

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ

Методичні рекомендації
для виконання практичних робіт із застосуванням віртуальних
моделей електричних приладів для здобувачів ступеня вищої освіти
«бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

Миколаїв
2021

УДК 621.31:631.3

E50

Рекомендовано до друку методичною радою Інженерно-енергетичного факультету
Миколаївського національного аграрного університету від 28.09.2021р., протокол №1

Укладачі:

Бацуровська І.В. – професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, доктор педагогічних наук, Миколаївського національного аграрного університету.

Чурило Р.Є. – лаборант кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету.

Рецензенти:

- | | |
|-------------------|--|
| Ставинський А. А. | д-р. техн. наук професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; |
| Самойленко О. О. | д-р. пед. наук доцент кафедри інформаційної безпеки держави Навчально- науковий інститут інформаційної безпеки та стратегічних комунікацій Національної академії Служби безпеки України. |

ПЕРЕДМОВА

Електротехнології це наука, що вивчає теорію і практику перетворення електричної енергії в теплову, хімічну, механічну та інші види енергії, поєднаного з технологічним процесом в єдиному пристрої. В процесі перетворення електрична енергія надає дії: теплове, хімічне, механічне, оптичне і їх поєднання. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт із застосуванням віртуальних моделей електричних приладів передбачають завдання на основі вивчення 3D-моделей. Відповідно до дії електричної енергії електротехнологічне обладнання розділене на електротермічне, електрохімічне і електрофізичне. Воно включає в себе наступні процеси і обладнання:

- електротермічні процеси та електротермічне обладнання для здійснення цих процесів;
- електрозварювальні процеси і електрозварювальне обладнання;
- електрофізичні процеси і обладнання;
- електрохімічні процеси і обладнання;
- іонні технології.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Електротехнології» здобувачі вищої освіти вивчають фізичні основи перетворення електричної енергії в теплову, закони та закономірності, які описують ці перетворення; основні способи електронагрівання і безпосереднього їх використання в технологічних процесах; особливості експлуатації електронагрівачів при нагріванні різних середовищ, засоби автоматизації електронагрівальних систем; сучасне електротермічне і електротехнологічне обладнання, конструктивні особливості та галузь їх використання.

Сучасні електротехнології на основі використання віртуалізації та 3D-моделей здатні формувати у здобувачів вищої освіти просторово-візуальні системи сприйняття науково-технічних основ

використання електричної енергії у технологічних процесах. Це забезпечує можливість вирішення електроенергетичних питань у сільськогосподарському виробництві на цифровому рівні в контексті сучасних підходів до навчання.

Підготовка спеціалістів на сьогоднішній день в закладах вищої освіти має відповідати потребам роботодавців. Важливою складовою є впровадження в освіту сучасних технологій які використовуються у виробництві. Методичні рекомендації мають віртуальні 3D-моделі електричних приладів та призначенні для підготовки спеціалістів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Методичні рекомендації складаються з восьми практичних робіт: «Дослідження порівняльних характеристик електричних джерел світла», «Трубчасті обігрівачі», «Мікрохвильова СВЧ-піч», «Підлога з електропідігрівом», «Кондиціонер», «Засоби місцевого електричного опалення», «Електрокалориферна установка», «Електричний паркан». Зміст методичних рекомендацій відповідає робочій програмі.

Данні рекомендації виступає засобом навчання та можуть бути використані для самостійних робіт здобувачів вищих навчальних закладів і викладачів технічних дисциплін.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРИЧНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Мета: роботи полягає у вивченні пристрою, принципу дії і порівнянні основних параметрів найбільш поширених типів електричних джерел світла.

Програма роботи:

1. Ознайомлення з теоретичною інформацією.
2. Вивчення методології і сутності роботи.
3. Складання та захист звіту.

Теоретичні відомості:

Світло є електромагнітними хвилями завдовжки $4 \cdot 10^{-7} \dots 8 \cdot 10^{-7}$ м. Електричні хвилі випромінюються при прискореному русі заряджених частинок. Для того, щоб атом або молекула почали випромінювати, їм необхідно передати певну кількість енергії. Випромінюючи, вони втрачають отриману енергію, тому для безперервного свічення необхідна постійна притока енергії ззовні.

Потік випромінювання $\Phi_{\text{вип}}$ – енергія, що переноситься електромагнітними хвилями за 1 секунду через довільну поверхню. Одиниця вимірювання потоку випромінювання – Дж/с = Вт.

Енергетична освітленість $E_{\text{ен}}$ (щільність потоку випромінювання) – відношення потоку випромінювання до площі рівномірно опромінюваної ним поверхні. Одиниця вимірювання енергетичної освітленості - Вт/м².

Світловий потік Φ – потік випромінювання, що оцінюється по його дії на людське око. Людське око неоднаково чутливе до потоків світла з різними довжинами хвиль (найбільш чутливе око при денному освітленні до світла з довжиною хвилі 555 нм). Одиницею вимірювання світлового потоку з погляду сприйняття його людським оком (яскравості) є люмен (лм). Світловий потік в 1 лм білого світу рівний $4,6 \cdot 10^{-3}$ Вт (1 Вт = 217 лм).

Освітленість E – відношення світлового потоку, падаючого на поверхню, до площі цієї поверхні. Вимірюється в люксах (лк), де люкс – освітленість, при якій на 1 м² поверхні рівномірно розподілений світловий потік в 1 люмен.

Освітленість поверхні прямо пропорційна світловому потоку і обернено пропорційна квадрату відстані від джерела.

Теплове випромінювання – найбільш поширений вид випромінювання. При цьому втрати атомами або молекулами енергії на випромінювання світла компенсуються за рахунок енергії їх теплового руху. Чим вище температура тіла, тим швидше рухаються атоми або молекули. При зіткненні один з одним частина їх кінетичної енергії перетворюється на енергію збудження, яка потім перетворюється на світлову.

Люмінесцентне випромінювання виходить з порівняно невеликого числа центрів люмінесценції – атомів, молекул або іонів, що приходять в збуджений стан під впливом зовнішніх причин, а потім, під час переходу збудженого центру на нижчий енергетичний рівень, що випускають квант люмінесцентного випромінювання. Речовини, в яких відбувається люмінесценція, називаються люмінофорами.

Електричні джерела світла, їх конструкції і параметри

Електричні джерела світла за способом генерування ними випромінювання діляться на температурні (лампи розжарювання) і люмінесцентні (люмінесцентні і газорозрядні лампи).

Принцип дії ламп розжарювання заснований на вищеописаному тепловому випромінюванні. Використання цього принципу обумовлює основні недоліки ламп розжарювання, а саме:

- низький ККД (близько 2 %), оскільки переважна частина споживаної електроенергії цими лампами перетворюється не в світлову, а в теплову енергію;
- низький ККД (близько 2 %), оскільки переважна частина споживаної електроенергії цими лампами перетворюється не в світлову, а в теплову енергію;

Крім того, світло ламп розжарювання відрізняється від природного переважанням променів жовто-червоної частини спектру, що спотворює природне забарвлення предметів.

Не дивлячись на вказані недоліки, в даний час лампи розжарювання знаходять все ще широке розповсюдження у зв'язку з їх простотою в експлуатації, надійністю, компактністю і низькою вартістю.

Лампи розжарювання можуть бути вакуумними і газонаповненими. У останніх використовується аргон з додаванням 12-15 % азоту.

Різновидом ламп розжарювання є галогенові лампи, основна відмінність яких полягає в підвищеному терміні служби, як правило, до 2000 годин. Це досягається за рахунок того, що до складу газового заповнення колби галогенової лампи розжарювання додається йод, який за певних умов забезпечує зворотне перенесення частинок вольфраму спіралі, що випарувалися, із стінок колби лампи на тіло напруження.

Люмінесцентна лампа є запаяною з обох кінців скляною трубкою, внутрішня поверхня якої покрита тонким шаром люмінофора. З лампи відкачано повітря і вона заповнена інертним газом аргонем при дуже низькому тиску. У лампу поміщена крапля ртуті, яка під час нагрівання перетворюється на ртутні пари. Вольфрамові електроди лампи, як правило, мають вид спіралі. Паралельно спіралі розташовуються два жорсткі нікелеві електроди, кожний з яких сполучений з одним з кінців спіралі. При подачі на електроди напруги в газовому середовищі лампи виникає електричний розряд, зокрема між жорсткими електродами і спіраллю.

У циліндровому балоні ртутної лампи йде електричний розряд. Збуджені атоми ртуті випускають могутні потоки електромагнітного випромінювання, основна енергія якого лежить в ультрафіолетовій частині спектра. Під дією ультрафіолетового випромінювання відбувається свічення покритих люмінофором стінок лампи різним кольором. Поглинаючи ультрафіолетове випромінювання, суміш

люмінофорів випромінює у видимій частині спектру і достатньою мірою відтворює спектр денного світла.

Зниження споживання електроенергії при повсюдному впровадженні люмінесцентних ламп у країнах СНД не менше 10 % електроенергії, що виробляється, споживається при освітленні житлових і невиробничих службових приміщень лампами розжарювання. З урахуванням вищевикладеного їх повсюдна заміна у вказаних приміщеннях люмінесцентними лампами дозволить понизити необхідну кількість електроенергії, що виробляється, на 7 %.

Завдання:

Експериментальна установка (рис. 1.1) включає: 1 – лампу розжарювання; 2 – люмінесцентну лампу, що працює з частотою 35 000 Гц; 3 – ватметр для вимірювання споживаною лампами з мережі електричної потужності; 4 – вимикачі; 5 – прилад для вимірювання освітленості люксметр типу ЛК-3.

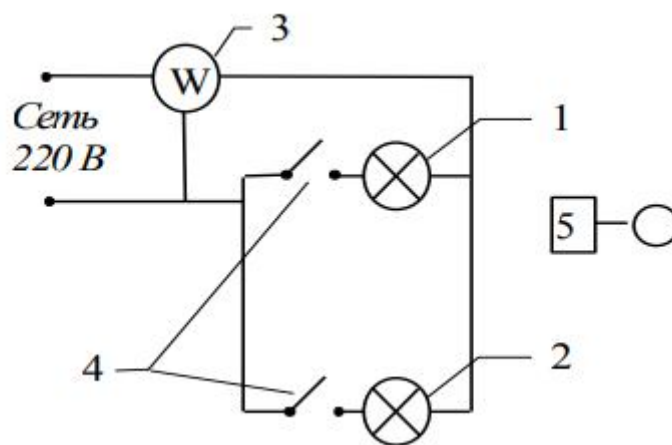


Рис. 1. 1. Схема експериментальної установки

Порядок виконання роботи

1. Встановити діапазон вимірювань люксметра 0–2500 лк.
2. Включити лампу розжарювання. Люксметром 5 заміряти величину освітленості на поверхні включеного світильника в 5 точках.
3. За ватметром 3 визначити величину споживаної лампою розжарювання потужності з мережі.
4. Вимкнути лампу розжарювання.

5. Включити люмінесцентну лампу і провести для неї аналогічні вимірювання.

6. Отримані дані занести до табл. 1.1.

7. Зміряти діаметр d (м) і висоту h (м) циліндричного світильника і визначити його поверхню $S = \frac{\pi d^2}{4} + \pi dh, \text{м}^2$;

8. За результатами розрахунків зробити висновок про економічність розглянутих джерел світла і доцільності їх використання.

9. Побудувати графік залежності E від N для обох типів ламп, а також щільності потоку випромінювання від споживаної потужності $E_{\text{ен}} = f(N)$.

10. Переходячи за посиланням, або QR кодом (рис 1.2., рис 1.3) ознайомитися з побудовою віртуальних моделей лампочки розжарювання та люмінесцентних ламп та схематично замалювати в лабораторну роботу їх, та написати з чого вони складаються.

Посилання на лампу накаливання, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0dZys3K-bppJVt2mk?e=5pRzMB

Посилання на люмінесцентні лампи, представлені у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0daMYSZrfPM9wfXOs?e=06989f



Рис. 1.2. QR-код на віртуальну модель лампи накаливання



Рис. 1.3. QR-код на віртуальну модель люмінесцентної лампи

Таблиця 1.1

Результати вимірювання і обчислення

Параметри	Включене електричне джерело світла	
	лампа розжарювання	люмінесцентна лампа, що працює на частоті 3500 Гц
Освітленість E (лк) на поверхні світильника, в крапках	1	
	2	
	3	
Розрахунок значення освітленості $\bar{E} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{5}$ лк		
Розрахунок значення світлового потоку $\Phi = \bar{E} \cdot S$, лм		
Потік випромінювання $\Phi_{\text{изл}} = \frac{\Phi}{217}$ Вт		
Споживана потужність N , Вт		
ККД джерела світла $\eta = \frac{\Phi_{\text{изл}}}{N}$		
Щільність потоку випромінювання (енергетична освітленість) $E_{\text{ЭН}} = \frac{\Phi_{\text{изл}}}{S}$ Вт/м ²		

Зміст звіту

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Таблиця з даними.
4. Зробити розрахунок.
5. Висновок про економічність використаних джерел світла.
6. Графік залежності E від N для обох типів ламп.
7. Схематичні рисунки люмінесцентних ламп та лампи накаливання та їх опис.

8. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Які основні типи електричних джерел світла Ви знаєте?
2. Назвіть основні параметри найбільш поширених типів електричних джерел світла.
3. Що таке теплове випромінювання?
4. Назвіть основні недоліки ламп розжарювання.
5. Що таке люмінесцентне випромінювання?
6. Як класифікуються електричні джерела світла за способом генерування ними випромінювання?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2.

ТРУБЧАСТІ ОБІГРІВАЧІ

Мета роботи: Вивчити пристрій і принцип роботи трубчастих електричних обігрівачів, а також їх основні технічні дані, схеми електропроводки, правила монтажу і експлуатації опалювальних приміщень.

Програма роботи:

4. Ознайомлення з теоретичною інформацією.
5. Вивчення методології і сутності роботи.
6. Складання та захист звіту.

Теоретичні відомості:

Трубчасті електричні обігрівачі (обігрівачі) є одним з найпоширеніших видів технологічного обладнання, що використовується в різних галузях промисловості, транспорті, сільському господарстві і побуті. Вони використовуються в якості компонентів в водонагрівачах, обігрівачах, інфрачервоних опромінювачах, побутових та інших опалювальних пристроях.

Нагрівач являє себе металевою трубкою (рис.2.1), всередині якої в наповнювачі є ніхромна спіраль, нагрівальний елемент також може бути виконаний з листа резистивного матеріалу у формі внутрішньої поверхні корпусу. Ніхромові спіраль (нагрівальний елемент) розташовується в кварцовому корпусі, при цьому кварцовий корпус встановлюється в металевий корпус, а простір між ними заповнюється наповнювачем з низькою абсорбційною здатністю теплового випромінювання нагрівального елемента. Кінці спіралі зварюються до вихідних шпиль, призначених для підключення нагрівача до мережі. Нагрівач може бути нагрівальним елементом, виконаним у вигляді резистора з товстою плівкою на металевій підкладці, а наповнювач - трансформаторним маслом.

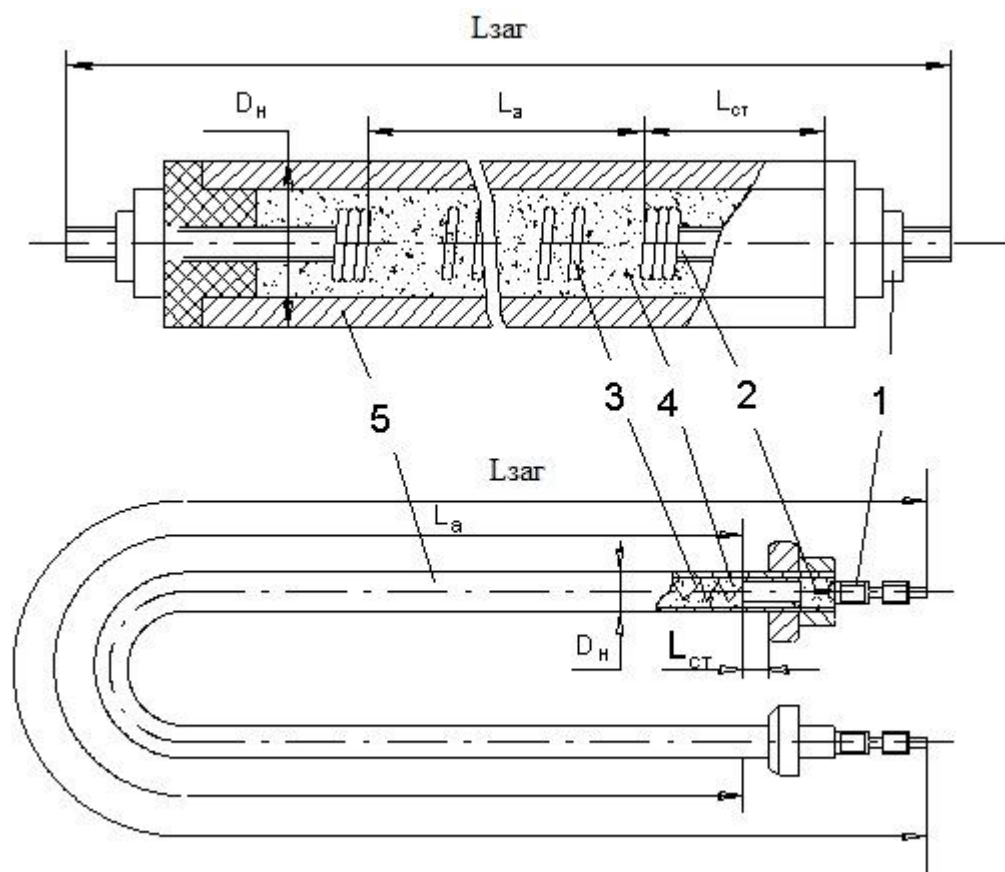


Рис.2. 1.Трубчастий електричний обігрівач (TEN): 1 - контактний пристрій; 2 - контактний стрижень; 3 - нагрів спіраль; 4 - наповнювач (периклаз); 5 - оболонка (трубка); L_{st} - довжина контактного стрижня в ущільнювачі; L_{total} - загальна довжина (розгорнута); L_a - активна довжина; D_H - зовнішній діаметр оболонки

За конфігурацією, дизайном і призначенням електромережі, електромережі відрізняються великою різноманітністю. Вітчизняна промисловість виробляє більше тисячі стандартних розмірів палива. Найрізноманітніші такі обігрівачі пояснюються широким спектром їх параметрів: робоча напруга - від 12 до 660 В (спеціальний варіант - до декількох тисяч вольт); потужність - від десятків Ват до десятків кіловат; в довжину - від декількох сантиметрів до 6,3 м.

