використовують холодильний агент R12 (фреон –12) – діфтордіхлорметан СF2Cl2 з температурою кипіння (****29,7 *ºС*) і холодильний агент R17 – аміак NH3 з температурою кипіння**  **(****33,4 *ºС*).** |

***Резервуар-охолодник молока МКА-2000Л-2А*** з рекуператором тепла

(ТУ 105.2.ЗД.797.83) застосовується для зберігання добового надою молока на тваринницьких фермах без проміжного холодоносія (води) з одночасним одержанням теплої води для технічних потреб. Резервуар складеться з молочної ванни, компресорно-конденсаторного агрегату ДХ2-28-068/0, трубопроводів, розподільної шафи, електронасоса та рекуператора. Дно молочної ванни виконано у вигляді щілинного випарника, який є основною частиною компресорно-конденсаторного агрегату. Як холодоагент використовується газ фреон-Р12. Молочна ванна виконана з нержавіючої сталі. Зовнішня частина ванни покрита шаром теплоізоляції. Молоко охолоджується до заданої температури в автоматичному або ручному режимах. При роботі холодильного агрегату працює і мішалка молока, а при досягненні установленої температури  вимикається. Відкачують молоко із молочної ванни електронасосом. На одному з торців ванни знаходиться холодильна арматура, ящик керування з чотирипозиційним перемикачем режимів роботи і температур, термометр для візуального контролю температури молока, яке знаходиться в ванні. Кількість молока в ванні визначається мірною лінійкою. З ванни молоко відкачується в цистерну насосом 36-ЗЦ3,5—10.

|  |
| --- |
| **ЦІКАВО ЗНАТИ**  **Для використання теплоти конденсації перегрітих парів та одержання теплої води резервуар-охолодник обладнано рекуператором, в якому вода нагрівається до температури 50**  **60 *°С*. Воду з більш високою температурою можна одержати, використовуючи додатковий електронагрівник. При охолодженні 1 *т* молока одержують 0,7 *т* води температурою до 50 *°С*. Резервуар МКА-2000Л-2А дозволяє зекономити до 2,5 *т* умовного палива в рік.** |

###### ХІД РОБОТИ

Основними параметрами холодильних машин є ***холодильна продуктивність****.*

1. Холодильна продуктивність ***Pх***, ***кВт,*** являє собою кількість теплоти, яку холодильна машина може відібрати від охолоджуваного середовища за одиницю часу і розраховується за формулою

*Qх*  *КmC*(1 2), (32)

*Рх*  *Т* 3600*Т*

де, *К* – коефіцієнт який враховує втрати, *К* =1,2...1,25;

*QХ –* кількість теплоти, що відбирається від охолоджуваного середовища за проміжок часу *Т* (*год.*), *кДж*;

*т –* маса охолоджуваного середовища, *кг*;

*С –* питома теплоємність охолоджуваного середовища,

*С =* 3,932*кДж/(кг**оС)* питома теплоємність молока в інтервалі темпе-

ратур 5...36*ºС*;

*1* і *2* – початкова і кінцева температура, *ºС*.

1. Приймаємо холодильну установку за умовою *Рвст.*> *Рх*.
2. Перевіряємо можливість використання установки меншої потужності, якщо вона буде працювати в режимі „Лід”. Визначаємо дефіцит холодильної потужності ***Рд, кВт***, з формули

*Рд*  *Рх*  *Рвст*.,*кВт*

(33)



*Рд*  *Рд* 3600,*кДж год*/ .

1. Обчислюємо кількість льоду, яку необхідно виморозити для одержання холоду ***тл, кг/год.,*** за формулою

## *Р*

*тл*  *д* , (34)

*rл*

де, *rл*  теплота танення льоду, *rл* = 335 *кДж/кг.*

1. Визначаємо тривалість роботи менш потужної установки в режимі наморожування льоду при встановленій потужності за одну годину ***т\*л, кг/год.,*** з виразу

*т**л*  *Рвст*. , (35) *rл*

1. Розраховуємо час ***Т, год.***, за який установка наморожує кількість льоду для одержання холоду, за формулою

*тл* (36)

*Т* 

*т**л*

Робимо висновки.

**ПРИКЛАД**

Вибрати холодильну установку для охолодження 2500 *кг* від температури

*1 = 36°С* до *2 = 5°С*, тривалість охолодження Т = 3 *год* .

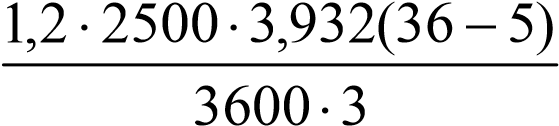
### *РОЗВ’ЯЗАННЯ*

1. Визначаємо холодильну потужність ***Рх, кВт***, за формулою

*КтС*(1 2) ,

*Рх* 

3600*Т*

*Рх*    33,85*кВт*

1. Вибираємо холодильну установку (додаток К) типу АВ-30: холодильна потужність *Рх.у* = 35 *кВт*; споживана потужність 18 *кВт.*
2. Перевіряємо можливість використання установки меншої потужності **МВТ-20** з холодильною потужністю *Рх* = 20,4 *кВт*, якщо вона буде працювати в режимі „Лід”. Визначаємо дефіцит холодильної потужності ***Рд, кВт***, з формули

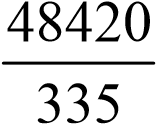
33

*Рд*  33,85  20,4 13,45*кВт*



*Рд* 13,45 3600  48420*кДж год*/ .

1. Обчислюємо кількість льоду, яку необхідно виморозити для одержання холоду ***тл, кг/год.,*** за формулою 34

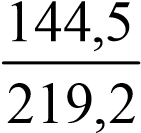
*тл*   144,5*кг год*/ .

1. Визначаємо тривалість роботи менш потужної установки в режимі наморожування льоду при встановленій потужності за одну годину ***т\*л, кг/год.,*** з виразу 35

*т**л*  20,4 3600  219,2*кг год*/ .

335

1. Розраховуємо час ***Т, год.***, за який установка наморожує кількість льоду для одержання холоду, за формулою 36

*Т*    0,66*годин*

**ВИСНОВОК:** Таким чином, тривалість циклу  3,66 *години*. Замість потужної дорогої установки можна використати більш економнішу.

### ЗАПИТАННЯ ДЛЮ САЛОКОНТРОЛЮ

1. Для чого використовують холодильні установки?
2. Які бувають холодильні установки?
3. Для чого застосовують резервуари охолоджувачі?
4. Як розрахувати холодильну установку?

**Після виконання роботи студент повинен:**

**Знати:**

* + призначення холодильних установок
  + призначення резервуара охолоджувача

**Вміти:**

* + розраховувати та вибирати холодильні установки
  + робити висновки з розрахунків

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Необхідно вибрати холодильну установку для охолодження молока. розрахункові доні взяти з таблиці 8.

Таблиця 8  Вихідні дані для практичної роботи 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | молока    охолодження  для    ,  *кг*    Маса | Початкова  ература    ,  *º*  *С*    темп | Кінцева    ература  ,  *º*  *С*    темп | охолодження  ,  *год*  *.*    Час | Варіант | молока    для    охолодження  ,  *кг*    Маса | Початкова    ература  ,  *º*  *С*    темп | Кінцева    ература  ,  *º*  *С*    темп | охолодження  ,  *год*  *.*    Час |
| 1 | 2500 | 36 | 5 | 2,0 | 16 | 1000 | 28 | 5 | 4,5 |
| 2 | 2000 | 28 | 5 | 4,5 | 17 | 2000 | 30 | 5 | 3,0 |
| 3 | 1000 | 30 | 5 | 4,0 | 18 | 1700 | 30 | 5 | 2,5 |
| 4 | 1500 | 28 | 5 | 4,5 | 19 | 2500 | 33 | 5 | 3,5 |
| 5 | 2200 | 36 | 5 | 2,5 | 20 | 1000 | 33 | 5 | 3,0 |
| 6 | 1000 | 36 | 5 | 2,0 | 21 | 1500 | 34 | 5 | 2,5 |
| 7 | 1500 | 30 | 5 | 4,0 | 22 | 2200 | 29 | 5 | 3,0 |
| 8 | 2000 | 31 | 5 | 3,5 | 23 | 2000 | 35 | 5 | 4,0 |
| 9 | 1700 | 36 | 5 | 2,0 | 24 | 2500 | 30 | 5 | 2,5 |
| 10 | 1500 | 33 | 5 | 3,0 | 25 | 1500 | 36 | 5 | 2,0 |
| 11 | 2200 | 30 | 5 | 4,5 | 26 | 1700 | 26 | 5 | 3,0 |
| 12 | 1000 | 34 | 5 | 2,5 | 27 | 1000 | 32 | 5 | 3,5 |
| 13 | 2200 | 33 | 5 | 4,0 | 28 | 2200 | 36 | 5 | 2,0 |
| 14 | 1700 | 28 | 5 | 3,5 | 29 | 1500 | 32 | 5 | 3,5 |
| 15 | 2000 | 34 | 5 | 2,5 | 30 | 2000 | 36 | 5 | 2,0 |

### ДОДАТКИ

**ДОДАТОК А**

Таблиці 1  Теплота згорання деяких видів палива та їхня вартість

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Одиниці вимірювання | Теплота, яка виділяється при згорання, х106*Дж* | Вартість енергоносія, *грн.* |
| Антрацит | *1 кг* | 28,5 |  |
| Буре вугілля | *1 кг* | 12,5 |  |
| Кам’яне вугілля | *1 кг* | 25 |  |
| Дрова (сухі) | *1 кг* | 12 |  |
| Торф | *1 кг* | 15 |  |
| Бензин | *1 кг* | 44 |  |
| Гас | *1 кг* | 45 |  |
| Дизпаливо | *1 кг* | 42 |  |
| Мазут | *1 кг* | 39 |  |
| Природній газ | *1 м3* | 45 |  |
| Електроенергія | *1 кВт·год.* | 3,6 |  |

**ДОДАТОК Б**

Таблиця 1 – Провідникові матеріали для нагрівальних елементів

та їхні технічні дані

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Найменування матеріалу** | **Щільність**  **,**  ***г***  ***/***  ***см***  ***3*** | **Питомий**    **електричний**    **опір**    **при**  **20**  ***°***  ***С***  **,**  ***Ом***  ***·***  ***м*** | **Температурний**    **ко**  **-**  **ефіцієнт**    **опору**    **при**  **20**  ***°***  ***С***  ***, °***  ***С***  ***-1*** | **Максимально**    **допустима**    **робо**  **-**  **ча**    **температура**  **,**  ***°***  ***С*** | **Температура**    **плав**  **-**  **лення**  **,**  ***°***  ***С*** |
| Ніхром (Х20Н80) | 8,4 | 1,10·10-6 | 0,000165 | 1150 | 1400 |
| Ніхром (Х15Н60) | 8,2 | 1,10·10-6 | 0,000163 | 1050 | 1390 |
| Фехраль(Х13А4) | 7,1 | 1,35·10-6 | 0,00017 | 900 | 1450 |
| Нержавіюча сталь (1Х18Н9Т) | 7,8 | 0,71·10-6 | 0,000166 | 850 | 1400–1425 |
| Константан | 8,9 | 0,50·10-6 | 0,000005 | 350 – 450 | 1270 |
| Сталь маловуглецева ринкова | 7,8 | 0,135·10-6 | 0,0045 | 300 | 1400 |