Трубчасті обігрівачі також випускаються у вигляді блоків, що складаються з двох і більше опалювальних приміщень, кінці яких кріпляться на загальному фланці, а контактні клеми електрично з'єднуються в один нагрівальний пристрій потужністю до декількох сотень кіловат.

За призначенням і здатністю працювати в різних середовищах нагрівальні елементи дуже різноманітні: робоча температура на їх оболонці коливається від десятків градусів (при нагріванні води та інших рідких середовищ) до 750 °С (при нагріванні газових середовищ), а спеціальні версії нагрівальних елементів дозволяють їх використовувати при більш високих температурах.

Залежно від робочої температури і типу середовища, що нагрівається, труби електричних обігрівачів виготовляються з вуглецю або нержавіючої сталі. Для збільшення поверхні теплопередачі і зниження температури поверхні опалювальних веж, встановлених в нагріванні електричних обігрівачів, алюмінієва стрічка намотується на трубу, так як при температурі повітря більше 180 °С відбувається дистиляція сухого пилу і повітря забруднюється продуктами горіння.

Залежно від матеріалу оболонки (алюміній, мідь, вуглець і нержавіюча сталь) і наявності спеціальних покриттів, нагрівальні елементи здатні працювати в самих різних середовищах, в тому числі агресивних, в тому числі розчинах лугів, кислот і т.д.

При різних умовах праці (робоча температура, агресивність навколишнього середовища і т.д.) і призначення ресурс опалювальних агрегатів варіюється від 3 до 12 і більше тисяч годин.

Наповнювач повинен володіти високими діелектричними властивостями при робочій температурі спіралі і хорошою теплопровідністю для перенесення тепла від спіралі до трубки. Такі властивості характеризуються *периклазою* (оксид магнію, графітовий порошок і / або кіптява). Для нагріву магістралі з температурою поверхні до 150 °С допускається використання в якості наповнювача інших теплоізоляційних матеріалів (корунду, кварцового піску).

При виготовленні нагрівальних масл, після установки спіралі і наповнення наповнювача, трубка стискається під високим тиском, в результаті чого периклаза перетворюється в суцільний моноліт і надійно фіксує спіраль всередині трубки. Кінці трубки запечатані вогнетривким кремнієво-органічним герметиком і ізоляційними

шарнірами. Так як обтиск труби і її герметизація можливі тільки на заводі, в процесі експлуатації забороняється доопрацювання нагрівального масла і енергетичних компонентів (розширення, згинання з новим радіусом, зварювання і пайка кріплення фітінгів).

Перевагою нагрівачів перед обігрівачами відкритого типу є їх універсальність, надійність, довговічність ударостійкості. Так як спіраль ізольована від зовнішньої трубки, нагрівальні труби можна помістити безпосередньо в нагріте середовище (воду, молоко, реверс і т.д.). Завдяки герметизації спіраль набагато менше окислюється, а термін служби нагрівального масла і енергетичних обігрівачів досягає 11 000 годин.

Однією з численних переваг опалювальних веж в порівнянні з іншими видами обігрівачів є їх надійний захист від ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу при різних механічних впливах. Опір ізоляції між нагрівальною спіраллю і металевою оболонкою нагрівача практично не залежить від зовнішніх механічних впливів і агресивності робочого середовища (лужні розчини, кислоти і т.д.). Така обставина дозволяє використовувати нагрівальні елементи як в промислових установках з обов'язковим заземленням металевої оболонки, так і в електроприладах, які не мають захисного заземлення. Однак у всіх випадках використання без винятку нагрівальних масел необхідно вжити додаткових заходів щодо забезпечення їх електробезпеки, що дозволяють захистити обслуговуючий персонал від ураження електричним струмом, що проходить через контактні стрижні.

Відповідно до ГОСТ 13268-83 виготовляються нагрівальні елементи потужністю від 10 Вт до 25 кВт, довжиною від 0,25 до 6,3 м, зовнішнім діаметром від 6,5 до 18,5 мм при номінальній напрузі 12, 24, 36, 48, 55, 60, 110, 127, 220, 380 В.

Основним параметром, що характеризує продуктивність нагрівальних струн, є питома потужність, в залежності від умов експлуатації (середовища) і матеріалу трубки (табл. 2.1).

Робота нагрівального нагрівача допускається тільки в тому середовищі, для якого він призначений.

Таблиця 2 1.

Основні характеристики палива

Символ нагрітого середовища і матеріалу оболонки	Нагрітий носій	Опалювальна природа	Питома потужність, Вт/см ² , не більше	Матеріал оболонки і температура на оболонці нагрівача, °С	Ресурс техніки, h
R	Вода, слабкі лужні розчини	Опалення, кип'ятіння	15,0	Марки сталі 10; 20; до 450°С	7000
З	Повітряні, газів та газові суміші	Нагрівання в спокійному і рухомому повітрі зі швидкістю до 1,5 м/с	2,2	марки сталі 10 і 20; до 450°С	11000
T	Такий же	Такий же	5,0	Сталь марки I2XI8HIOT-over 450°С	11000
ПРО	Такий же	Нагрівання в рухомому повітрі не менше 6 м/с	5,5	Марки сталі 10 і 20; до 450 °С	11000
K	Такий же	Такий же	6,5	Сталеві марки I2XI8HIOT; понад 450°С	11000
N	Повітряні, газів та газові суміші	Нагрівання в рухомому повітрі зі швидкістю менше 6 м/с	5,1	Сталь марки I2XI8HIOT; понад 450°С	11000
I	Жири, масла	Опалення в лазнях та інших ємностях	3,0	Марки сталі 10 і 20; до 300°С	7000

Таблиця 2. 2.

Символи та номінальні довжини стрижнів нагрівальної води

Символ довжини контактного стрижня	I	B	B	G	D	E	W	Z
Довжина контактного стрижня в ущільнювачі, мм	40	65	100	125	160	250	400	630

Опір ізоляції нагрівальних елементів протягом усього періоду зберігання і експлуатації в холодному і жаркому (при робочій температурі) стані повинен становити не менше 0,5 МО. Якщо вона менше 0,5 МО, пункти поливу опалення слід сушити при температурі 120 ... 150 °С за 4...6 год.

Завдання:

Прилад, правила монтажу та експлуатації опалювальних приміщень вивчаються відповідно до методичної інструкції до лабораторних робіт ГОСТ 13268-83 і секції трубчастого обігрівача.

Опір ізоляції нагрівача вимірюється мегаомметром, а температура поверхні трубки вимірюється термопарою.

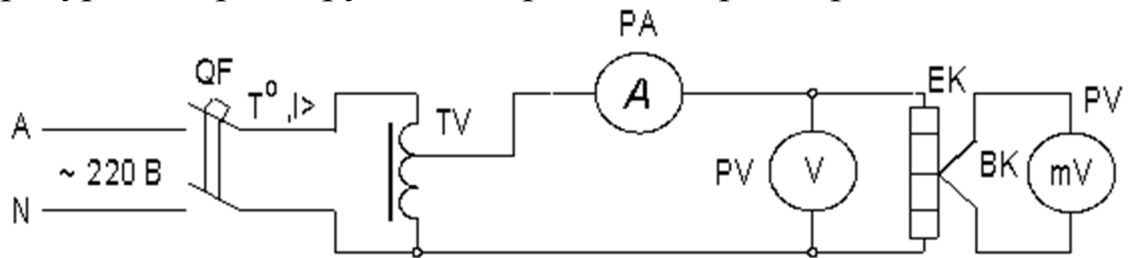


Рис.2 2. Схема установки для вивчення ТСН.

При вивченні залежності $T = f(P_{ud})$ змінюють питому потужність, регулюючи за допомогою автотрансформатора напругу, що подається на нагрівач (рис. 1.2). При цьому максимальна питома потужність і температура шкаралупи у воді, пересувному і стаціонарному повітрі не повинні перевищувати значень, зазначених в табл. 1.1.

Для систем опалення, представлених на лабораторному стенді, розрахуйте питому потужність, Вт/см²,

$$P_{уд} = \frac{P}{L_a \pi D_n}$$

де P - потужність, споживана нагрівачем, Вт;

L_a - активна довжина нагрівача, см;

D_n - зовнішній діаметр оболонки нагрівача, см.

Під час експериментів при кожному значенні $P_{уд}$ струм підтримується постійним до $I_{пир}$, поки температура оболонки нагрівача не досягне встановленого значення. Для вивчення залежностей $T = f(P_{уд})$ у воді нагрівач встановлюється в резервуарі з водою.

Результати експериментів і розрахунків повинні бути внесені в таблицю. 2.3.

Таблиця 2. 3.

Результати експериментів і розрахунків

Номер опалювальної вежі	У, Б	Я, А	П, Вт	Л _а , см	Д _п , см	Р _{уд} , Ш/см ²	Т, °С	Міф
1								
2								
3								
4								

Згідно з отриманими даними, побудувати графіки залежності $T = f(P_{ud})$, $P = f(T)$ і позначити десять символами.

Для подальших розрахунків оберіть марку нагрівача та його характеристику у таблиці 2.4.

Таблиця 2. 4.

Штамп	Розгорну ти довжину, см	Ущільнен ня стрижня, мм	Діаметр, мм	Потужніс ть, кВт	Опалюваль не середовище	Напруг а, V
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 200Г18\2 Д380	200	400	18	2	Аміачна	380
ОБІГРІВАЧ 240Г18\2,5 Д380	240	400	18	2,5	Аміачна	380
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 400Х18\4 Д380	400	630	18	4	Аміачна	380
ОБІГРІВАЧ 475Х18\5 Д380	475	630	18	5	Аміачна	380
ОБІГРІВАЧ 560Х18\6,3 Д380	560	630	18	6,3	Аміачна	380
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 200Г16\2 Н380	200	400	16	2	Аміачна	380
ОБІГРІВАЧ 240Г16\2,5 Н380	240	400	16	2,5	Аміачна	380
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 475Х16\5 Н380	400	630	16	5	Аміачна	380
НАГРІВАЧ 560Х16\6,3 Н380	560	630	16	6,3	Аміачна	380
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 60Б13\1,25 J220	60	65	13	1,25	Вода	220
ОБІГРІВАЧ 100Б13\2 J220	100	65	13	2	Вода	220

Штамп	Розгорнути довжину, см	Ущільнення стрижня, мм	Діаметр, мм	Потужність, кВт	Опалювальне середовище	Напруга, V
ОБІГРІВАЧ 140С16\3,15 J220	140	100	16	3,15	Вода	220
ОПАЛЮВАЛЬНА КАСТРУЛЯ 140Б16\3,5 J220	140	65	16	3,5	Вода	220
ОБІГРІВАЧ 170С16\4 J220	170	100	16	4	Вода	220
ОПАЛЮВАЛЬНА КАСТРУЛЯ 200Б16\6,3 J220	200	65	16	6,3	Вода	220
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 200С16\5 J380	200	100	16	5	Вода	380
ОБІГРІВАЧ 240Б16\8 J380	240	65	16	8	Вода	380
ОБІГРІВАЧ 250Б16\8 J380	250	100	16	8	Вода	380
ОБІГРІВАЧ 280Г16\6,3 J380	280	400	16	6,3	Вода	380
ОПАЛЮВАЛЬНА КАСТРУЛЯ 335Г16\8 J380	335	400	16	8	Вода	380
ОБІГРІВАЧ 400Г16\10 J380	400	400	16	10	Вода	380
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 475Г16\12,5J380	475	400	16	12,5	Вода	380
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 600Х16\8J380	600	630	16	8	Вода	380
СКОВОРODA ОПАЛЮВАЛЬНА 60Б13\1,25R220	60	65	13	1,25	Вода	220
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 140С13\5R220	140	100	13	5	Вода	220
ОПАЛЮВАЛЬНА КАСТРУЛЯ 240Г16\5R220	240	400	16	5	Вода	220

Штамп	Розгорну ти довжину, см	Ущільнен ня стрижня, мм	Діаметр, мм	Потужніс ть, кВт	Опалюваль не середовище	Напруг а, V
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 30A13\0,5K36	30	40	13	0,5	Повітря	36
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 42A13\0,63K60	42	40	13	0,63	Повітря	60
ОБІГРІВАЧ 60B13\1K220	60	65	13	1	Повітря	220
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 30B16\0,5L36	30	65	16	0,5	Форми	36
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 42B16\0,8L36	42	65	16	0,8	Такий же	36
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 50B16\1L36	50	65	16	1	Такий же	36
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 80B16\1,6L36	80	65	16	1,6	Такий же	36
СКОВОРОДА ОПАЛЮВАЛЬН А 90B13\0,2L36	90	65	13	0,2	Такий же	36
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 42B13\0,25C48	42	100	13	0,25	Повітря	48
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 60B13\0,4C220	60	100	13	0,4	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 120D13\1S220	120	125	13	1	Повітря	220
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 120A13\0,5C220	120	40	13	0,5	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 140F13\0,8S380	140	250	13	0,8	Повітря	380
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 170C16\1,6C110	170	100	16	1,6	Повітря	110
ОБІГРІВАЧ 200E16\1,6C220	200	160	16	1,6	Повітря	220

Штамп	Розгорну ти довжину, см	Ущільнен ня стрижня, мм	Діаметр, мм	Потужніс ть, кВт	Опалюваль не середовище	Напруг а, V
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 240D16\1,6S220	240	125	16	1,6	Повітря	220
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 280Г16\2С220	280	400	16	2	Повітря	220
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 335D16\3,15S380	335	125	16	3,15	Повітря	380
НАГРІВАЛЬНИ Й ЕЛЕМЕНТ 560E16\5S380	560	160	16	5	Повітря	380
ОБІГРІВАЧ 60Б13\0,8Т60	60	65	13	0,8	Повітря	60
СКОВОРОДА ОПАЛЮВАЛЬН А 80Б13\1,25Т220	80	65	13	1,25	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 100С13\1,6Т220	100	100	13	1,6	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 120С13\2Т220	120	100	13	2	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 140F13\1,6Т220	140	250	13	1,6	Повітря	220
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 200Е13\3,15Т220	200	160	13	3,15	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 240С13\1,25Т220	240	100	13	1,25	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 240D13\4Т220	240	125	13	4	Повітря	220
ТЕПЛОЦЕНТРА ЛЬ 335Ф16\5Т220	335	250	16	5	Повітря	220
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 280Г16\3,5W380	280	400	16	3,5	Повітря	380
ОПАЛЮВАЛЬН А КАСТРУЛЯ 475Х16\5W380	475	630	16	5	Легкий плавкий метал	380

Штамп	Розгорнути довжину, см	Ущільнення стрижня, мм	Діаметр, мм	Потужність, кВт	Опалювальне середовище	Напруга, V
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 100Б13\1Z220	100	65	13	1	Жир	220
ОБІГРІВАЧ 140Б13\1,25Z220	140	65	13	1,25	Жир	220
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 170С16\2Z220	170	100	16	2	Жир	220
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 200С16\2,5Z220	200	100	16	2,5	Жир	220
ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ 280С16\3,5Z380	280	100	16	3,5	Жир	380
ОПАЛЮВАЛЬНА КАСТРУЛЯ 280Е13\2Z220	280	160	13	2	Жир	220
ОБІГРІВАЧ 60Б13\1O220	60	65	13	1	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 80Б13\1,25O220	80	65	13	1,25	Повітря	220
ОБІГРІВАЧ 100С13\1,6O220	100	100	13	1,6	Повітря	220

Використовуючи посилання, або QR код (рис. 2.3) перейдіть до віртуальної моделі та з запропонованих частин зберіть ТЕН. Після закінчення зборки зробіть скріншот та додайте його до звіту.