Продовження додатка **Б** 2 – Допустимі навантаження на ніхромовий дріт, підвішений горизонтально в спокійному повітрі при температурі 20*°С*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Діаметр дроту** | **Переріз, *мм2*** | **Сила струму, *А*, при розрахунковій температурі, *°С*** | | | | | |  |
| **200** | **400** | **600** | **700** | **800** | **900** | **1000** |
| 0,1 | 0,00785 | 0,1 | 0,47 | 0,63 | 0,72 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 0,15 | 0,0177 | 0,46 | 0,74 | 0,99 | 1,15 | 1,28 | 1,4 | 1,62 |
| 0,2 | 0,0314 | 0,65 | 1,03 | 1,4 | 1,65 | 1,82 | 2,0 | 2,3 |
| 0,25 | 0,049 | 0,84 | 1,33 | 1,83 | 2,15 | 2,4 | 2,7 | 3,1 |
| 0,3 | 0,085 | 1,05 | 1,63 | 2,27 | 2,7 | 3,05 | 3,4 | 3,85 |
| 0,35 | 0,096 | 1,27 | 1,95 | 2,76 | 3,3 | 3,75 | 4,15 | 4,25 |
| 0,4 | 0,126 | 1,5 | 2,34 | 3,3 | 3,85 | 4,4 | 5,0 | 5,7 |
| 0,45 | 0,159 | 1,74 | 2,75 | 3,9 | 4,45 | 5,2 | 5,85 | 6,75 |
| 0,5 | 0,195 | 2,0 | 3,15 | 4,5 | 5,2 | 5,9 | 6,75 | 7,7 |
| 0,55 | 0,238 | 2,25 | 3,55 | 5,1 | 5,8 | 6,75 | 7,6 | 8,7 |
| 0,6 | 0,282 | 2,52 | 4,0 | 5,7 | 6,5 | 7,5 | 8,5 | 9,7 |
| 0,65 | 0,332 | 2,82 | 4,4 | 6,3 | 7,15 | 8,25 | 9,3 | 10,75 |
| 0,7 | 0,385 | 3,1 | 4,8 | 6,95 | 7,8 | 9,1 | 10,3 | 11,8 |
| 0,75 | 0,442 | 3,4 | 5,3 | 7,55 | 8,4 | 9,95 | 11,25 | 12,85 |
| 0,8 | 0,503 | 3,7 | 5,7 | 8,15 | 9,15 | 10,8 | 12,3 | 14,0 |
| 0,9 | 0,636 | 4,25 | 6,7 | 9,35 | 10,45 | 12,3 | 14,5 | 16,5 |
| 1,0 | 0,785 | 4,85 | 7,7 | 10,8 | 12,1 | 14,3 | 16,8 | 19,2 |
| 1,1 | 0,95 | 5,4 | 8,7 | 12,4 | 13,9 | 16,5 | 19,1 | 21,5 |
| 1,2 | 1,13 | 6,0 | 9,8 | 14,0 | 15,8 | 18,7 | 21,6 | 24,3 |
| 1,3 | 1,33 | 6,6 | 10,9 | 15,6 | 17,8 | 21,0 | 24,4 | 27,0 |
| 1,4 | 1,54 | 7,25 | 12,0 | 17,4 | 20,0 | 23,3 | 27,0 | 30,0 |
| 1,5 | 1,77 | 7,9 | 13,2 | 19,2 | 22,4 | 25,7 | 30,0 | 33,0 |
| 1,6 | 2,01 | 8,6 | 14,4 | 21,0 | 24,5 | 28,0 | 32,9 | 36,0 |
| 1,8 | 2,54 | 10,0 | 16,9 | 24,9 | 29,0 | 33,1 | 39,0 | 43,2 |
| 2,0 | 3,14 | 11,7 | 19,6 | 28,7 | 33,8 | 39,5 | 47,0 | 51,0 |
| 2,5 | 4,91 | 16,6 | 27,5 | 40,0 | 46,6 | 57,5 | 66,5 | 73,0 |
| 3,0 | 7,07 | 22,3 | 37,5 | 54,5 | 64,0 | 77,0 | 88,0 | 102,0 |
| 4,0 | 12,6 | 37,0 | 60,0 | 80,0 | 93,0 | 110, | 129,0 | 151,0 |
| 5,0 | 19,6 | 52,0 | 83,0 | 105,0 | 124,0 | 146,0 | 173,0 | 206,0 |

**ДОДАТОК В**  1  характеристики електроводонагрівників

акумуляційного типу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | УАП  -400  /  М  09-  1 | П  -800  /  1    УА  09  -  М | 09-  УАП  -  1600  /  М  1 | САОС  400/90-  -    И  1 | САОС  -    90-  И  1    800  / |
| Місткість баку, *л* | 400 | 800 | 1600 | 400 | 800 |
| Потужність, *кВт* | 12 | 18 | 30 | 12 | 18 |
| Температура води на виході, *°С* | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Час розігріву води до 80 *°С*, *год.* | 2,9 | 5,0 | 6,0 | 3,3 | 5,0 |
| Надлишковий тиск води у водонагрівнику, *МПа* | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Коефіцієнт корисної дії, *%* | 95 | 95 | 95 | 96 | 96 |

Таблиця 2  Технічні характеристики проточних електроводонагрівників

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | ЭПВ  -2  А | 00    ВЭП  -6 | САЗ  С  -400/90-  И  1 | САЗС  -800/90-  И  1 | ЭВ  -  Ф  -1  5  А |
| Місткість баку, *л* | 12 | 600 | 400 | 800 | 12 |
| Потужність нагрівних елементів, *кВт* | 10,5 | 10 | 12 | 18 | 15 |
| Максимальна температура води на виході, *0С* | 90 | 90 | 95 | 95 | 75 |
| Потужність електродвигуна циркуляційного насоса, *кВт* |  | 0,37 | 0,37 | 0,37 |  |
| Надлишковий тиск води у водонагрівнику, *МПа* | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Коефіцієнт корисної дії, *%* | 90 | 90 | 96 | 96 | 91 |

Продовження додатка **В** 3 – характеристики трубчатих електронагрівників типу ТЕН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Питома потужність,**  ***Вт/см2*** | **Нагрівний матеріал** | **Умовне позначення нагрівного матеріалу** | **Застосування** | **Матеріал трубки** |
| **5,0** | Повітря та інші гази і суміш газів | **Т** | Нагрівання нерухомого повітря при температурі поверхні ТЕНа  від 450 до 700 *°С* | Нержавіюча сталь |
| **2,2** | Те ж | **С** | Те ж, при температурі поверхні ТЕНа до 450 *°С* | Вуглецева сталь |
| **5,5** | Те ж | **О** | Нагрівання повітря в потоці при швидкості не менше 6 *м/с* до те-  мператури поверхні ТЕНа 450  *°С* | Те ж |
| **6,5** | Теж | **К** | Те ж, при температурі поверхні ТЕНавід 450 до 600 °С | Нержавіюча сталь |
| **2,5** | Те ж | **Э** | Нагрівання повітря в потоці при швидкості менше 6 *м/с* до температури поверхні ТЕНа 450  *°С* | Вуглецева сталь |
| **5,1** | Те ж | **Н** | Те ж, при температурі поверхні ТЕНа від 450 до 600 °С | Нержавіюча сталь |
| **7,0** | Вода, слабкий  розчин лугів і кислот | **Х** | Нагрівання, кип'ятіння | Мідь, латунь |
| **11,0** | Вода, слабкий  розчин лугів і кислот | **П** | Нагрівання, кип'ятіння | Нержавіюча сталь |
| **11,0** | Те ж | **Р** | Те ж | Вуглецева сталь |
| **3,0** | Жири харчові,  мінеральні масла | **И** | Нагрівання у ваннах до температури поверхні ТЕНа до 300 *°С* | Те ж |

Продовження додатка **В**  4 – дані трубчатих електронагрівників для нагрівання води, слабких розчинів лугів і кислот