Посилання на віртуальну модель ТЕНа, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0dadfhXV0wdopU_9s?e=b9B9Yr



Рис.2.3. QR-код на віртуальну модель ТЕНа, представлену у 3D-вимірному просторі

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Електрична схема лабораторної установки для вивчення електростанцій.
3. Таблиця експериментальних і розрахункових даних.
4. Графіки залежностей $T = f(P_{ud})$, $P = f(T)$.
5. Скріншот зібраної віртуальної моделі ТЕНа
6. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Розкажіть про переваги обігріву приміщень, порівнявши їх з іншими обігрівачами.
2. За якими параметрами їх вибирають електромережі?
3. Якими властивостями повинен мати матеріал наповнювача?
4. Від чого залежить питома потужність нагрівача?
5. Чому обігрівачі виходять з ладу при вмиканні водонагрівача без води?
6. Структура наметового позначення.
7. Яким повинен бути опір ізоляції нагрівальних елементів протягом усього терміну служби?
8. Що слід виконувати, якщо опір утеплювача нагрівача не відповідає нормі?
9. Від чого залежать параметри труби нагрівальної вежі?
10. Як виміряти температуру поверхні нагрівальної труби?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3.

МІКРОХВИЛЬОВА СВЧ-ПІЧ

Мета роботи: Ознайомитися з одним із способів передпосівної обробки насіння з використанням електромагнітного поля надвисокої частоти (ЕМПСВЧ).

Програма роботи:

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. Вивчити методику і виконати роботу.
3. Дослідити залежність температури від напруженості поля, вологості насіння і часу нагрівання.
4. Скласти і захистити звіт.

Теоретичні відомості:

Інфекційні захворювання рослин - одна з найважливіших причин погіршення посівних якостей насіннєвого матеріалу. Щоб запобігти потраплянню на овочеві культури разом з насінням хвороб і шкідників, проводять термічну обробку насіння і знезараження отрутохімікатами. Термічну обробку насіння можна проводити за допомогою різних джерел. Застосування струмів високої частоти і надвисокої частоти для цієї мети дозволяє скоротити час нагрівання насіннєвого матеріалу, скоротити весь технологічний процес і зробити виробництво потоковим.

Сутність і ефективність цього способу полягає в створенні захисної середовища на поверхні насіння, що перешкоджає вторинному попаданню і розвитку грибних інфекцій, а також у підвищенні посівних якостей насіння.

Насіння попередньо замочують водою. При змочуванні насіння спори грибів, маючи велику всмоктувальну здатність, в 10 разів швидше всмоктують вологу, ніж насіння. Сухі спори набухають, маючи при цьому 80 ... 90% вологості. Насіння за цей проміжок часу не встигають поглинути вологу і залишаються сухими. При обробці насіння в поле СВЧ вся енергія електромагнітного поля буде поглинатися спорами і поверхневими плівками води, викликаючи

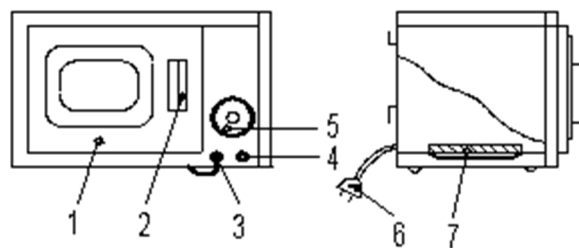
інтенсивність нагріву останніх. В результаті високої локальної температури поверхні плівки води і високого тиску за рахунок внутрішнього випаровування вологи в суперечках, відбувається знищення вірусів бактерій, температура насіння при цьому не підвищується.

Обробка насіння виробляється в побутовій установці "Електроніка", "Титан" або ін.

Технічні дані СВЧ-печі "Електроніка":

- потужність в робочій камері 0,5 кВт;
- максимальний час безперервної роботи 25 хв;
- потужність споживання від мережі 1,32 кВт;
- частота 300 МГц.

Зовнішній вигляд установки зображений на рис. 3.1.



*Рис. 3. 1. Піч "Електроніка": 1 -Двері робочої камери;
2-ручка; 3-кнопка "нагрів"; 4-кнопка "світло";
5-реле часу; 6-штекер; 7-піддон.*

Піч має виконану з нержавіючої сталі камеру, усередині якої за допомогою магнетронного генератора збуджується поле надвисокої частоти. При відкриванні дверей піч автоматично відключається.

Побутова мікрохвильова піч - це "побічний корисний продукт" розвитку радіолокаційної техніки. Її дія заснована на безконтактному нагріванні харчових продуктів шляхом перетворення енергії електромагнітного поля НВЧ в тепло.

Принципова відмінність процесу нагрівання продукту в мікрохвильовій печі від традиційних способів (скажімо, на газовій плиті або електричній плитці) полягає в тому, що при мікрохвильовому нагріванні тепло виділяється в обсязі продукту, а при традиційних способах воно підводиться до його поверхні і

подальше його поширення в продукт здійснюється шляхом теплопровідності. Відповідно досягається темп об'ємного нагріву продукту мікрохвилями виявляється значно вище.

Основним елементом печі є генератор НВЧ енергії, в якості якого, як правило, використовують широко застосовуваний в радіолокації прилад - магнетрон. Спрощена схема живлення магнетрона приведена на рис.3.2. Основним, найбільш відповідальним і дорогим елементом джерела живлення є спеціальний анодно-накальний трансформатор-стабілізатор TV1. Номінальна ефективна напруга на його високовольтної обмотці III становить зазвичай 2100 ... 2300 в, номінальну напругу накальної обмотки II - 3 ... 3,2 В.

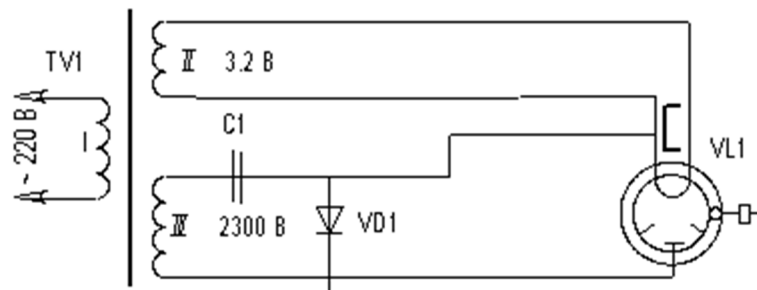


Рис. 3. 2. Схема джерела живлення магнетрона.

Особливістю трансформатора є значна індуктивність розсіювання (4 ... 6 Гн) високовольтної обмотки і спеціальна конструкція муздрамтеатру з магнітними шунтами, що забезпечує при коливаннях напруги на 10% зміна високої напруги всього лише на 1 ... 2%. Щоб забезпечити безшумність роботи трансформатора, окремі елементи муздрамтеатру зварюються.

Накопичувальний високовольтний конденсатор C1 ємністю від 0,8 до 1,2 мкФ (в залежності від потужності печі) розрахований на роботу при напрузі до 10 кВ. Випрямний високовольтний стовп VD1 працює при напрузі близько 5 кВ, але до нього пред'явлені особливі вимоги, оскільки магнетрон VL1 може давати іскріння, що призводять до перенапруги.

Головне з них - виникнення лавинного пробою при зворотному напрузі понад 8 кВ, інакше при жорсткій характеристиці стовпа перенапруги на деталях можуть досягти 15 і навіть 20 кВ.

Як лінії зв'язку для передачі СВЧ потужності від магнетрона до випромінювача, який живить робочу камеру печі, зазвичай використовують прямокутний хвилевід. Конструкцію хвилеводу і випромінювача вибирають так, щоб забезпечити нормальне узгодження навантаженої робочої камери з магнетроном. Крім того, для забезпечення рівномірності нагріву, випромінювач повинен порушувати в камері досить велике число типів хвиль.

Робоча камера печі являє собою порожнистий резонатор приблизно прямокутної форми з розмірами сторін, що значно перевищують довжину хвилі генератора. Порушувані в камері електромагнітні хвилі не поглинаються відразу в нагрівається продукт, а багаторазово відбиваються її стінками. В результаті в камері утворюються численні стоячі хвилі електромагнітного поля з вузлами і пучностями електричної і магнітної компонент. Інтенсивність полів в камері наростає до тих пір, поки потужність НВЧ-коливань, що поглинається в продукт, що не зрівняється з потужністю, що надходить від генератора.

Локальний нагрів продукту пропорційний квадрату ефективного значення напруженості електричного поля в даній точці. Оскільки наявність стоячих хвиль в камері неминуче, камера оптимальної конструкції повинна бути розраховані таким чином і спосіб збудження, щоб накладення всіх стоячих хвиль забезпечувало максимальну рівномірність нагріву продукту.

Але, на жаль, на практиці забезпечити ідеальну рівномірність нагріву неможливо - адже оброблювані продукти і посуд мають значні варіації діелектричних властивостей і форми. Тому для підвищення рівномірності нагріву продукту в робочій камері печі зазвичай застосовують, в тому чи іншому вигляді, механічний рух (рис. 3.3).

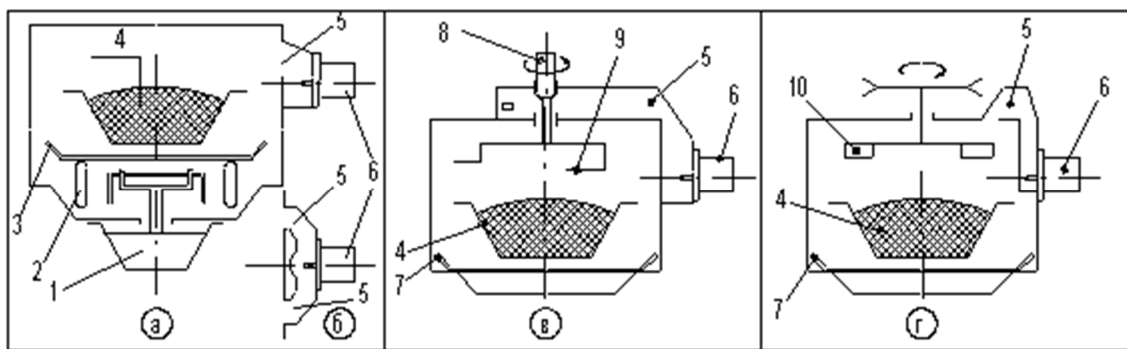


Рис. 3. 3. Схема робочої камери печі з обертається підставкою (а); з двома випромінювачами (б); з обертається антеною (в); з обертається крильчаткою (г); 1 - електродвигун з редуктором; 2 - сепаратор з роликами; 3 - обертається діелектричний піддон; 4 - ємність з продуктами; 5 - пристрій введення СВЧ-енергії в робочу камеру (випромінювач); 6 - магнетрон; 7 - діелектричний піддон; 8 - діелектричний вал приводу антени; 9 - штир'юва антена; 10 - крильчатка.

Для якісного нагріву можуть використовуватися: обертається підставка (рис. 3.3, а), на якій знаходиться нагрівається продукт; антена, що обертається (рис.3.3, в), вісь обертання якої збігається з віссю симетрії робочої камери, а діаграма спрямованості випромінювання має спеціальну несиметричну форму, що обертається крильчатка з металевими лопатями (рис. 3.3, г), розташованими поблизу випромінювача, або поєднання підставка, що обертається з харчуванням робочої камери двома випромінювачами (рис. 3.3, б) від розгалуженого хвилеводу.

Двері робочої камери є досить складний конструктивно і дуже відповідальний вузол, так як саме вона запобігає витоку в зовнішній простір СВЧ-енергії. Один з варіантів дверей (мікрохвильової печі "Плутон" СП-18) в розрізі показаний на рис. 3.4.

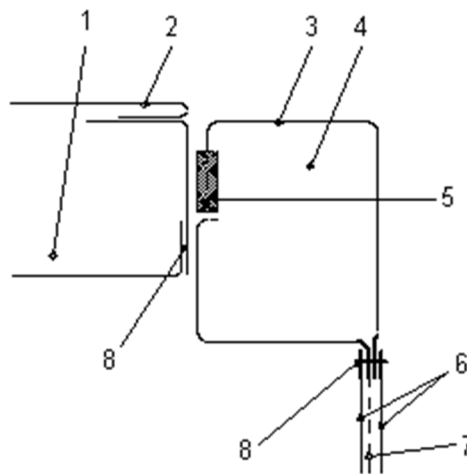


Рис. 3. 4. Фрагмент двері робочої камери: 1 - стінка робочої камери; 2 - кожух; 3 - металевий корпус двері; 4 - дросельна порожнину; 5 - додатковий поглинач енергії СВЧ; 6 - полімерна плівка; 7 - перфорація; 8 - зварювання.

По периметру двері має високочастотний дросельний затвор. Для того, щоб він знижував рівень витoku СВЧ-енергії до допустимого значення рівня (менше $10 \text{ мкВт} / \text{см}^2$ на відстані 50 см від печі), необхідно забезпечити гарне прилягання площині двері до лицьової поверхні робочої камери. Практично зазор не повинен перевищувати 0,5 мм - тоді щільність потоку енергії в зовнішній простір буде на рівні $1 \dots 2 \text{ мкВт} / \text{см}^2$. Для забезпечення такого зазору в процесі виробництва пред'являються дуже жорсткі вимоги до площинності лицьової поверхні робочої камери і стрімкої поверхні двері.

Для того щоб в ще більшому ступені забезпечити безпеку використання печі, відкрита щілину дросельного затвора заповнюється спеціальною пластмасою, що поглинає енергію мікрохвиль.

Блок управління печі забезпечує роботу її по задається програмою, а також виключення печі при порушенні блокувань, перевищенні температури на магнетроні, трансформаторі і в робочій камері. Блоки управління мають різноманітні схеми і конструкції при двох основних різновидах: електромеханічної або мікропроцесорної.

Електро механічний блок управління містить реле часу, що задає загальну тривалість приготування їжі і реле управління режимом печі, що задає середній рівень потужності СВЧ-енергії в робочій камері. Як правило, управління рівнем потужності здійснюється зміною співвідношення тривалостей пауз і періодів генерації магнетрона. При відсутності пауз піч працює на повну потужність, за однакової кількості тривалості пауз і періодів генерації - з 50% -ою потужністю і т.д. Автоматика управління роботою магнетрона включається в ланцюг первинної обмотки трансформатора.

Мікропроцесорний блок управління, крім можливостей, забезпечуваних електро механічним блоком, дозволяє задавати складні змінні в часі програми розморожування різних продуктів (м'ясо, риба, птиця, овочі), задавати багатоступінчасті програми, включати піч автоматично в заданий час доби і т.п.

Для первісного нагромадження досвіду приготування їжі в мікрохвильовій печі можна користуватися численними наявними у продажу і прикладаються до печі рецептурними довідниками. Однак вже через нетривалий час користувач здобуває необхідний навик, що дозволяє готувати різні страви самостійно, керуючись власним смаком.

Слід зазначити одну особливість всіх мікрохвильових печей - вони "не терплять" посуду із золотим (металевим) обідком. В результаті того, що в обідку індукується високочастотний струм значної сили, виникає іскріння, яке може перейти в дуговий розряд, і станеться пожежа.

Завдання

Ознайомитися до електричної принциповою схемою СВЧ-печі (рис. 3.5).