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер**    **по**    **каталогу**  **12.15.04**  **77**  **–** | **Умовне позначення трубчатого нагрівника** | **Номінальна**  ***,***    ***кВт***    **потужність** | **Опір,**  ***Ом*** | **то**  **поверхнева**    ***Вт***  ***/***  ***см***  **ма**    **потужність**  **,**  **Пи**  ***2*** | **Розмір, *мм*** | | | | **,**  ***м***    **Активна**  **довжина** |
| **габаритний** | | **установочний** | |
| **А** | **Б** | **Г** | **Д** |
| 3 | ТЕН-32АВ/0,4Р36 | 0,4 | 3,24 | 4,08 | 370  171 | —  86 | —  73 | — | 240 240 |
| 5 | ТЕН-32А10/0,4Р220 | 0,4 | 120,88 | 5,3 | 171 | 60 | 50 | — | 240 |
| 6 | ТЕН-32А10/0,4П220 | 0,4 | 120,88 | 5,3 | 171 | 60 | 50 | — | 240 |
| 8 | ТЕН-32А13/0,4Р36 | 0,63 | 2,06 | 6,43 | 370  171 | —  86 | —  73 | — | 240  240 |
| 10 | ТЕН-32А13/1Р220 | 1,0 | 48,35 | 10,21 | 380  183 | —  96 | —  83 | — | 240  240 |
| 16 | ТЕН-44А13/0,63Р36 | 0,63 | 2,06 | 4,29 | 490  231 | —  86 | —  78 | — | 360  360 |
| 20 | ТЕН-44А13/0,8Р220 | 0,8 | 60,44 | 5,44 | 228 | 113 | 100 | — | 360 |
| 36 | ТЕН-78А13/0,63Р110 | 1,0 | 12,10 | 3,50 | 830  401 | —  86 | —  73 | — | 700  700 |
| 59 | ТЕН-100В13/2Р220 | 2,0 | 24,2 | 6,12 | 519 | 95 | 65 | 465 | 800 |
| 62 | ТЕН-100Б13/3,5Р220 | 3,5 | 13,83 | 9,86 | 519 | 95 | 65 | 466 | 870 |
| 63 | ТЕН-100В13/3,5П220 | 3,5 | 13,83 | 10,72 | 519 | 95 | 65 | 466 | 800 |
| 66 | ТЕН-100А13/4Р220 | 4,0 | 12,10 | 10,65 | 512 | 117 | 87 | 452 | 920 |
| 66 | ТЕН-100А13/4П220 | 4,0 | 12,10 | 10,65 | 512 | 117 | 87 | 452 | 920 |

**ДОДАТОК**

1  Розрахункові метеорологічні умови в свинарських приміщеннях

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Температура повітря у**  **приміщенні,**  ***0***  ***С*** | * **Для молодняку старше** * **30 днів і дорослої птиці** | |  **Для м**   | |
|  **коефіцієнт для визначення** | |  **коефіціє** | |
|  **теплоти** | * **водяної пари**   **і**   * **вуглекислого**  **газу** |  **теплоти** |  |
|  12 |  1,05 |  0,9 |   |  |
|  16 |  1,0 |  1,0 |   |  |
|  20 |  1,0 |  1,0 |  1,0 |  |
|  24 |  1,05 |  1,05 |  1,0 |  |
|  26 |  1,07 |  1,13 |  1,03 |  |
|  28 |  1,1 |  1,22 |  1,05 |  |
|  32 |  1,15 |  1,34 |  1,1 |  |

**н**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Назва будівель або приміщень** | **Температура повітря**  **в холодний і перехідний періоди, *ºС*** | | | **Відносна вологість**  **повітря,**  ***%*** | | **Швидкість повітря, *м/с*, у період** | |
| **розрахунк**  **ов**  **а** | **мак**  **сима**  **льна** | **мінімальна** | **максимал**    **ьна** | **мінімальна** | **холодний** | **теплий** |
| Приміщення для холостих і легкосупоросних маток і хряків плідників | 16 | 19 | 13 | 75 | 40 | 0,3 | 0,9 |
| Приміщення для відлучених поросят і ремонтного молодняку | 20 | 22 | 18 | 70 | 40 | 0,3 | 0,6 |
| Свинарниквідгодівельник для утримання свиней | 18 | 20 | 14 | 75 | 40 | 0,3 | 1,0 |
| Свинарникматочник для важкосупоросних (за 7 – 10 днів до опоросу) і підсосних маток | 20 | 22 | 18 | 70 | 40 | 0,15 | 0,4 |

Таблиця 2  Коефіцієнти визначення кількості теплоти, вуглекислого газу і водяної пари, що виділяється птицею при різних температурах

3  Норми виділення теплоти, вуглекислого газу і водяної пари різними видами і групами тварин при температурі +10 0С і відносній вологості повітря 70%, з розрахунку на одну голову

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Види і групи тварин** | **Маса тварин, *кг*** | **Теплота, *кДж/год*** | | **Вуглекислий газ, *л/год*** | **Водяна пара *г/год*** |
| **загальна** | **вільна** |
| ***Велика рогата худоба*** | | | | | |
| Корови тільні, сухостійні і нетелі за два місяці до отелення | 300  400  600  800 | 2780  3308  4262  5007 | 2001  2382  3069  3605 | 100  118  153  179 | 319  380  489 574 |
| Корови дійні при  Рівні лактації, *л*  5        10        15 | 300  400 500 600  300  400  500  600  300  400  500  600 | 2755  3287  3559  4229  2964  3521  3965  4400  3241  3994  4421  4786 | 1985 2366 2520  3044 2135 2533 2855 3169 2462  2876  3282  3446 | 99  118 126  152 106 126 142 158 123  143  158  172 | 316 377 408  485 340 404 455 505 392  458 507  549 |
| Телята віком місяців  до 1        від 1 до 3        від 3 до 4 | 30  40  50 80  40  60  100  130 90  120  150  200 | 461  649  800  1176  678  988  1549  1768  1143  1700  1758  2483 | 331 469 574  846 490 712  1114  1264 821  1223  1264  1656 | 17  23  29  42  24  35  56  63  41  61  63  89 | 53  74  92  135 78  113 177  202  131  195  202 265 |
| Молодняк віком 4 місяці і більше | 120  180  250  360 | 1482  1884  2282  2998 | 942  1357  1641  2156 | 53  68  82  107 | 170 216  261  344 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Види і групи тварин** | * **Маса** * **тварин,** * ***кг*** |  **Теплота, *кДж/год*** | |  |
|  **загальна** |  **вільна** |
|  ***Свині*** | | | | |
| * Матки холості та * легкопоросні | * 100 * 200 * 300 |  1235  1696  2165 | * 888 * 1223  1557 |  |
|  Матки важкопоросні | * 100 * 150 * 200 | * 1206  1419 * 1608 | * 871 * 1022 * 1156 |  |
| * Матки підпсні   з   * поросятами | * 100  150 * 200 | * 2445  2784 * 3215 | * 1758  2010 * 2324 |  |
| * Поросята до * двомісячного віку | * 7 * 10 * 15 | * 261,3  362,5 * 460,5 | * 188 * 260,8 * 330,8 |  |
|  Поросята відлучені | * 20 * 30 * 40 | * 504,1  605,4 * 707,2 | * 363 * 435,4 * 410,8 |  |
| * Ремонтний і * Відгодівельний * молодняк | * 50 * 60 * 80 * 90 * 100  110 * 120 | * 775 * 929 * 1080  1143 * 1202 * 1264 * 1315 | * 557  674 * 775 * 821  862 * 909 * 946 |  |
| * Дорослі свині на * відгодівлі | * 100  200 * 300 | * 1327  1758 * 2315 | * 955 * 1264  1666 |  |

Продовження таблиці 3

***Примітка.* Норми виділення тваринами теплоти і водяної пари залежить від температури і відносної вологості повітря. Зміна цих норм залежно від температури враховується множенням показників, наведених в таблиці 3 на відповідні коефіцієнти подані в таблиці 4. Щоб визначити кількість теплоти, водяної пари та вуглекислого газу, що виділяються тваринами при відносній вологості повітря понад 70%, треба за таблицями 3 дані збільшити на 3*%*.**

Таблиця 4  Зміна норм виділення тваринами вільної теплоти та водяної пари залежно від температури навколишнього повітря

**в**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  **Температура повітря в**  **приміщенні,**  ***0***  ***С*** | * **Коефіцієнт для визначення** * **кількості вільної теплоти у** * **приміщеннях для** * **утримання** | | |  |
| * **великої** * **рогатої** * **худоби** |  **свиней** |  **овець** |     |
|  |  10 |  1,59 |   |   |  |
|  |  5 |  1,43 |  1,59 |   |  |
|  |  0 |  1,21 |  1,25 |  1,25 |  |
|  |  5 |  1,12 |  1,08 |  1,08 |  |
|  |  10 |  1,0 |  1,0 |  1,0 |  |
|  |  15 |  0,85 |  0,86 |  0,8 |  |
|  |  20 |  0,63 |  0,67 |  0,6 |  |
|  |  25 |  0,30 |  0,42 |  0,4 |  |
|  |  30 |  0,11 |  0,24 |   |  |

**р**

**х**

Таблиця 5  Рекомендовані швидкості повітря в приміщеннях для птахів

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Приміщення** | **Швидкість руху повітря в приміщенні, *м/с*** | | | | | |
| **в холодний період** | | | **в теплий період** | | |
| **мінімальн**  **а** | **оптим**  **альна** | **макси**  **м**  **альна** | **мінімальна** | **оптимальна** | **макси**  **м**  **альна** |
| Для утримання курей, індиків | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 1,0 |
| Для утримання качок, гусей | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 0,3 | 0,8 | 1,2 |
| Для утримання молодняку птахів | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,6 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Вид і вікова група** | * **Жива**  **маса,** * ***кг*** | * **Вільна** * **тепло-**   **та,**   * ***кДж*** | * **Вуглекислий** * **газ, *л*** |  |
| * Кури до-   рослі яєчних порід   * (у клітках) |  1,5...1,7 |  24,6 |  1,54 |  |
|  Кури дорослі м’ясних порід (на підлозі) |  3,0...3,5 |  21,3 |  1,44 |  |
| * Ремонтний молодняк курей яєчних порід віком, тижнів:      * 1 * 2...4  5...8 * 9...17 * 10...29 | * 0,06  0,25 * 0,60 * 1,14 * 1,45 | * 63,8  51,2 * 30,1 * 27,9 * 26,4 | * 2,7 * 2,2 * 1,53  1,26 * 1,02 |  |
| * Ремонтний молодняк курей м’ясних порід віком, тижнів:      * 1 * 2..4 * 5...9 * 10...20 * 21...26 | * 0,08 * 0,48 * 1,4  2,3 * 2,8 | * 56,3  42,8 * 29,1 * 19,5 * 20,3 | * 2,37  2,2 * 1,74  1,4 * 1,28 |  |

Таблиця 6  Кількість виділеної теплоти, вуглекислого газу і водяної пари, що виділяється птицею на 1 *кг* її живої маси за годину

***Примітка.***

1. **Кількість виділеної теплоти, вуглекислого газу і водяної пари наведена при оптимальній відносній вологості і температурі внутрішнього повітря +24*0С* для молодняку віком до 30 днів і 16...18*0С* – молодняку старшого віку і дорослої птиці.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Курчата бройлери |  |  |  |  |  |  |
|      | віком тижнів:  1...8 (у клітках) 1..9 (на підлозі | * 1,3 * 1,4 |    | 28,6 31,0 |    | 1,44  1,63 |  |
|  | Індики дорослі |  6...7,0 |  | 17,4 |  | 1,32 |  |
|  | Качки дорослі |  3,5 |  | 28,3 |  | 1,11 |  |
|  | Гуси дорослі |  5,0...6,0 |  | 10,5 |  | 1,0 |  |

1. **Дані про виділення вільної теплоти молодняком наведені для утримання його на підлозі. При клітковому утриманні ці дані треба приймати з коефіцієнтом 0,9.**
2. **Зміна норм виділення теплоти, вуглекислого газу і водяної пари залежно від температури повітря у приміщенні враховується множенням даних, наведених в таблиці 6, на відповідні коефіцієнти, подані в таблиці 2. Якщо відносна вологість вища оптимальної то норма виділення водяної пари збільшується на 19*%*.**