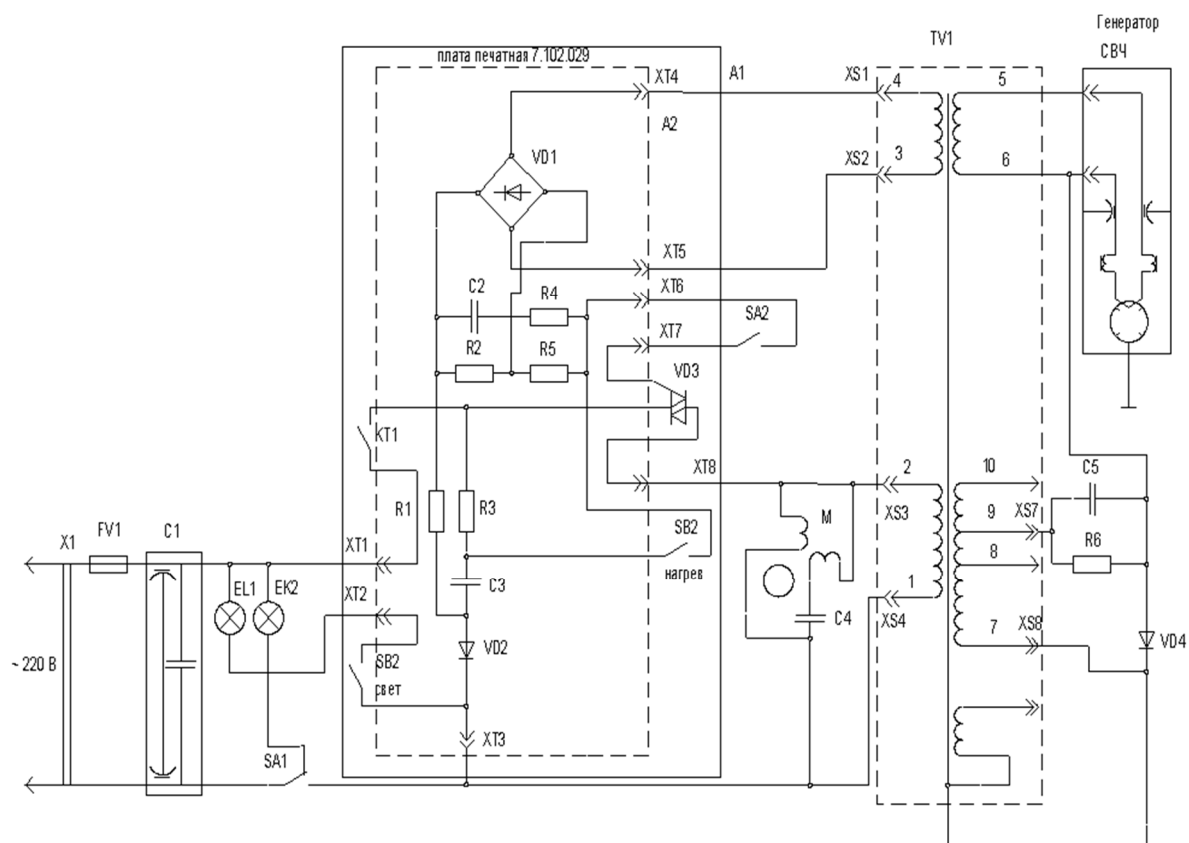


Рис. 3. 5. Схема СВЧ-печи

Перед включенням печі потрібно завести реле часу за годинниковою стрілкою до відмови, а потім обертанням рукоятки в зворотному напрямку встановити необхідний час. Включати піч натисканням кнопки "Нагрівання". Піч включається тільки при щільно закритих дверях. Для підсвічування робочої камери необхідно натиснути кнопку "Світло". Дослідження провести в два етапи.

Перший етап: дослідження впливу на температуру нагрівання напруженості і часу нагрівання. Змінюючи напруженість поля, виміряти температуру протягом 10, 20, 30 с. Дані досвіду занести в табл.

Таблиця 3.1

Дані першого досвіду

Напруженість, В / м	Час нагріву,	Температура, °С
	10	
	20	
	30	

Другий етап: дослідження залежності температури нагрівання насіння від вологості насіння і часу нагрівання. Дані досвіду занести в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Дані другого досліджу

Вологість W, %	Час нагріву, с	Температура, °C
6	10	
	20	
	30	
15	10	
	20	
	30	
22	10	
	20	
	30	
35	10	
	20	
	30	

Дані для розрахунків знаходяться в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

СВЧ-печі

Марка	Потужність, Вт	Розмір, мм	Об'єм камери, л
AEG 143 E/UM	750	297×440×353	17
Binatone MWO 1707	700	-	17
Bosch HME 9750	360	-	31
Brandt MW 24 EG	900	-	24
Daewoo KOC 1B 1K	1000	-	34
Daewoo KOC 985 TB	1000	-	29
LG MB-392	800	-	20
LG MS-1902 H	700	-	20
LG MS-255	900	-	26
SAMSUNG M-1733R	800	-	20
LG MS-1902H	700	-	20
LG MS-196U	800	-	20
LG MS-193T	800	-	20

Використовуючи посилання або QR код (рис. 3.6.) перейти та ознайомитися з віртуальною моделлю СВЧ-печі та розрахувати її температуру використовуючи таблицю 3.4.

Посилання на віртуальну модель СВЧ-печі, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0daiatFs9oc1pgqSU?e=O6QHFa



Рис. 3.6. QR-код на віртуальну модель СВЧ-печі

Таблиця 3.4

Час нагріву, с	Потужність, Вт	Розмір, см	Об'єм камери, л
12	700	45.5*25.2*32 см	20

Зміст звіту.

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Технічні дані печі "Електроніка".
4. Таблиці досвідчених і розрахункових даних.
5. Графіки залежності температури нагрівання від напруженості поля, вологості насіння, часу обробки.
6. Розрахунок температури віртуальної моделі СВЧ- печі.
7. Аналіз отриманих результатів.

Контрольні запитання.

1. Назвіть способи передпосівної обробки насіння.
2. В чому полягає ефективність передпосівної обробки насіння?
3. Фізична сутність термічної обробки з метою знезараження насіння.
4. Особливості діелектричного нагріву.
5. Поясніть роботу електричної принципової схеми СВЧ-печі (рис.3.5).
6. У чому відмінність процесу нагріву продукту в мікрохвильовій печі від традиційних способів нагріву?
7. У чому полягає ефективність обробки насіння в мікрохвильовій печі?

8. Який з елементів печі відповідає за автоматичне включення в заданий час доби?
9. Чому в мікрохвильових печах не можна використовувати посуд із золотим обідком?
10. На чому заснована дія мікрохвильових печей?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4.

ПІДЛОГА З ЕЛЕКТРОПІДІГРІВОМ

Мета роботи: Вивчити пристрій, монтаж, безпеку підлог з електропідігрівом.

Програма роботи:

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. Вивчити методику і виконати роботу.
3. Провести виміри температури повітря і підлоги, і розрахувати параметри електронагрівальних підлог.
4. Побудувати графіки залежності потужності кабелю від температури і площі приміщення.
5. Скласти і захистити звіт.

Теоретичні відомості:

Системи "Тепла підлога" відомі майже стільки ж, скільки існує опалювання взагалі. Одне з перших згадок стосується теплої підлоги в давньоримських термах (лазнях), де нагріте повітря проходило по спеціальних каналах в кам'яній підлозі. Були теплі підлоги аналогічної конструкції і в турецьких лазнях, причому там вони були обов'язковим атрибутом. Таким чином, людство вже більше двох тисяч років (а за іншими даними, більше п'яти) цінує той чудовий комфорт, який несуть системи типу Тепла підлога. Однак, до початку XX століття теплоносієм був виключно нагріте повітря, який під дією природної тяги проходив по каналах в підлозі, поступово віддаючи своє тепло гранітним плитам. На початку XX століття з появою насосів з'явилися теплі підлоги з використанням нагрітої води. І, нарешті, з середини 20-го століття з появою відносно дешевої і доступної електроенергії почали поширюватися системи з використанням нагрівальних кабелів. Особливо широко вони стали поширюватися в останні 10-15 років. Слід вказати зони найбільшого поширення теплих підлог. Сьогодні це країни Північної Європи - Фінляндія, Швеція, Норвегія, Данія, де значна частка систем опалення будівель припадає на системи "Тепла підлога". За різними

джерелами, ця частка становить від 15 до 50%. Цікаво, що досить швидко поширюються ці системи в країнах з досить теплим кліматом - Іспанія, Франція, країни Латинської Америки, Близького і Середнього Сходу. Це пов'язано з тим, що опалювальний період в цих широтах дуже короткий, а найбільш низькі температури часто не опускаються нижче $+3 - +5^{\circ}\text{C}$. Оскільки капітальні витрати на пристрій теплих підлог дуже низькі, і вони не займають багато місця, ці системи розповсюджуються все ширше і ширше. Помічено, що діє правило: яка частка в енергетиці країни електрики, виробленого поновлюваними джерелами (атомні та гідроелектростанції), така і частка електричного опалення. Росія, природно, є винятком з правила. Ще 15 років тому системи "Тепла підлога" як побутової товар були зовсім невідомі. Сьогодні квартира не може вважатися не тільки елітної, а навіть середньої, якщо в ній немає теплої підлоги у ванній або кухні, а то й у всіх приміщеннях.

Також підлога з електропідігрівом є основним засобом обігріву молодняка і можуть успішно застосовуватися в приміщеннях для вирощування каченят і індичат, в циплятниках, також в корівниках і телятниках, а також обігріву ґрунту в парниках і оранжереях.

Тепловтрати і (нормативне) енергоспоживання.

Звичайна система "Тепла підлога" розрахована на відшкодування тепловтрати і обігрів приміщень. У нових будівлях з хорошою теплоізоляцією втрати при розподілі тепла зазвичай складають 60-80 Вт / м².

У старих будинках або будинках з поганою теплоізоляцією рекомендована потужність становить 80-100 Вт / м². При необхідності тепловтрати розраховують, виходячи з місцевих умов.

Зазвичай системи обігріву підлоги називають "Нагрівальними системами низькотемпературного випромінювання". Близько 50% тепла - результат випромінювання статі, внаслідок якого нагріваються і навколишні поверхні: стіни, меблі і т.д. Таким чином, тепло рівномірно розподіляється по всьому приміщенню, завдяки чому досягається комфортний обігрів всього будинку.

Обігрів бетонної підлоги. Рекомендована потужність для звичайної нагрівальної системи становить 60-80 Вт / м², для будинків з поганою теплоізоляцією від 80-100 Вт / м². Подібні системи мають низьку теплоємність, дозволяючи укласти нагрівальний кабель настільки близько до поверхні підлоги, наскільки це дозволено вимогам з безпеки. Зазвичай кабель укладається на ізоляцію в стягуванні, максимальна товщина якої становить 50 мм. При ремонті, коли неможливо значно збільшити висоту підлоги, використовують спеціальні рішення, що дозволяють зменшити товщину стяжки до 10-15 мм. При установці системи акумуляції тепла закладається потужність 150-200 Вт / м². Кабель в подібних системах повинен бути покладений в стяжку значної товщини. Зазвичай на щільну ізоляцію укладається шар цементного розчину товщиною 100 мм, на який в свою чергу монтується кабель і заливається цементним стягуванням товщиною близько 50 мм.

Обігрів дерев'яних підлог. При установці нагрівальної системи на дерев'яних підлогах зазвичай використовують кабель погонної потужністю 10 Вт / м або кабелі меншої потужності при максимальній питомій потужності 80 Вт / м². При необхідній потужності 60-70 Вт / м² і потужності кабелю в 10 Вт / м², відстань між петлями кабелю зазвичай становить 90-300 мм.

Щоб уникнути пошкодження підлоги і розтріскування дерев'яного настилу, необхідно враховувати наступні запобіжні заходи:

- потужність при установці не повинна перевищувати 60 Вт / м²;
- кабель повинен бути рівномірно укладений за всією площею поверхні, що обігрівається;
- всі матеріали повинні бути захищені від попадання вологи під час монтажу і установки підлогового покриття;
- повинен використовуватися електронний термостат з датчиком повітря і датчиком підлоги, що обмежує максимальну температуру підлоги до 35 0С.

Якщо можливо, дошки настилу повинні декілька днів пролежати на підлозі, що нагрівається, і тільки потім закріплені.

Щілини між дошками повинні бути закладені мінеральною ватою таким чином, щоб утворилася повітряна пробка висотою, щонайменше, 30 мм. На ізоляцію накладається металева малокомірната сітка, на яку з кроком в 350 мм кріпиться кабель. Він кріпиться за допомогою матерії, використовувати пластикові або нейлонові стрічки не рекомендується. Кабель повинен бути укладений паралельно дошкам. Відстань між кабелем і дерев'яним настилом має становити 10 мм.

При перетині з опорними дошками для проходження кабелю повинна бути прорізана щілина розміром 10x10 мм. Отвори розташовують таким чином, щоб несуча здатність дошок знизилася незначно, щонайменше, на відстані 50 мм один від одного. Необхідність в отворах відпадає, якщо кабель укладається безпосередньо на прикріплені до дошок рейки.

У так званих чорнових підлогах, коли опорні дошки ізолюють на початковій стадії монтажу так, щоб вони утворили платформу, не рекомендується створювати додатковий шар ізоляції перед укладанням нагрівального кабелю, оскільки це може привести до переміщення кабелю вгору. Внаслідок цього обсяг повітряного кишені може значно зменшитися.

Обігрів ґрунту. Для обігріву ґрунту в парниках і оранжереях питома потужність зазвичай становить $5 \text{ Вт} / \text{м}^2 \times ^\circ \text{C}$. Для підігріву ґрунту на спортивних аренах вибирають питому потужність 50-70 Вт / м^2 .

Складання і розрахунок проектів. Для того, щоб правильно розрахувати потужність і економічність нагрівальної системи, найбільш важливим є адекватно складений проект з використанням наступних параметрів.

Споживана потужність. Першим кроком є визначення потужності на одиницю площі поверхні, що обігрівається (Вт / м^2). При проектуванні систем комфортного обігріву може бути зроблений розрахунок тепловтрат або використовуються значення з

таблиць. Розрахунок тепловтрат може виявитися складним і зажадати залучення проектувальника. Для розрахунку установок сніготанення, величини рекомендованої потужності повинні бути адаптовані до місцевих кліматичних умов.

Площа поверхні, що обігрівається. Під загальною потужністю системи зазвичай розуміється потужність нагрівального кабелю, необхідна для обігріву всієї площі. У приміщеннях, частина площі яких зайнята, наприклад, під меблі, сантехніку, труби в ванних кімнатах, потужність обігріву вільної площі повинна бути збільшена, щоб компенсувати втрату тепла на холодних ділянках.

Вибір типу кабелю. Вибір кабелю залежить від особливостей його застосування, наприклад, для обігріву ґрунту або статі, необхідної потужності і т.д.

Відстань між петлями кабелю. Якщо відстань між петлями кабелю розраховане точно, кабель закrije всю площу. Відстань між петлями кабелю розраховується шляхом ділення величини площі, що обігрівається на довжину кабелю.

NexCalc. Для розрахунку проектів ми пропонуємо використовувати програму NexCalc в Інтернеті, зайшовши на сайт www.nexans.no і вибравши посилання ServiceLink Kabel. Кольорові позначення підкажуть вам, які розрахунки вірні, а які ні. Будь-розрахунок з легкістю можна вивести на друк. Також в програмі є посилання на технічну інформацію по продукції, де можна знайти технічні характеристики багатьох типів нагрівальних кабелів.

Монтаж електропідігріваних підлог.

Розташування нагрівальних секцій. Рекомендується укладати нагрівальні секції таким чином, щоб згодом над ними не стояла меблі без ніжок. Потужність обігріву планується виходячи з таких міркувань:

— питома потужність нагрівальної секції повинна становити не менше 110-120 Вт / м² вільної площі, коли обігрівається використовується як додаткова (комфортна) система опалення, і 130-

150 Вт / м² коли обігрівается використовується в якості основної системи опалення;

– якщо обігрівается використовується як основне опалення, площа, на якій укладені нагрівальні секції, повинна становити не менше 70% від загальної площі приміщення, що обігрівается.

Електропроводка і розташування термостата.

Перевіряється чи допускає наявна в приміщенні електропроводка підключення додаткової потужності системи "Тепла підлога". Також враховуються додаткові електричні пристрої, які можуть бути підключені до тієї ж мережі, а також допустимий струм запобіжних пристроїв (автоматів).

Системи "Тепла підлога" потужністю 2 кВт і більше рекомендується підключати через спеціальну проводку і окремий автомат. Рекомендується також використовувати ПЗВ. УЗО необхідно обов'язково використовувати, коли теплі підлоги монтуються у вологих приміщеннях.

Вибирається місце розташування термостата. Він встановлюється на стіні в найбільш зручному місці так, щоб не заважати розстановці меблів. Термостати, керуючі обігрівом приміщень з підвищеною вологістю слід встановлювати поза ними.

Монтаж системи обігріву підлог.

Для монтажу необхідно:

1. Підготувати в стіні місце для установки термостата.
2. Проробити в стіні канавки для електропроводки, монтажних кінців нагрівальної нагрівальних секції та трубки для датчика температури.
3. Підготувати поверхню підлоги (вирівняти, очистити від сміття).
4. Укласти теплоізоляцію.
5. Закріпити відрізки монтажної стрічки.
6. Укласти і закріпити нагрівальну секцію.
7. Змонтувати датчик температури.
8. Встановити термостат.

9. Виконати необхідні електричні з'єднання і перевірити їх.
10. Залити цементно-піщану стяжку.
11. Укласти декоративне покриття підлоги.
12. Через 28 днів після заливки стяжки система готова до роботи.

Нагрівальні секції, що входять в комплект обігріву підлог, необхідно укласти в підлогу. Якщо в одному приміщенні треба укласти кілька секцій, розділяється вільна площа статі на ділянки, відповідні потужності кожної секції.

Чорнову підлогу, на який будуть укладатися нагрівальні секції, повинен бути рівним, без тріщини і вибоїн. Грубу поверхню чорнової підлоги необхідно попередньо вирівняти за допомогою вирівнюючих сумішей. Тепер треба укласти теплоізоляцію (якщо планується використовуватися).

Потім на підлозі слід закріпити відрізки монтажної стрічки. Вони кріпляться там, де будуть закінчуватися петлі нагрівальної секції (уздовж протилежних меж площі, що обігрівається) і, якщо приміщення досить велике, з інтервалом 2 - 3 м для кріплення петель секції в середній частині. Монтажний кінець нагрівальної секції підводиться до місця розташування термостата. Сполучна муфта і початкова ділянка нагрівальної секції кріпиться на підлозі і з цього місця починається укладання секції. Кабель укладається рівномірно, без перетинів. Строго дотримується постійний крок укладання в межах всієї площі, що обігрівається.

Крок укладання (в см) = $(100 \times S) / L$, де S - фактична площа, на яку укладається секція, м²; L - довжина секції, м (вказана в паспорті секції).

Допустиме відхилення кроку від розрахункового НЕ ± 10 мм. Неприпустимо зближення покладених витків кабелю на відстань менше 80 мм. Необхідно зафіксувати кінці петель кабелю, загинаючи навколо нього виступають язички монтажної стрічки. Вигини петель повинні бути плавними, без зламів і натягу кабелю. Відстань від кабелю до стіни має становити близько 5 см по всьому периметру площі, що обігрівається. З'єднувальні та кінцеві муфти

секцій повинні перебувати на підлозі. Монтажні кінці нагрівальних секцій виводяться до термостата або в розпаючу коробку. Стан кабелю має перевірятися до і після його заливки розчином, вимірюючи опір проводу, а так само опір ізоляції між провідниками і екранує опліткою.

Далі нагрівальний кабель надійно кріпиться на підлозі гіркою розчину, покладеного уздовж кабелю, висотою 10-12 мм. Це запобіжить випадкове пошкодження кабелю і його переміщення при укладанні стяжки. Товщина цементно-піщаної стяжки, що укладається поверх нагрівальної секції, повинна становити 3-5 см (для основного опалення не менше 5 см). Для зміцнення стяжки рекомендується використовувати полімерні армуючі сітки.

Теплоізоляція. Правильно обрана теплоізоляція не збільшує значно витрати при покупці системи "Тепла підлога", але призводить до помітної економії електроенергії при її експлуатації. Вона знижує даремні втрати тепла на обігрів перекриття, ґрунту та інших конструкцій, що лежать нижче приміщення. З її допомогою можна заощадити до 10-30% електроенергії, споживаної системою "Тепла підлога".

Теплоізоляція не входить в стандартний комплект обігрівуються, її можна замовити додатково.

Теплоізоляція показана на рисунку 4.1.

Теплоізоляційний матеріал повинен мати низьку теплопровідність, не гірше $0,05 \text{ Вт / м}^\circ \text{С}$.

Якщо обігрівується використовується як основна система опалення, рекомендується використовувати тверді сорти пінополістиролу (ППС) товщиною від 30 мм, покриті шаром алюмінієвої фольги товщиною від 0,3 мм з полімерним підслоєм. Для комфортної системи опалення допустимо використовувати теплоізоляцію на основі спінених матеріалів (наприклад, фольгопена), товщиною 3-10 мм. Рекомендується використовувати фольгировану теплоізоляцію, захищену полімерним шаром для збільшення довговічності.

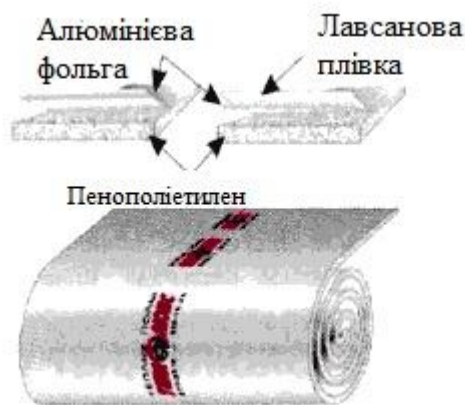


Рис. 4.1 Структура теплоізоляції

Слід використовувати теплоізоляцію у всіх випадках, якщо підлога розташована близько до ґрунту або в цокольному поверсі.

Для підвалів, гаражів та інших приміщень, в яких підлогу безпосередньо стикається з ґрунтом, бажано використовувати жорсткі пінопластові або мінераловатні плити товщиною 30 мм і більше.

Установка датчика температури і термостата.
Розташовується датчик температури в пластмасовій гофрованої трубці діаметром 14 - 20 мм, що входить в комплект підлоги з електропідігрівом. Датчик повинен розташовуватися усередині трубки поблизу її кінця, його з'єднувальний провід повинен виходити з іншого кінця трубки. Виводиться трубка від місця розташування термостата або розп'єчної коробки в підлогу. Радіус вигину трубки повинен бути не менше 5 см. Кінець трубки з датчиком, що закінчується в підлозі, щільно закривається для запобігання попадання всередину цементного розчину. Такий спосіб монтажу застосовується, щоб можна було при необхідності замінити датчик, не розкриваючи підлогу. Відстань від стіни до кінця трубки (місця установки датчика) 50 - 60 см. Трубка кріпиться між нитками нагрівальної секції на рівному відстані від них за допомогою пелюсток монтажної стрічки.

Підключається термостат до мережі живлення, нагрівальних секцій і датчика температури, слідуючи паспорту на термостат. Потім перевіряються електричні з'єднання. На короткий час (на 1-2

хвилини) подається напруга мережі і перевіряється працездатність системи (повинен спалахнути світлодіод на лицьовій панелі термостата). Потім надійно відключається харчування для остаточного виключення системи.

Теплий мат. Однією з новітніх розробок є електричний нагрівальний мат для пристрою теплої кахельної підлоги, показаний на рисунку 4.2. Система "Теплий мат" створена з метою максимально спростити процес установки теплої підлоги і при цьому відмовитися від використання монтажних напрямних. Система тепла мат розрахована на певну площу укладання. Використання універсальної сітки спільно з кабелем дозволяє заощадити кошти на монтажних приладді, кабель не потребує додаткового кріплення на поверхні підлоги. На розкладений теплий мат зверху можна відразу нанести мастику для приклеювання плиток, виключаючи процес заливки кабелю цементним стягуванням.

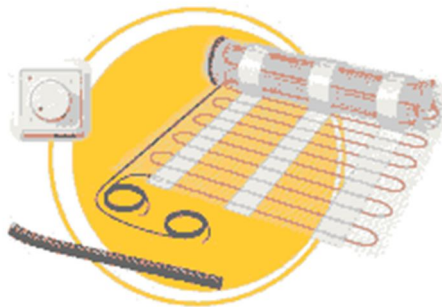


Рис. 4. 2 Нагрівальний мат в комплекті

Теплий мат можна укласти не тільки на прямокутних площах, але і у випадках складної конфігурації площі, обходячи всілякі перешкоди шляхом розрізання сітки мату між нитками нагрівального кабелю і розворотом ділянки мату на потрібний кут аж до 180 °.

Надтонкий тепла підлога - це система нагрівального мату і термостата. Нагрівальний мат являє собою тонкий, діаметром 3 мм, нагрівальний кабель, закріплений на несучій скло сітці шириною 50 см з постійним кроком 5 см. На кінцях кабель через плоскі муфти з'єднується з монтажними холодними кінцями довжиною 4 м, необхідними для підключення мату до термостата.

Монтаж теплої підлоги на бетонні підлоги, поверх старого і дерев'яної підлоги. Монтаж показаний на рисунках 4.3, 4.4, 4.5. TASSU-опалювальний кабель, розрахований для установки в проміжну речовину з теплопровідністю близькою до теплопровідності бетону. Електричне навантаження на кабелі приблизно 20 Вт / м.

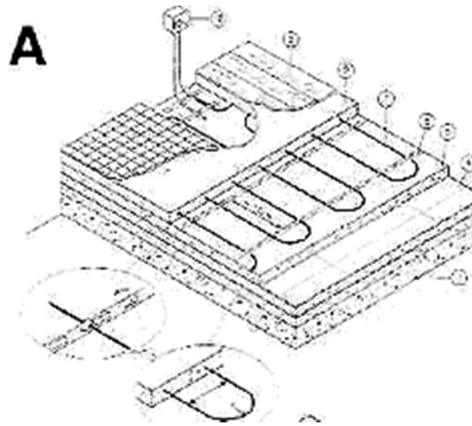


Рис. 4. 3 Монтаж опалення для підлоги

1 - ґрунт; 2 - ущільнений гравій; 3 - теплоізоляція; 4 - пластикова плівка; 5 - залізобетонна плита (поверхню плити треба ретельно очистити до установки кабелю); 6 - монтажна стрічка (монтажну стрічку кріплять до вирівняною основі кріплення стрічки, краще виробляти до неповністю застиглому бетону якщо підстава заливається за один робочий період, то кабель кріплять до армуючої сітки); 7 - опалювальний кабель; 8 - вирівнююча стяжка (бетон) при прямому опалюванні товщина 30-50 мм, при акумулює 50-80 мм; 9 - оздоблювальний матеріал (при прямому опаленні - твердий, добре проводить температуру, наприклад: керамічна плитка; при акумулює опаленні - теплоізоляційний, наприклад: паркет, пробка або лінолеум); 10 - термостат.

Рекомендовані монтажні проміжки.

Тверді, кам'яні підлоги: 120-240 мм

Підлоги, покриття яких повільніше віддають тепло: паркет, лінолеум на м'якій основі і т.п. : 150-300 мм. Типовий монтажний проміжок при укладанні такого кабелю 150 мм.

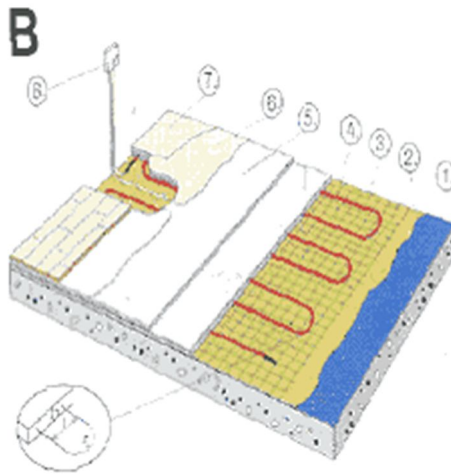


Рис. 4. 4 Монтаж поверх старої підлоги

1 - старий обробний матеріал. (Увага! Обов'язково перевірити надійність прикріплення старих покриттів до основи: поверхні повинні бути очищені від пилу і бруду; стару поверхню миють, наприклад: содовим розчином або відповідним розчинником; лінолеум сушать і роблять шорстким, що відокремився матеріал видаляють; стару поверхню пола вирівнюють будівельним розчином) ; 2 - зчіплюючий шар як зчіпною шару на лінолеум наносять приблизно 20 мм шар будівельного розчину. Розчин залишають тверднути приблизно на добу. Кріплення кабелю до бетонної поверхні здійснюють відповідними кріпильними елементами; 3 - сітка (наприклад армована з тонкого дроту, приблизно: 25 x 25 мм: кріплення сітки і кабелю, наприклад: гарячим клеєм; до бетонної основи кабель також можна прикріплювати і за допомогою монтажний стрічки); 4 - опалювальний кабель; 5 - стяжка і при необхідності запобіжна стяжка: будівельний розчин, який повністю покриває кабель; 6 - кріплення оздоблювального покриття: лінолеум прикріплюють клеєм, керамічну плитку - спеціальним розчином; 7 - оздоблювальний матеріал: лінолеум або керамічна плитка; 8 - термостат.

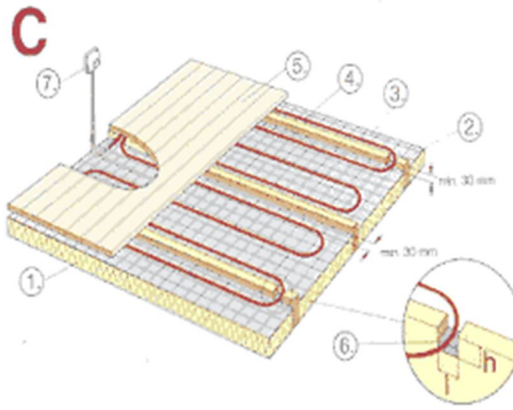


Рис. 4. 5 Монтаж до дерев'яної підлоги

1 - килимове покриття; 2 - алюмінієва фольга (не обов'язково): підстава килима при бажанні покривають алюмінієвою фольгою для поліпшення передачі тепла; 3 - кріпильна сітка: для кріплення кабелю і датчика термостата в зазор між елементами конструкції підлоги встановлюють сітку; 4 - опалювальний кабель; 5 - дерев'яний настил; 6 - розташування і розміри пазів (пази для проходу кабелю роблять вільними, наприклад: 40x25 мм, при цьому треба враховувати стійкість конструкції; в паз встановлюють металеву захисну трубку або, для поліпшення теплопровідності, його покривають бляхою); 7 - термостат (при необхідності застосовується захист від перегріву, максимально допустима температура горючого матеріалу (дерево) 80 0C).

Терморегулятори. Термостат дозволяє економити електроенергію, подаючи напругу на нагрівальні секції тільки коли це необхідно для підтримки теплового комфорту в приміщенні. Користуючись термостатами серії PRO, можна задати програму підтримки температури на добу і на тиждень.

У підлогах з електропідігрівом використовуються наступні моделі термостатів:

Тепло люкс PT007LA. Базовий стандартний термостат показаний на рисунку 4.6 для теплої підлоги Тепло люкс. Включення і установка температурного режиму обігріву (в відносних одиницях) здійснюється поворотом ручки. Комплектується датчик температури - терморезистор (рис. 4.7), які встановлюються за в підлозі. Є

індикація подачі напруги на нагрівальні секції. Випускається також в корпусі, для накладного монтажу при відкритій проводці. Дозволяє економити до 30% електроенергії, що витрачається на обігрів.

Максимальний струм навантаження - 16 А. Датчик температури - терморезистор.

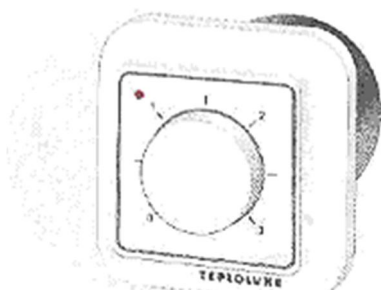


Рис. 4. 6 Терморегулятор PT007LA



Рис. 4. 7 Датчик температури

Тепло люкс PT007G. Зображено на рисунку 4.8. Найбільш популярний варіант термостата PT007. Відрізняється сучасним дизайном корпусу, меншою масою і габаритами. Має окремий вимикач харчування. Може використовуватися як один з приладів, що встановлюються в багато гніздову настінну рамку. Дозволяє економити до 30% електроенергії, що витрачається на обігрів. Максимальний струм навантаження - 16 А.

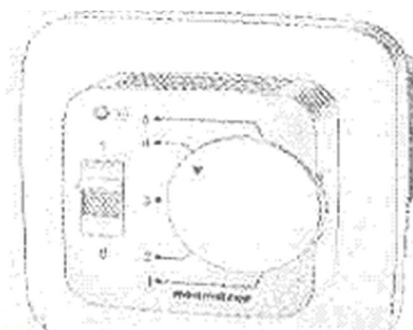


Рис. 4. 8 Терморегулятор PT007G

Тепло люкс PT007LD. Варіант термостата PT007 для установки в шафах управління на стандартну DIN-рейку, зображений на рисунку 4.9. Регулятор установки температури виведений під шліц. Використовується в тих випадках, коли потужність системи "Тепла підлога" перевищує можливості вбудованого реле термостата (3 кВт). Наприклад, обігрівається кілька приміщень з однаковими тепловими умовами або одне велике приміщення декількома нагрівальними секціями. Термостат управляє пускателями,

розрахованими на великі струми, до яких підключаються групи нагрівальних секцій. Максимальний струм навантаження, комутованою безпосередньо, - 16 А. Датчик температури - терморезистор.



Рис. 4. 9 Терморегулятор PT007LD

Тепло люкс РТП-500А. Програмований термостат з цифровим дисплеєм завдання необхідної температури, зображений на рисунку 4.10. Має 8 стандартних тижневих програм підтримки температури з розрізненням денної і нічної температури і робочих / вихідних днів. Цей термостат корисний для заміських будинків, дач, офісів, майстерень та інших періодично використовуваних приміщень. Може розігріти приміщення до приїзду господарів на вихідні, знизити температуру або зовсім вимкнути опалення в нічний час. Дозволяє отримати максимальну вигоду з двухтарифної системи оплати електроенергії, автоматично включаючи обігрів і накопичуючи тепло під час дії зниженого тарифу. Випускається також в корпусі для зовнішнього монтажу. За допомогою цього термостата можна досягти максимального теплового комфорту і заощадити до 50% електроенергії за рахунок її оптимального використання. Максимальний струм навантаження - 16 А.