7 Фізичні властивості вологого повітря

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|     **,**    **Температура**    ***0***  ***С*** |  | **Тиск**    **насиченої**    **водяної**    **пари**  **,**  ***Па***     | ***г***  ***/***  ***м***  ***3***    **Вміст**    **водяної**    **пари**  **при**    **повному**    **насиченні**  **,**   |     **,**    **Температура**    ***0***  ***С*** |  | **Тиск**    **насиченої**    **водяної**    **пари**  **,**  ***Па***     | **и**    **му**    ***г***  ***/***  ***м***  ***3***    **Вміст**    **водяної**  **пр**  **пари**    **о**  **повн**  **насиченні**  **,**               |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  6 |  0, |  | 3 |  7 |  5, |
|  | 2  5 | 2,   68 | 5   05, |  | 4 | 5   78, | 9   68, |
|  | 2  4 | 9,   75 | 6   0, |  | 5 | 1  398, | 4   6, |
|  | 2  3 | 6,   88 | 6   06, |  | 6 | 7  249, | 8   74, |
|  | 2  2 | 4,   98 | 7  03, |  | 7 | 3  531, | 3   7, |
|  | 2  1 | 3,   15 | 8   0, |  | 8 | 0   010 | 8   8, |
|  | 2  0 | 0   21, | 8   08, |  | 9 | 10176, | 3   8. |
|  | 1  9 | 1  391, | 9   16, |  | 1 | 21146, | 8   9, |
|  | 1  8 | 2  431, | 0  15, |  | 0  1 | 72128, | 4   1 |
|  | 1  7 | 3   671, | 1   15, |  | 1  1 | 73118, | 0,   10 |
|  | 1  6 | 5  091, | 2   17, |  | 2  1 | 24104, | 0,   17 |
|  | 1  5 | 6  541, | 3   18, |  | 3  1 | 24193, | 1,   14 |
|  | 1  4 | 8  001, | 5  11, |  | 4  1 | 75193, | 2,   11 |
|  | 1  3 | 9   892, | 6   15, |  | 5  1 | 87101, | 2,   18 |
|  | 1  2 | 1  612, | 8   1, |  | 6  1 | 48119, | 3,   16 |
|  | 1  1 | 3  792, | 9  26, |  | 7  1 | 7923, | 4,   15 |

7

1 53 1 8 70, 5,

0 9, 4 62 4

4 3,

4

1. Розрахункові метеорологічні умови в приміщеннях для ВРХ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Назва будівель і споруд** | **Групи тварин** | **Температура**    **повітря**    **в**    **хо**  **-**  **лодний**    **і**    **перехідний**    **періоди**  **,**  ***0***  ***С*** | **Відносна**  **Вологість повітря, *%*** | | **Швидкість повітря, *м/с*** | |
| **максимальна** | **мінімальна** | **оптимальна** | **максимальна** |
| Корівники, будівлі для молодняку і для  худоби на відгодівлі | Корови, бики-плідники, молодняк старший року, худоба на відгодівлі | 10 | 75 | 40 | 0,5 | 1,0 |
| Корівники і будівлі для молодняку  молочних у районах з  розрахунковою температурою 25*0С* і менше,  приміщення для отелення м’ясних корів | Корови і молодняк різного віку молочних  порід, м’ясні корови перед і після отелення (на глибокій підстилці) | 3 | 85 | 40 | 0,5 | 1,0 |
| Будівлі для молодняку | Молодняк у віці від 4-6 до 12 *місяців* | 12 | 75 | 40 | 0,5 | 1,0 |
| Телятники | Телята у віці від 10-12 днів до 4-6 *місяців* | 15 | 75 | 40 | 0,3 | 0,5 |
| Родильне відділення | Корови телята до 20 *днів* | 15  20 | 75  75 | 40  40 | 0,3  0,3 | 0,5  0,5 |

1. Розрахункові метеорологічні умови в приміщеннях для птахів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Розрахункова температура, *0С*, у** | | |  |
| **Вид і вікові групи птахів** | **холодний період року при утриманні птахів** | | | **Оптимальна відносна**  **вологість повітря, *%*** |
| **на підлозі** | **в місцях**  **локалізованого підігрівання** | **кліткове** |
| Дорослі птахи:  кури індики качки гуси | 16-18  16  14  14 |      | 16-18       | 60-70  60-70  70-80  65-70 |
| Молодняк курей:  ремонтний у віці, тижнів:  від 1 до 4 від 5 до 11 від 12 до 26 курчата –бройлери у віці, тижнів: 1 від 2 до 3 від 4 до 6 від 7 до 8 | 28-24  18-16  16      28-26  22  20  18 | 35-22          35-20  29-26     | 33-24  18  16      33-28  25-24  20  18 | 60-70  60-70  60-70      65-70  65-70  65-70  60-70 |
| Молодняк індиків у віці, тижнів  1 від 2 до 3 від 4 до 5 від 6 до 17 від 18 до 30 | 30-28  28-22  21-19  20-17  16 | 37-30  29-25  25-21     | 35-32  31-27  26-22  21  18 | 60-70  60-70  60-70  60-70  60-70 |
| Молодняк качок у віці, тижнів: 1 від 2 до 4 від 5 до 8 від 9 до 26 | 26-22  20  16  14 | 35-26  25-22     | 31-24  24-20  18  14 | 65-75  65-75  65-75  65-75 |
| Молодняк гусей у віці, тижнів: від 1 до 4 від 4 до 9 від 10 до 39 | 26-22  20-18  14 | 30     | 30-22  20-18  14 | 65-75  65-75  70-80 |

1. Норми мінімального обміну повітря на 1 *кг* маси тварин

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Вентиляційний обмін повітря** | | |
| **Вид і вікова група тварин і птиці** | **на 1 *кг* маси тварин, *м3/год·кг*** | | |
| **взимку** | **у перехідні**  **періоди** | **влітку** |
| Корови і молодняк великої рогатої худоби | 0,17 | 0,25 | 0,4 |
| Телята | 0.2 | 0,25 | 0,4 |
| Свиноматки, кнури | 0,15 | 0,45 | 0,6 |
| Свині на відгодівлі | 0,20 | 0,45 | 0,65 |
| Кури дорослі яєчних порід (у клітках) | 0,7 | 2,2 | 4,0 |
| Кури дорослі м’ясних порід на (підлозі) | 0,75 | 2,5 | 5,0 |
| Молодняк курей яєчних порід віком, тижнів:  від 1 до 9 від 10 до 22 | 0,8 –1,0  0,75 | 2,6  2,7 | 5,0  5,0 |
| Молодняк курей м’ясних порід віком, тижнів:  від 1 до 9 від 10 до 26 | **0,75 –1,0**  0,7 | 2,7  2,8 | 5,5  5,0 |
| Курчата-бройлери віком, тижнів:  від 1 до 8 (у клітках) від 1 до 9 (на підлозі) | 0,7 –1,0  0,7-1,0 | 2,5  2,7 | 5,0  5,5 |
| Індики дорослі | 0,6 | 2,2 | 4,0 |
| Качки дорослі | 0,7 | 2,2 | 5,0 |
| Гуси дорослі | 0,6 | 2,2 | 5,0 |

1. Технічні характеристики електрокалориферів

СФОЦ-Х/0,5-И1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показники** | **СФОЦ**  **-**  **5**  **5-**  **/0,**  **И**  **1** | **СФОЦ**  **-**  **10**  **5-**  **/0,**  **И**  **1** | **СФОЦ**  **-**  **16**  **5-**  **/0,**  **И**  **1** | **СФОЦ**  **-**  **25**  **5-**  **/0,**  **И**  **1** | **СФОЦ**  **-**  **40**  **5-**  **/0,**  **И**  **1** | **СФОЦ**  **-**  **60**  **5-**  **/0,**  **И**  **1** | **СФОЦ**  **-**  **100/0**  **5-**  **,**  **И**  **1** |
| Встановлена потужність, *кВт*: загальна нагрівників електродвигуна | 4,92 4,8  0,12 | 10,0  9,6  0,4 | 16,1  15,0  1,1 | 23,6  22,5  1,1 | 47,2  45,0  2,2 | 69,7  67,5  2,2 | 97,5  90,0  7,5 |
| Кількість секцій нагрівника | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Потужність секцій, *кВт* | 4,8 | 4,8 | 7,5 | 7,5 | 15 | 22,5 | 30,0 |
| Продуктивність по повітрю, *м3/год* | 700 | 800 | 1900 | 2500 | 3500 | 4000 | 5000 |
| Загальний аеродинамічний опір, *Па* | 180 | 350 | 500 | 500 | 900 | 1000 | 1000 |
| Різниця температур повітря на вході і виході, *0С* | 25 | 35 | 30 | 35 | 50 | 65 | 70 |
| Температура нагрітого повітря,  *0*  *С*, не більше | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Номер вентилятора Ц4-70 | 2,5 | 3,2 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6,3 |

Таблиця 12  Технічні характеристики електрокалориферів

СФОЦ-Х/0,5-И3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показники** | **СФОЦ**  **-**    **16**  **5-**  **/0,**  **И**  **3** | **СФОЦ**  **-**    **25**  **5-**  **/0,**  **И**  **3** | **СФОЦ**  **-**    **40**  **5-**  **/0,**  **И**  **3** | **СФОЦ**  **-**    **63**  **5-**  **/0,**  **И**  **3** | **СФОЦ**  **-**    **100/0**  **5-**  **,**  **И**  **3** | **СФОЦ**  **-**    **160/0**  **5-**  **,**  **И**  **3** |
| Встановлена потужність, *кВт* | 17,1 | 24,6 | 52,1 | 76 | 98,5 | 175,5 |
| Продуктивність по повітрю, *м3/год*:  мінімальна | 1500 | 1500 | 4000 | 6000 | 6000 | 10000 |
| максимальна | 3000 | 3000 | 8000 | 12000 | 12000 | 20000 |
| Загальний аеродинамічний опір, *Па* | 550 | 600 | 850 | 900 | 900 | 900 |
| Різниця температур повітря на вході і виході, *0С*:  при мінімальній продуктивності | 40 | 60 | 40 | 40 | 60 | 60 |
| при максимальній продуктивності | 20 | 30 | 20 | 20 | 30 | 30 |

13 Технічна характеристика тепловентиляторів серії ТВ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показники** | **ТВ-6** | **ТВ-9** | **ТВ-12** | **ТВ-18** | **ТВ-24** | **ТВ-36** |
| Подача повітря, *м3/год·103* | 3/6 | 4,5/9 | 6/12 | 9/18 | 12/24 | 18/36 |
| Теплопродуктивність, *кДж/год·104* | 25 | 33,5 | 46 | 67 | 75 | 96 |
| Повний тиск повітря, який здійснює тепловентилятор, *Па* | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 |
| Температура теплоносія(води), *0С*:  на вході в калорифер на виході з калорифера | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Робочий тиск теплоносія, *кПа* | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 | 588 |
| Номінальна потужність електродвигуна, *кВт* | 1,4/2,4 | 2,3/3,7 | 3,2/5,2 | 4,2/7,1 | 6,0/9,0 | 9,0/13 |
| Питома витрата енергії, *кВт·год/м3·104* | 4,6 | 5,5 | 5,4 | 4,8 | 4,5 | 4,2 |
| Маса тепловентилятора, *кг* | 250 | 315 | 360 | 445 | 665 | 695 |

Таблиця 14  Типи ящиків керування тепловентиляторами серії ТВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тепловентилятори** | **Ящики керування** | **Приєднувальна**  **потужність, *кВт*** |
| ТВ-6 | ЯОА 9203-307 4УХЛ3 | 4,4 |
| ТВ-9 | ЯОА 9203-327 4УХЛ3 | 7,2 |
| ТВ-12 | ЯОА 9203-347 4УХЛ3 | 10,6 |
| ТВ-18 | ЯОА 9203-357 4УХЛ3 | 14,2 |
| ТВ-24 | ЯОА 9203-367 4УХЛ3 | 18,0 |
| ТВ-36 | ЯОА 9203-377 4УХЛ3 | 26,0 |

Таблиця 15  Комплектація пристрою керування “Електротерм – ХХТВУХЛ3.1”

ящиками

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип пристрою** | **Тип ящиків керування** | **Потужність регулювання, *кВт*** |
| **Електротерм -16**  **ТВХУЛ3.1** | **Я4301-347ВУХЛ3.1, Я9201104 ВУХЛ3.1 Я5701-3074 ВУХЛ3.1** | **16** |
| **Електротерм-25**  **ТВХУЛ3.1** | **Я4301-367ВУХЛ3.1, Я9201104 ВУХЛ3.1 Я5701-3074 ВУХЛ3.1** | **25** |
| **Електротерм-40**  **ТВХУЛ3.1** | **Я4301-397ВУХЛ3.1, Я9201104 ВУХЛ3.1 Я5701-3274 ВУХЛ3.1** | **46,5** |
| **Електротерм-60**  **ТВХУЛ3.1** | **Я4301-407ВУХЛ3.1, Я9201104 ВУХЛ3.1 Я5701-3474 ВУХЛ3.1** | **69** |
| **Електротерм-100**  **ТВХУЛ3.1** | **Я4301-427ВУХЛ3.1, Я9201104 ВУХЛ3.1 Я5701-3474 ВУХЛ3.1** | **94** |