Рис. 4. 10 Терморегулятор РТП-500А

Тепло люкс РТП-500Т. Програмований термостат, зображений на рисунку 4.11. Має 5 прибудованих програм управління обігрівом і можливість їх модифікації. Включає і вимикає обігрів в запрограмований час. Має вбудовану функцію антифрінінга, тобто не дозволяє вистудити приміщення нижче заданої температури при мінімальних витратах електроенергії. Випускається в корпусі для монтажу на DIN-рейку в шафах управління. Він може керувати групою термостатів типу РТ007L, кожен з яких керує обігрівом свого приміщення або групи приміщень з однаковими тепловими умовами. Термостат Тепло люкс PRO TIMER вмикає і вимикає цю групу термостатів в запрограмовані час і день тижня. Це дозволяє реалізувати найбільш вигідну програму обігріву групи приміщень і цілих будинків з використанням всього одного програмованого термостата, при цьому в кожному з приєднаних до PRO TTIMER приміщень може бути різна температура.

Максимальний струм навантаження - 8 А. Датчик температури - термочутлива мікросхема

До кожного термостата можна легко підключити датчик температури повітря, що встановлюється на корпусі приладу.

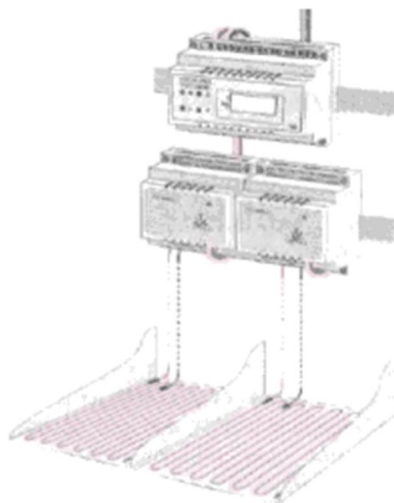


Рис. 4. 11 Терморегулятор РТП-500Т

Кабель US 12 HF

Саморегулюючий нагрівальний кабель загального призначення представлений на рисунку 4.12.



Рис. 4. 12 Саморегулюючий нагрівальний кабель US12HF

Кабель US 12 HF є галогеночистий легкий саморегулюючий кабель непромислового застосування, який може використовуватися для захисту від промерзання трубопроводів питної води. Кабель може бути відрізаний будь-якої довжини прямо на місці установки, виходячи з довжини труби, без проведення додаткових розрахунків. Виключно надійний і довговічний.

Кабель US 12HF не перегорає, навіть якщо укладений з перетином. Його вихідна потужність саморегулюється в залежності від температури повітря і води в трубі.

Кабель US 12 HF простий в установці і не вимагає застосування спеціальних навичок або обладнання. Арматура для з'єднування, обробляння кінців та приєднання до силових установок поставляється в спеціальних наборах.

Загальна конструкція кабелю. Кабель US 12 HF складається з напівпровідникової матриці з мідними шинами перерізом 0,5 мм², внутрішній оболонці з термопласту, алюмінієвого екрану і зовнішньої оболонки з термопласту.

Технічна інформація. Максимальна робоча температура зовнішньої оболонки 50 0С, мінімальна робоча температура при монтажі -10 0С. Максимальна робоча напруга 220 - 240 В змінного струму, максимальний опір провідника заземлення 18,2 Ом / км.

Залежність потужності кабелю від температури / кабель US 12 HF представлена на рисунку 4.13.

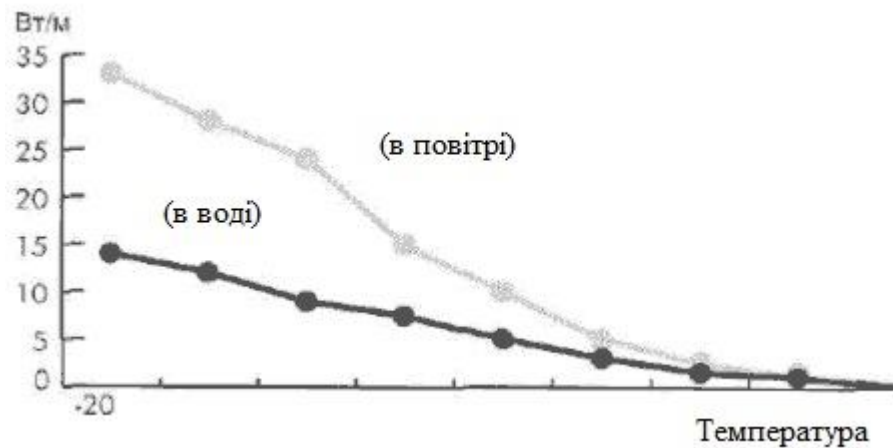


Рис. 4. 13 Залежність потужності кабелю від температури.

Максимальна довжина відрізка кабелю (м) в залежності від температури, при сумарному струмі в 10 А.

Таблиця 4. 1

Параметри кабелю US 12 HF.

Тип кабелю	Температура, °C	Пусковий струм, А / м	Максимальна довжина, (м)
US 12 HF	5	0,2	100
	0	0,3	90
	-10	0,4	70
	-20	0,5	50

Види нагрівальних секцій

Одножильні нагрівальні секції ТЛЕ. Одножильна нагрівальна секція зображена на рисунку 4.14.



Рис. 4. 14. Одножильна нагрівальна секція ТЛЕ

Нагрівальна секція ТЛЕ складається з нагрівального кабелю АЛЕ зображеного на рисунку 4.15, двох з'єднувальних муфт і монтажних кінців.

У сполучної муфті нагрівальна жила та екран надійно з'єднані з двома мідними проводами монтажного кінця, призначеного для підключення нагрівальної секції до термостата і захисного заземлення (показано на рисунку 4.16).

Для правильного підключення секції ТЛЕ звертається увага на різне забарвлення проводів в монтажних кінцях.



Рис. 4. 15 Нагрівальний кабель АЛЕ

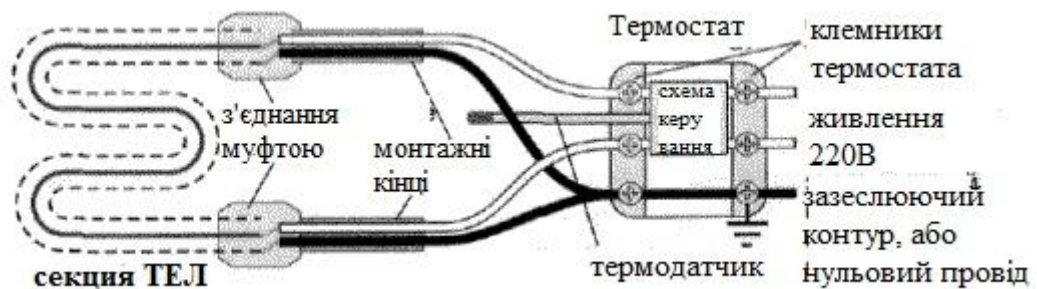


Рис. 4. 16 З'єднання нагрівальної секції з термостатом і захисним заземленням.

Білі дроти монтажних кінців з'єднані з нагрівальної жили кабелю та підключається до термостата.

Жовто-зелені або чорні дроти монтажних кінців з'єднані з захисним екраном кабелю.

Ці дроти необхідно підключити до захисного заземлення будинку (або нульового проводу).

Двожилінні нагрівальні секції ЕСО. Нагрівальна секція ЕСО складається з нагрівального кабелю БНО зображеного на рисунку

4.17, який з одного боку оснащений сполучної муфтою і монтажним кінцем, а з іншого - кінцевими муфтою без висновків.



Рис. 4. 17 Нагрівальний кабель БНО

Двожильна конструкція нагрівального кабелю, зображена на рисунку 4.18, дозволяє подавати живлення з одного кінця секції. Це спрощує її розкладку в приміщенні, дозволяє подавати живлення з одного кінця секції.

Для правильного підключення секції ЕСО зверніть увагу на забарвлення проводів в монтажному кінці.

Синій і коричневий дроти монтажного кінця з'єднані з нагрівальної та сполучної жилами кабелю і підключаються до термостата.

Жовто-зелений провід монтажного кінця з'єднаний із захисним екраном кабелю. Цей провід необхідно підключити до захисного заземлення будинку (або нульового).



Рис. 4. 18 Нагрівальний кабель БНО

Завдання:**Розрахунок комфортного і основного обігріву****Комфортний обігрів:**

Визначити загальну площу $S_{\text{пом}}$ приміщення або лабораторії.

Визначивши площу, вибрати по таблиці 4.3 марку проводу, по якій знайти питому потужність секції Руд (Вт / м²).

Таблиця 4.2

Кабелі для електронідогріваємих підлог

Основне опалення			Комфортне опалення	
Площа обігріву, кв.м	Двожильний кабель	Одножильні кабелі	Двожильний кабель	Одножильні кабелі
0.8	20ТЛБЭ2-5		20ТЛБЭ2-5	
1	20ТЛБЭ2-5	14ТЛОЭ2-10	20ТЛБЭ2-5	14ТЛОЭ2-10
1.5	15ТЛБЭ2-13	15ТЛОЭ2-13	15ТЛБЭ2-13	15ТЛОЭ2-13
2	15ТЛБЭ2-18	15ТЛОЭ2-18	15ТЛБЭ2-18	15ТЛОЭ2-18
2.5	20ТЛБЭ2-21	15ТЛОЭ2-21	15ТЛБЭ2-18	15ТЛОЭ2-18
3	20ТЛБЭ2-23	15ТЛОЭ2-21	20ТЛБЭ2-21	15ТЛОЭ2-21
3.5	20ТЛБЭ2-26	18ТЛОЭ2-30	20ТЛБЭ2-23	18ТЛОЭ2-21
4	20ТЛБЭ2-26	18ТЛОЭ2-30	20ТЛБЭ2-23	18ТЛОЭ2-30
4.5	20ТЛБЭ2-32	18ТЛОЭ2-38	20ТЛБЭ2-26	18ТЛОЭ2-30
5	20ТЛБЭ2-42	18ТЛОЭ2-38	20ТЛБЭ2-26	18ТЛОЭ2-30
5.5	20ТЛБЭ2-42	20ТЛОЭ2-42	20ТЛБЭ2-32	18ТЛОЭ2-38
6	20ТЛБЭ2-42	20ТЛОЭ2-48	20ТЛБЭ2-32	20ТЛОЭ2-38
7	20ТЛБЭ2-48	20ТЛОЭ2-50	20ТЛБЭ2-42	20ТЛОЭ2-42
8	20ТЛБЭ2-63	20ТЛОЭ2-50	20ТЛБЭ2-48	20ТЛОЭ2-48
9	20ТЛБЭ2-63	20ТЛОЭ2-63	20ТЛБЭ2-48	20ТЛОЭ2-50
10	20ТЛБЭ2-75	20ТЛОЭ2-75	20ТЛБЭ2-63	20ТЛОЭ2-63
11	20ТЛБЭ2-75	20ТЛОЭ2-75	20ТЛБЭ2-63	20ТЛОЭ2-63
12	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-90	20ТЛБЭ2-75	20ТЛОЭ2-75
13	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-90	20ТЛБЭ2-75	20ТЛОЭ2-75
14	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-90	20ТЛБЭ-752	20ТЛОЭ2-90
15	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-105	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-90
16	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-105	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-105
17		20ТЛОЭ2-125	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-105
18		20ТЛОЭ2-125	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-105
19		20ТЛОЭ2-125	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-125
20		20ТЛОЭ2-125	20ТЛБЭ2-100	20ТЛОЭ2-125
22		20ТЛОЭ2-170		20ТЛОЭ2-125
24		20ТЛОЭ2-170		20ТЛОЭ2-125
26				20ТЛОЭ2-170

Визначити необхідну потужність теплої підлоги за формулою:

$$P = S_{\text{пр}} \cdot P_{\text{пп}} \quad (4.1)$$

де: $S_{\text{пр}}$ - площа приміщення, що обігрівається, м²;

$P_{\text{пп}}$ - питома потужність секції теплої підлоги, Вт / м².

По таблиці 4.3 і 4.4 вибрати комплект теплої підлоги з нагрівающою секцією відповідної потужності.

Таблиця 4.3

Двожильні секції

Марка	Колір кабелю	Потужність, кВт	Довжина секції, м	Струм, А	Опір, Ом
20ТЛБЭ2-5	Коричневий	0.10	5	0.45	365-403
15ТЛБЭ2-13	Сірий	0.19	13	0.9	240-260
15ТЛБЭ2-18	Жовтий	0.27	18	1.2	168-188
20ТЛБЭ2-21	Червоний	0.34	21	1.6	131-146
18ТЛБЭ2-23	Синій	0.42	23	1.9	108-119
20ТЛБЭ2-26	Зелений	0.52	26	2.4	89-97
20ТЛБЭ2-32	Сірий	0.63	32	2.9	72-80
20ТЛБЭ2-42	Коричневий	0.80	42	3.6	51-62
20ТЛБЭ2-48	Зелений	0.90	48	4.1	44-45
20ТЛБЭ2-63	Червоний	1.2	63	5.5	33-41
20ТЛБЭ2-75	Синій	1.4	75	6.4	27.5-33.5
20ТЛБЭ2100	Коричневий	2.0	100	9.1	23.2-26.3

Таблиця 4 4

Одножильні секції.

Марка	Колір кабелю	Потужність, кВт	Довжина секції, м	Струм, А	Опір, Ом
14ТЛОЭ2-10	Зелений	0.14	10	0.6	327-378
15ТЛОЭ2-13	Сірий	0.19	13	0.9	218-250
15ТЛОЭ2-18	Зелений	0.27	18	1.2	168-188
15ТЛОЭ2-21	Жовтий	0.33	21	1.5	143-157
18ТЛОЭ2-30	Синій	0.59	30	2.7	80-90
18ТЛОЭ2-38	Червоний	0.70	38	3.2	62-71
20ТЛОЭ2-42	Коричневий	0.80	42	3.6	51-62
20ТЛОЭ2-48	Зелений	0.90	48	4.1	44-55

Марка	Колір кабелю	Потужність, кВт	Довжина секції, м	Струм, А	Опір, Ом
20ТЛОЭ2-50	Сірий	1.05	50	4.8	43-50
20ТЛОЭ2-63	Червоний	1.2	63	5.5	33-41
20ТЛОЭ2-75	Синій	1.4	75	6.4	27.5-33.5
20ТЛОЭ2-90	Жовтий	1.8	90	8.2	23-28.4
20ТЛОЭ2-105	Коричневий	2.1	105	9.6	19-24.2
20ТЛОЭ2-125	Зелений	2.5	125	11.4	16.2-20.2
20ТЛОЭ2-170	Червоний	3.4	170	15.5	12.4-15

Основний обігрів:

Все той же, що і при комфортному, тільки рекомендована питома потужність теплої підлоги - 150-180 Вт / м².

Крок укладання.

$$h(\text{в см}) = (100 \cdot S) / L \quad (4.2)$$

де: S - площа, на яку укладається нагрівальна секція, м²;

L - довжина секції, м.

Допустиме відхилення кроку від розрахункового не більше 10 мм.

За отриманими даними заповнюємо таблицю 4.5.

Таблиця 4.5

Види обігріву	Колір кабелю	Напруга U, В	Сила струму I, А	Опір R, Ом	Потужність R _{пп} , Вт / м ²	Потужність P, кВт	Довжина на секції L, м	Крок укладки, см	Марка
Комфортний									
Основний									

Використовуючи QR код (рис 4.19.), або переходячи за посиланням ознайомитися з віртуальною моделлю та зобразити її в практичній та назвати з чого вона складається.

Посилання на віртуальну модель підігріву полу, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0da7G3V0m4ezA-fS8?e=OMxQ1l



Рис. 4.19. QR-код на віртуальну модель підлоги з електропідігрівом, представлену у 3D-вимірному просторі

Зміст звіту:

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Принципова електрична схема.
4. Розрахункові формули.
5. Завдання з віртуальною моделлю.
6. Висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Розкажіть про будову та принцип роботи електрообогреваемых підлог.
2. Відмінність теплих підлог від звичайних систем опалення. Переваги.
3. Де застосовуються теплі підлоги?
4. Призначення електрообогреваемых підлог.
5. Яка рекомендована питома потужність теплої підлоги при основному опаленні приміщення?
6. У чому полягає обігрів дерев'яних підлог?
7. У чому полягає обігрів бетонної підлоги?
8. Монтаж теплих підлог.

9. Як здійснюється монтаж електрообігріваних підлог поверх старої підлоги?
10. В яких випадках використовується теплоізоляція?
11. На якій відстані від стіни встановлюється датчик температури?
12. Дайте визначення датчика температури.
13. Що таке термостат? Види термостатів.
14. Максимальний струм навантаження термостата РТ007G.
15. Напишіть формулу розрахунку кроку укладання теплих підлог.
16. Конструкція саморегульованого нагрівального кабелю.
17. Структура нагрівального кабелю, використовуваного в двожилих секціях.
18. Яка потужність закладається при установці системи акумуляції тепла?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5.

КОНДИЦІОНЕР

Мета роботи: Вивчити пристрій, принцип дії, електричну схему і правила експлуатації кондиціонера побутового БК-1500.

Програма роботи:

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. Вивчити методику і виконати роботу.
3. Виміряти температуру повітря на вході і виході з кондиціонера. Визначити схему руху холодоагенту.
4. Визначити питому витрату електроенергії на вентиляцію повітря і ККД установки.
5. Скласти і захистити звіт.

Теоретичні відомості:

Термоелектричний кондиціонер (рис. 5.1) призначений для кондиціонування повітря в транспортних засобах, а також побутових приміщеннях. Термоелектричний кондиціонер включає в себе блок термоелектричних батарей з каналами з боку гарячих і холодних теплопереходів для протоки рідкого теплоносія з утворенням гарячого і холодного контурів циркуляції теплоносія, кожен з яких містить циркуляційний насос, радіатор скидання або прийому тепла з вентилятором, розширювальні бачки, трубопровід для підведення рідкого теплоносія і відведення газів з контуру. У вентиляційному воздуховоде встановлений додатковий радіатор прийому тепла з вентилятором. У цього кондиціонера підвищена теплотехнічна ефективність, спрощена конструкція і спрощений монтаж (розміщення, пристрій на об'єкті).

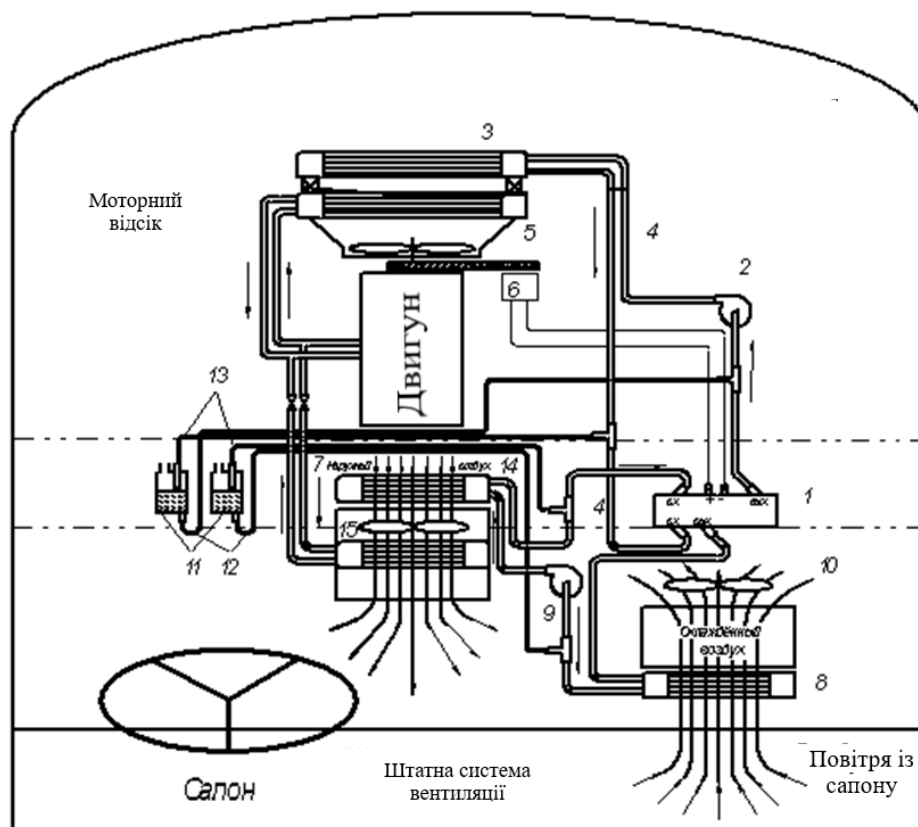


Рис.5. 1Термоелектричний кондиціонер.

Кондиціонер побутовий БК-1500 призначений для автоматичного регулювання температури повітря в приміщенні від 18 до 28°C з точністю до 1 °. Його використовують в житлових, службових та інших приміщеннях площею до 25 м².

Кондиціонер забезпечує: охолодження повітря в приміщенні, автоматична підтримка заданої температури, очищення повітря від пилу, вентиляцію, зменшення вологості повітря, зміна швидкості руху і напрямку повітряного потоку, повітрообмін із зовнішнім середовищем.

Всі вузли кондиціонера змонтовані на металевій основі. Металевою перегородкою кондиціонер розділяється на два герметично ізольованих відсіку: зовнішній і внутрішній. Внутрішній відсік кондиціонера, встановленого в віконному отворі, Ви знаходитеся у приміщенні, а зовнішній розташовується поза ним.

Основними робочими вузлами кондиціонера є: холодильний агрегат, вентилятори (осьової і відцентровий) із загальним електродвигуном, пульт управління з пускозахисна пристроєм.

Герметичний холодильний агрегат (рис. 5.2) складається з ротаційного компресора 9, конденсатора 8, випарника 16, фільтра-осушувача 11, розширювача 10 і системи трубопроводів.

Компресор, конденсатор, осушувач і розширювач розташовані в зовнішньому відсіку, а випарник - у внутрішньому.

Система холодильного агрегату заповнена мастилом і холодоагентом хладагентом-22.

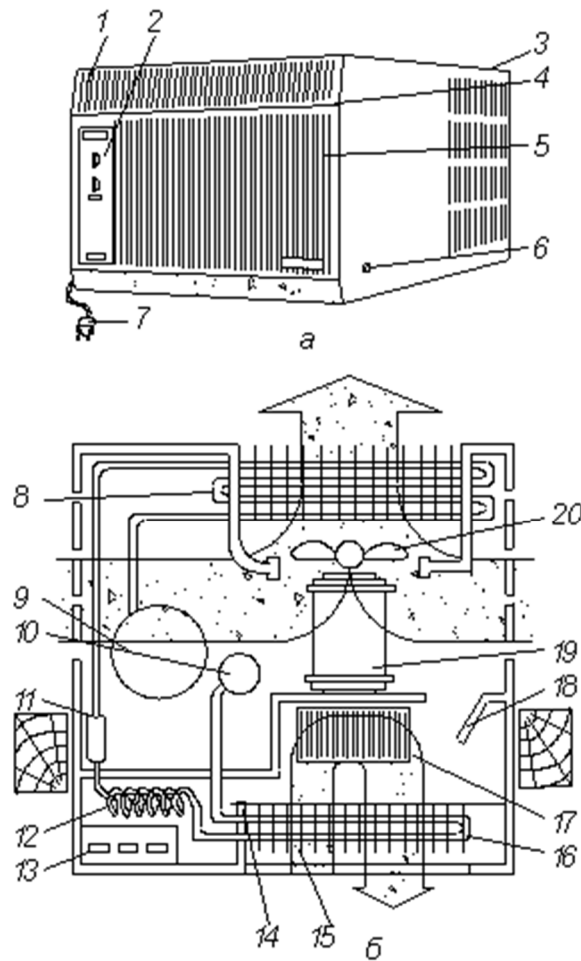


Рис.5. 2 Кондиціонер БК-1500: а - загальний вигляд; б - схема роботи: 1-поворотна решітка; 2-пульт управління; 3-кожух; 4-передня панель з фільтром для очищення повітря; 5-дисплей і з жалюзі; 6-гвинт кріплення передньої панелі; 7-сполучний шнур; 8-конденсатор; 9-компресор; 10-розширювач; 11-фільтр-осушувач; 12-капілярна трубка; 13-пульт спрощення; 14-перегородка; 15-фільтр повітряний; 16-випарник; 17-вентилятор відцентровий; 18-

заслінка вентиляційна; 19-електродвигун вентиляторів; 20-вентилятор осьової.

При включених електродвигунах холодильний агрегат працює наступним чином: пари хладону нагнітаються компресором 9 в конденсатор 8. У конденсаторі відбувається конденсація парів за рахунок відведення тепла зовнішнім повітрям, що продувається осьовим вентилятором 20. Далі рідкий хладон надходить через фільтр-осушувач 11 по капілярної трубі 12 у випарник 16. Капілярна трубка створює перепад тиску між конденсатором і випарником, внаслідок чого рідкий хладон переходить у випарник в газоподібному стані. При цьому він поглинає велику кількість тепла, віднімаючи його від стінок випарника і стикається з ним повітря, засмоктує відцентровим вентилятором 7 з приміщення. Охолоджений повітряний потік надходить в приміщення через поворотну ґрати.

З випарника через розширювач пари холодоагенту відсмоктуються компресором, і цикл повторюється.

Вентилятори 20 з двошвидкісним електродвигуном 19, розташований в зовнішньому відсіку, призначений для охолодження конденсатора зовнішнім повітрям, засмоктує через жалюзі в бічних стінках кожуха.

Відцентровий вентилятор, встановлений на внутрішньому відсіку конденсатора, служить для засмоктування повітря з приміщення через ґратчасту частину декоративної панелі, повітряний фільтр 15 і випарник, а також для нагнітання охолодженого і очищеного від пилу повітря в приміщення через поворотну ґрати.

Електродвигун вентиляторів включається при пуску компресора, проте він може бути також включений в роботу в режимі вентиляції і при відключеною холодильній системі.

Пульт управління 2 з пускозахисна пристроєм призначається для пуску, зупинки і управління роботою кондиціонера, встановлення бажаної температури в приміщенні і автоматичної

підтримки її, а також для захисту елементів кондиціонера від перевантаження.

Електрична схема кондиціонера показана на рисунку 5.3.

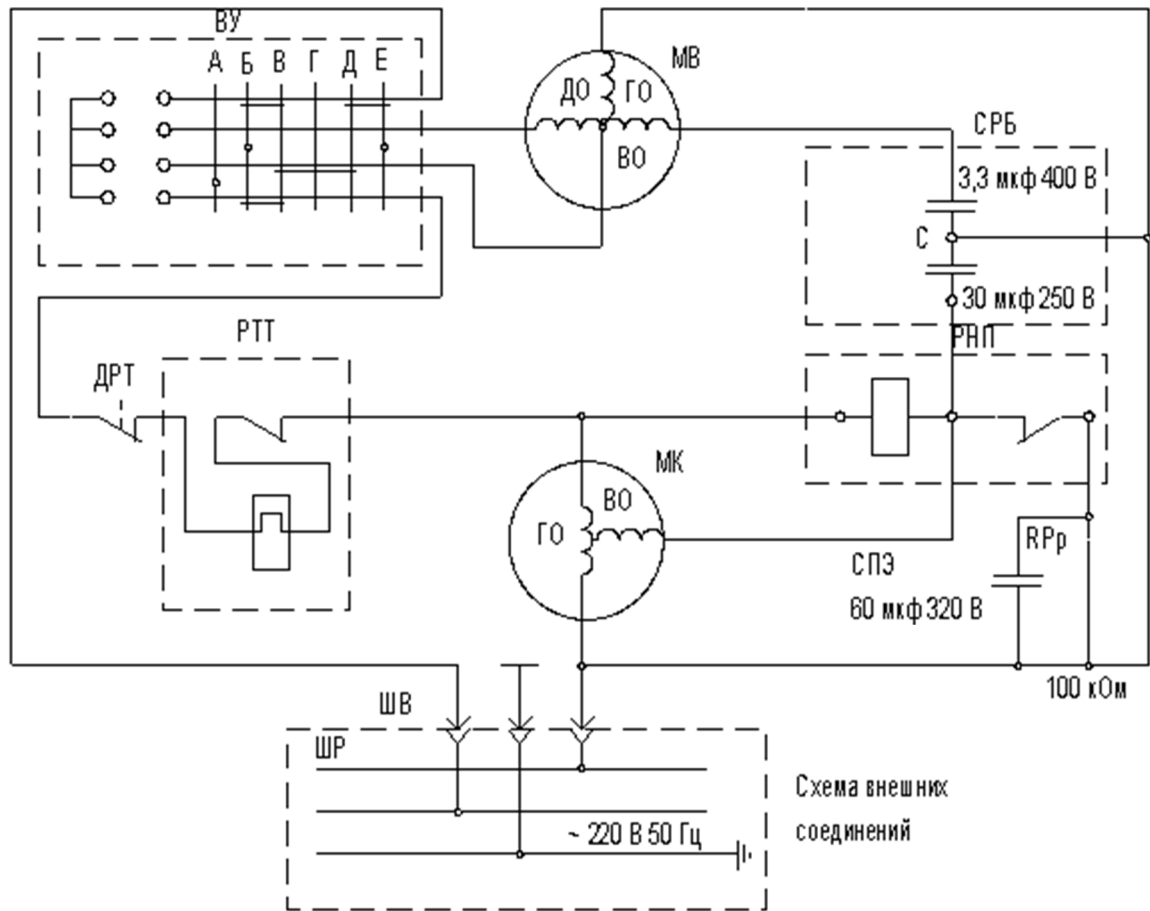


Рис.5. 3 Електрична схема кондиціонера БК-1500.

Пускозахисний пристрій складається з наступних приладів: конденсатор 3 пусковий електролітичний СПЕ ємністю 60 мкФ для пуску електродвигуна компресора МК; конденсатор робочий блоковий СРБ для забезпечення роботи однофазних електродвигунів МВ і МК; реле напруги; пусковий РНП (напруга 250 В струм 10 А) для відключення пускового конденсатора СПЕ після пуску двигуна компресора МК; термостат ДРТ (датчик реле температури) для автоматичного управління кондиціонером (температура регулювання від 10 до 15°C); реле температурно-струмовий НГ для захисту електродвигуна компресора МК при перевантаженнях, резистор RPr ОМЛТ-0,5 100 кОм для розряду пускового електролітичного конденсатора СПЕ після його відключення.

У порівнянні з раніше випускаються кондиціонерами, кондиціонер БК-1500 має такі переваги. Компресор кондиціонера ротаційного типу, більш легкий і з меншим шумом, ніж раніше застосовуваний поршневий компресор. Витрата електроенергії знижений. Електродвигун вентиляторів має дві частоти обертання, що робить можливим регулювання обсягу вентилязованого повітря в одиницю часу і швидкості руху повітряного потоку, а також зменшення шуму. Пластмасовий кожух в порівнянні з металевим має меншу масу, забезпечує зменшення тепловіддачі і поглинає шум працюючого агрегату.

Таблиця 5.1

Числові характеристики кондиціонерів компресору та двигуна вентилятора

Кондиціонери	
Тип	Побутовий віконний автономний з автоматичним регулюванням температур
Охолодження, ккал / год	1500
Споживана потужність, Вт	Не більше 1000
Номинальна напруга, В	220
Рівень шуму, дБ	Не більше 58
Робочий струм, А	Не більше 5
Габаритні розміри, мм	400·600·585
Маса, кг	51
Компресор	
Тип	Ротаційний, з конденсаторним двигуном
Охолодження, ккал / год	1750
Споживана потужність, Вт	Не більше 854
Робочий струм, А	Не більше 4,4
Коефіцієнт потужності	0,875
Частота обертання двигуна, об / хв.	2910
Двигун вентиляторів	
Тип	Двошвидкісний, однофазний з короткозамкненим ротором, конденсаторни
Номинальна напруга, В	220
Споживана потужність, Вт	40/18
Частота обертання двигуна, об / хв.	
Max	810
Min	625

Завдання:

Пристрій, принцип дії, електричну схему і правила експлуатації кондиціонера БК-1500 вивчити з методичного вказівкою до лабораторної роботи.

Для розрахунків використовувати таблицю 5.2 в якій представлено дані для розрахунків. Викладач обирає кожному студенту свій тип кондиціонера.

Таблиця 5.2.

Кондиціонер

Штамп	Продуктивність за				Очищення повітря, %	Потужність, кВт	Розмір, мм	Вага, кг
	повітря, м³/год	холод, кВт	тепло, кВт	волога, кг/год				
КПА1-2,2-01М	2200	11	6,3	3	85	12,15	970×570×1860	470
КПА1-3,5-04М	3500	17,6	15	6	85	28,2	1200×850×1860	750
КПА1-4,4-01М	4400	22	12	6	85	23,3	1200×510×1860	570
КПА1-7,0-01М	7000	32	15	11,03	85	35	1200×850×1860	820
КПА1-11-01М	11000	51	24	14,5	85	48,5	1940×850×1860	1180
КМ1-2-01	2000	18,6	12	7,68	95	25,6	-	530
КМ1-4-01А	4400	32	15	4,8	95	50	-	745
КК2-1,2-01М	1000	4,56	6	-	80	5,2	700×310×835	120
КК2-1,2-03М	1000	4,56	6	-	80	13	700×310×835	120
КТА2-5-01А	5000	24,36	36,54	-	-	12,5	-	750

КТА2-0,5Е-01А	400	2,3	-	-	90	1,62	975×640×376	83
КТА2-0,5Е-02У1	400	3,48	-	-	75	3,1	671×782×280	40
КНБ-3,15-01	3150	21,5	12,5	-	92	2,4	1860×810×2085	720
КНБ-6,3-01	6300	43	25	-	92	4,4	2130×810×2085	870

Результати дослідів і розрахунків зводять в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3.