**ДОДАТОК Д**

Таблиця 1 – Технічні характеристики нагрівних проводів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показники** | **ПОСХВ** | **ПОСХП** | **ПОСХВТ** | **ПНВСВ** |
| Зовнішній діаметр, *мм* | 2,9 | 2,3 | 3,4 | 6,2 |
| Діаметр жили, *мм* | 1,1 | 1,1 | 1,4 | 1,2 |
| Тип ізоляції | Полівінілхлоридна | Поліетиленова | Полівінілхлоридна теплостійка | Полівінілхлорид + фторопласт |
| Допустима робоча температура поверхні проводу, *°С* | до 60 | до 90 | 105 | 80 |
| Опір 1 *м* провода при робочій температурі. *Ом* | 0,174 | 0,174 | 0,094 | 0,148 |
| Питоме навантаження при прокладанні проводів у ґрунті і підлозі, *Вт/м* | 9...10 | 11...12 | 16 | 16 |
| Допустима напруга, *В* | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Електричний опір ізоляції проводів при температурі 20 °С, *МОм·км* | 5 | 5 | 5 | 10 |
| Ресурс роботи, *год* | 12000 | 12000 | 12000 | 20000 |

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку електрообігрівної підлоги

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вид тварин і птиці** | **Рекомендована температура підлоги, *°С*** | **Питома потужність**  **підлоги,**  ***Вт/м2*** | **Питома площа**  **обігрівання,**  ***м2/голову*** | **Рекомендований крок укладання провода, *м*** |
| Курчата добові | 35...40 | 280...300 | 0,015...0,017 | 0,05...0,1 |
| Курчата в віці 30...40 *діб* | 35 | 250...300 | 0,03...0,04 | 0,05...0,1 |
| Курчата в віці 60...70 *діб* | 35 | 250...280 | 0,07...0,08 | 0,05...0,1 |
| Поросята-сисунки | 30...32 | 250...280 | 1...1,2 *м2/гніздо* | 0,1...0,15 |
| Поросята на відгодівлю при масі  15...30 30...45  45...60 | 26  24  18...20 | 150...200  150...200  90...150 | 1,1 *м2/станок*  1,2 *м2/станок*  — | 0,1...0,15  0,1...0,15  0,1...0,15 |
| Свиноматки | 18...20 | 80...100 | 2...2,5 | 0,15...0,2 |
| Корови дійні | 10...13 | 150...190 | — | 0,15...0,2 |
| Корови хворі (мастит, артрит) | 26...29 | 150...200 | — | 0,15...0,2 |

**ДОДАТОК Е**

Таблиця 1 – Рекомендована температура повітря для основних культур

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Культура** | **Рекомендована температура, °С** | | | | |
| **в період**  **проростання насіння та пересаджування** | **в період появи сходів** | **В наступний період** | | |
| **у хмарний день** | **у**  **сонячний день** | **вночі** |
| Розсада капусти | 17...20 | 5...7 | 10...14 | 17...18 | 7...8 |
| Розсада помідорів, перцю і баклажанів | 20...29 | 8...10 | 16...20 | 20...22 | 10...14 |
| Розсада цибулі | 25 | 12 | 16...20 | 20...25 | 15 |
| Редиска | 15...18 | 5...8 | 12...15 | 17 | 7...8 |
| Кріп, шпинат | 24 | 8...10 | 16...18 | 22 | 8...12 |
| Цибуля на перо | 20...25 | 20 | 18...20 | 20...25 | 15 |
| Цвітна капуста | 18...20 | 7...8 | 10...14 | 18 | 12 |
| Салат | 18...20 | 8...10 | 15...20 | 25 | 12...15 |
| Кабачки | 26 | 13 | 20 | 25 | 15 |
| Помідори на плоди | — | — | 18...22 | 24...30 | 15...20 |
| Огірки на плоди | 25...32 | 16...18 | 20...25 | 26...30 | 16...20 |
| Баклажани, перець на плоди | — | — | 18...22 | 24...30 | 15 |

Таблиця 2 – Приведені коефіцієнти передачі через засклену поверхню парника

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Швидкість вітру, *м/с*** | **Коефіцієнт теплопередачі, *Вт·м-2·°С-1*** | |
| **парники без**  **утеплення** | **парники з утепленням** |
| 0 | 7 | 4,5 |
| 2 | 8,5 | 5,5 |
| 4 | 10,2 | 6,0 |
| 6 | 11,2 | 6,3 |
| 8 | 11,6 | 6,7 |

**ДОДАТОК Ж**

Таблиця 1 – Технічні дані бункерів активного вентилювання

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Об'єм бункера, *м3* | Місткість по пшениці, *т* | Подача повітря *м3/год* | Установлена потужність *кВт* | | Маса, *кг* |
| нагрівників | двигуна |
| СЗЦ 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1600 | 3,3 | 1,0 | 275 |
| К-839 | 38,0 | 32,5 | 11000 | 26,0 | 8,0 | 2400 |
| БВ-6 | 8,5 | 6,0 | 3300 | 9,0 | 3,0 | 800 |
| БВ-12,5 | 17,6 | 12,5 | 5600 | 17,5 | 5,5 | 1000 |
| БВ-25 | 35,0 | 25,0 | 11300 | 25,5 | 7,5 | 1750 |
| БВ-50 | 70 | 50,0 | 22500 | 49,0 | 13,0 | 2500 |

**ДОДАТОК К**

Таблиця 1  Технічні характеристики холодильних установок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показники** | **УВТ-10** | **АВ-30** | **МВТ-14** | **МВТ-20** |
| Холодопродуктивність при температурі на виході з випарника 2 оС, *кВт* | 9,0 | 35,0 | 14,6 | 20,4 |
| Витрати води, *м3/год* | 1,2 | 9,0 | 6,0 | 6,0 |
| Встановлена потужність, *кВт* | 6,5 | 18,0 | 6,5 | 9,4 |

# ЛІТЕРАТУРА

1. Басов А.М. и др. Электротехнологыя: Учебное пособие. – М.: Агропромыздат, 1985.
2. Гончар В.Ф., Тищенко В.П. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. Навчальний посібник. – К.: Вища шк., 1989.

– 343 с.

1. Гайдук В.М. Електронагрівні сільськогосподарські установки. – К.: Урожай, 1986. – 144 с.
2. Живописцев Е.Н., Косицын О.А. Электротехнология и электрическое освещение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
3. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 288 с.
4. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
5. Кашенко П.С. Електротехнологія, Навчально-методичний посібник.  К.;

Навчально методичний центр, 2006.  270с.

1. Кудрявцев И.Ф., Карасенко В.А. Электрический нагрев и электротехнология. – М.: Колос, 1975. – 384 с.
2. Кудрявцев И.Ф. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. – М.: Агропромиздат, 1988. – 480 с.
3. Справочник по механизации и автоматизации в животноводстве и птицеводстве / Под ред. А.С. Марченко. – К.: Урожай, 1990. – 456с.