Результати експериментів і розрахунків

Без п/н	P _{отR} , кВт	T _{vh} , °C	T _{вих} , °C	В, м/с	A _{кон} , м²	Q, м³/год	E _{уд} , кВт·год/м³	η, %

Питоме споживання електроенергії для вентиляції, кВт·год/м³:

$$E_{ud} = \frac{P_{вст}}{Q \cdot (T_{вх} \cdot T_{вих})} \quad (5.1)$$

де $Q=3600 \cdot V \cdot A_{con}$ - подача вентилятора, м³/год;

Тут A_{con} - площа активного перерізу кондиціонера, м².

ККД кондиціонера в установленому режимі:

$$\eta = \frac{Q \cdot P_{вх} \cdot C \cdot (T_{вх} \cdot T_{вих})}{3600 \cdot P_{вст}} \quad (5.2)$$

де $P_{вх}$ - щільність повітря, кг/м³;

C - питома теплоємність повітря, кДж/кг°C, $C = 1$ кДж/кг°C.

Щільність повітря, ρ :

$$\rho = \frac{346}{273 + T_{ср}} \cdot \frac{p}{99,3} \quad (5.3)$$

де $T_{ср} = \frac{T_{вих} + T_{вх}}{2}$ середня температура повітря в нагрівачі, °C.

$p = 98,7$ - барометричний тиск в області під час експерименту, кПа.

Переходячи за QR кодом (рис. 5.4.) або посиланням ознайомитися з віртуальною моделлю та зобразити її на листі А4 позначивши з чого вона складається.

Посилання на віртуальну модель кондиціонеру, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0dbF6gNSGMFGI7Guc?e=lFh2Gv



Рис. 5.4. QR-код на віртуальну модель кондиціонеру.

Зміст звіту:

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Таблиця експериментальних і розрахункових даних.
4. Електрична схема кондиціонера.
5. Формули розрахунку.
6. Значення ефективності і питомого енергоспоживання для вентиляції та кондиціонування повітря.
7. Зображення віртуальної моделі на листі А4 та опис її.
8. Висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Технічні характеристики кондиціонера БК-1500.
2. Основні робочі елементи побутового кондиціонера БК-1500.
3. Мета і принцип роботи основних робочих пунктів.
4. Робота основного електричного ланцюга.
5. Призначення і компоненти, принцип роботи холодильного агрегату в БК-1500.
6. Навіщо потрібен відцентровий вентилятор?
7. Роль терморегулятора DRT в роботі БК-1500, контрольна температура.
8. Скільки швидкостей має електродвигун вентиляторів і як це впливає на роботу БК-1500?
9. Переваги і недоліки БК-1500.
10. Призначення капілярної трубки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6.

ЗАСОБИ МІСЦЕВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ

Мета роботи: Вивчити прилад, принцип роботи, технічні дані, застосування і схеми управління місцевим електричним опаленням.

Програма роботи

1. Ознайомтеся з теоретичною інформацією.
2. Вивчіть методологію і вивчіть роботу.
3. Складання та захист звіту.

Теоретичні відомості:

У початковий період розвитку молодняк і птахи вимагають підвищеного рівня температури нагріву. Місцеві опалювальні установки забезпечують в районі поросят, телят, ягнят або курей підвищену температуру повітря і знижену вологість і концентрацію шкідливих газів в порівнянні з іншою частиною приміщення.

Залежно від способу теплопередачі від пристрою **місцевого електричного нагріву** тваринам і птиці існують засоби радіанного (інфрачервоного), контактного (провідного), конвективного і комбінованого нагріву.

У променистих **опалювальних** установках використовуються світлові і темні інфрачервоні випромінювачі - електричні лампи і нагрівальні елементи.

Промениста опалювальні прилади для молодняка і птахів, що мають парасолькову структуру тіла, всередині яких розміщені інфрачервоні джерела випромінювання, називаються брудерами.

Брудери ВР-1 і ВР-1А використовуються для місцевого обігріву молодняка і птиці. Джерелами тепла є чотири нагрівальні елементи загальною потужністю 1 кВт. Кількість нагрітих курей у віці від 1 до 30 днів - 500...600. Для підтримки необхідного температурного режиму 22...35 °С в брудері ВР-1 використовується двопозиційне теплорегулююче реле, а в брудері ВР-1А - двопозиційний тиристорний регулятор температури. Точність регулювання $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Площа нагріву становить 2,2 м².

Брудер ВР-1 складається з наступних основних агрегатів: парасолька, обігрівач, рама, рефлектор, кришка, підвіска, термореле. Парасолька пірамідальної брудера складається з шести секцій з оцинкованої сталі. Утеплювач - усічений конус з оцинкованої сталі, на бічній поверхні якого встановлені нагрівальні змащені вежі. Усередині конуса знаходяться: запобіжник, лампа освітлення, лампа регулювання температури, сигнальна лампа, яка загоряється в разі виходу з ладу хоча б одного обігрівача. Каркас брудера - шестикутник, з кута, до якого кріпляться секції парасольки. Рефлектор - усічений конус з оцинкованої сталі. Наявність рефлектора сприяє більш рівномірному розподілу температури по всій площі під парасолькою брудера. На кришці, виготовленій з оцинкованої сталі, фіксується червона скляна кришка, що покриває сигнальну лампу. Підвіска складається з трьох стрижнів, прикріплених до кришки, тримача з гачком, сталевого каната, трьох блоків і навантаження. Брудер підвішують на відстані до 2,2 м від підлоги, в залежності від віку курей.

Брудери ОКБ-1376, ОКБ-1376А призначені для місцевого обігріву молодняка і птиці. Опромінювач має три темних випромінювачі (обігрівачі) потужністю 400 Вт кожен. Армування - конусоподібний корпус-рефлектор з листової сталі з подвійними стінами, між якими укладається теплоізоляція. Регулюється температурний режим під опромінювачем, вимірюється висота суспензії. Покрокове управління живленням здійснюється вручну за допомогою вимикачів.

Електричні нагрівальні пристрої з переважачою тепловіддачею випромінюванням відносяться до загального класу інфрачервоних електричних обігрівачів, в яких практично вся сяюча енергія передається в діапазоні довжин хвиль 0,8 - 800 мкм. Чисте повітря практично повністю пропускає теплове випромінювання, тому сяюче опалення доречно в першу чергу в тих випадках, коли обігрів повітря недоцільний або неможливий (погано обігріваються великі приміщення, постійно провітрюються, напіввідкриті або недостатньо теплоізоляційні приміщення).

Інфрачервоний електричний обігрівач EIS-0,25-II призначений для місцевого обігріву тварин. Його основна частина: металевий корпус, оснащений теплоізоляцією і плінтусом, що дозволяє використовувати його з комерційно виготовленими промисловими опромінювачами SSP-01-250, «Астра» і т.д. Всередині корпусу монтується обігрівач, в якому замурований електричний нагрівальний елемент у вигляді дрітної спіралі. Потужність електричного нагрівача становить 250 Вт при напрузі 220 В. Середнє перевищення ефективної температури над температурою навколишнього середовища на рівні підлоги в зоні опалення площею 0,7 м² при висоті підвіски 0,6 м становить не менше 8 °С.

До променистих **опалювальних агрегатів** також відносять установки типу ІКУФ-1 з опромінювачами ОРІ-1, ОРІ-2; «Луч»; опромінювачи "Литвико", "Ірис", ОЕІ-500, ОВІ-1, ОКБ-3196 та ін.

Контактні електричні опалювальні установки включають електричну підлогу, килимки, панелі та електричні грілки.

Коли пристрій електричної нагрітої підлоги ущільниться ґрунтом, для вирівнювання на неї насипають шар піску товщиною 15 ...20 мм, а потім укладають гідроізоляцію у вигляді листів тол або поліетиленової плівки в один-два шари. Поверх гідроізоляції насипають шар піску, на якому розміщують теплоізоляцію (котельню шлак або керамзит) товщиною 89...150 мм. Утеплювач ущільнюють і присипають піском, а потім укладають бетон. У шарі бетону на глибині 4 ... 6 см укладають нагрівальні елементи з проводів POSKHV, POSKHP, PNVSV, POSKHVT, PSO і т.д. При живленні від мережі напругою по проводах на глибині близько 2 см від поверхні укладають сталеву сітку, з'єднану з нульовим дротом мережі живлення. Сітка захищає нагрівальний дріт від пошкоджень в разі руйнування бетонного покриття, а також служить для вирівнювання потенціалів, захищаючи тварин від крокової напруги.

Для автоматичного управління температурним режимом електрично нагрітої підлоги використовуються двопозиційні регулятори, датчики яких вбудовані в масив підлоги між

нагрівальними проводами. Принципова схема контролю температурного режиму ділянки опалювальної підлоги показана на рис. 6.1.

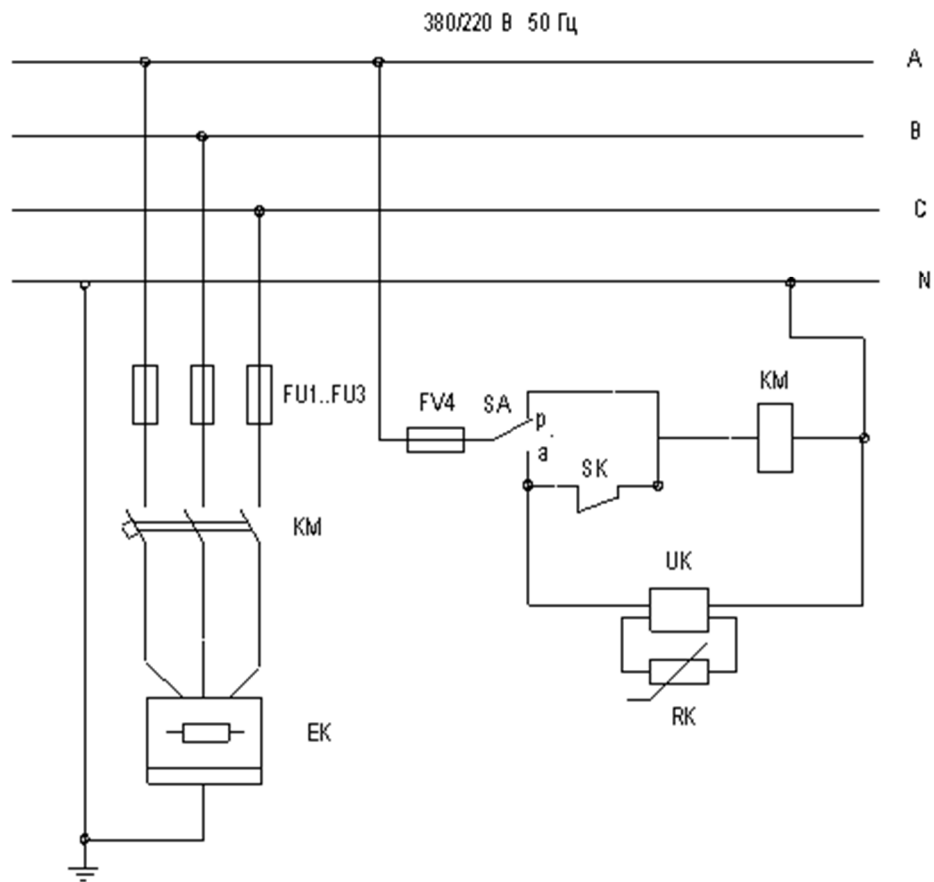


Рис.6.1. Принципова схема контрольної секції опалювальної підлоги

Крім електрично опалювальних підлог, які виконуються при будівництві нових і реконструкції існуючих приміщень тваринництва, широко використовуються знімні електричні нагріті килимки і печі. Їх укладають на бетонну або дерев'яну підлогу. Килимки виготовляються з двох шарів листової гуми площею 0,6...0,8 м, між якими прокладається нагрівальний дріт.

Плити - це плоска конструкція тієї ж площі, утворена металевим каркасом, заповненим бетоном з дротяним нагрівальним елементом, встановленим всередину. Потужність нагрівальних елементів 150...200 Вт. Для забезпечення електробезпеки використовується знижена напруга живлення.

Конвективними засобами місцевого електричного опалення є електричні нагрівальні панелі, електричні конвектори та електричні обігрівачі малої потужності.

Нагрівальні панелі, конструктивно трохи відрізняються від нагрівальних пластин і килимків, використовуються для обігріву промислових, допоміжних і побутових приміщень тваринницького і птахівництва. Вони встановлюються вертикально біля зони пошуку молодняка і на відстані 5 ... 10 см від стін кімнати. Нагрівальні елементи в панелях: нагрівальний кабель, нагрівач, індукційні обігрівачі, дріт з високо стійких сплавів, спеціальні струмопровідні тканини, такі як УТТ-2, РАН-90, напівпровідникові плівкові елементи. Панель містить металевий каркас і екранну сітку. Каркас і сітка утворюють жорстку зварну конструкцію, що забезпечує необхідну механічну міцність панелі. Нагрівальний елемент заливається бетоном. Одна сторона стінових і підлогових панелей покрита шаром теплоізоляції.

Електричні конвектори призначені для обігріву навколишнього повітря природною конвекцією і найбільш ефективні в приміщеннях з достатньою теплоізоляцією (капітальні будівлі, утеплені дерев'яні будинки і т.д.). Вони працюють безшумно і надійно, можуть бути встановлені в будь-якому місці і обігрівати всіх людей в приміщенні відразу, чого не можна досягти за допомогою радіаційних приладів.

Основними конструктивними елементами електричного конвектора є нагрівач, корпус і регулюючі пристрої. У переносних пристроях частіше використовується відкрита спіраль зі сплаву високого опору за ГОСТ 12766.1-77, а в стаціонарних - низькотемпературні нагрівальні елементи: трубчасті, такі як тип «хромалокс» (оштрафований або плоский (13-2)), так звані «захищені» від спіралей в керамічних намістинах, розміщених всередині цифрових пластин, чохлів, екранів і т.д.

Корпус електричного конвектора захищає випромінювання нагрівача, збільшуючи конвективну складову теплопередачі, тобто функціональну ефективність пристрою, підвищує тягу і витрату

повітря. Конструкція корпусу, як правило, плоска коробка з штампованими тонкими сталевими стінами і отворами для повітря в і на вивід, опорами або підвісками і додатковими пристроями.

Регулюючими пристроями можуть бути вимикачі, безступінчасті регулятори живлення і автоматичні контролери кімнатної температури. При дорогому нагріванні елемент, ручне безступінчасте управління живленням іноді використовується шляхом переміщення датчика температури корпусу в зоні температури в залежності від потужності. Найдосконалішим є автоматичне регулювання кімнатної температури за допомогою дистанційного терморегулятора. Іноді для простоти терморегулятор встановлюється на вході в повітря, але тут складно повністю виключити тепловий ефект самого пристрою. Загалом, електричний конвектор може мати як терморегулятор, так і перемикач, щоб уникнути частої роботи терморегулятора.

Потужність електричних конвекторів для сільськогосподарських цілей типу EOKS становить 2 або 6 кВт. Вони оснащені пристроями для автоматичного і ручного управління температурним режимом в приміщеннях. Нагрівальні елементи в конвекторах - це нагрівальні елементи, поміщені в загальний плавлений корпус з розвиненою тепло відбиваючою поверхнею.

Якщо для місцевого опалення використовуються електричні обігрівачі малої потужності, то вони встановлюються у виробничому приміщенні таким чином, щоб потік теплого повітря був спрямований на ділянку, де знаходяться тварини. Електричне калорійне місцеове опалення також використовується для створення теплових штор, які перешкоджають проникненню холодного зовнішнього повітря в приміщення, де в моменти відкриття воріт містяться тварини і птахи.

При комбінованому електричному нагріванні теплопередача тваринам і птахам відбувається одночасно випромінюванням, контактом і конвективним. При цьому систему прагнуть виконувати таким чином, щоб тварини нагрівалися як знизу (контактний нагрівальний пристрій), так і зверху (променистий і конвективний

нагрівальний пристрій). Це допомагає зменшити простудні захворювання молодняка.

Установка ЕІС-11-1 для місцевого комбінованого електричного опалення забезпечує оптимальний температурний режим в районі розміщення поросят-кислот в свинарниках-маток, нагрітих системою загального опалення, якщо температура повітря нижче 14 °С.

Установка ЕІС-0,37-ІІ призначена для місцевого опалення 15 ягнят. При кімнатній температурі 5 ° С установка забезпечує ягням комфортні умови з передбачуваною температурою 15 ° С.

Для обігріву поросят-присосків також розроблена установка «Комбі», розрахована на 30 машинних місць. Установка управляється з пульта дистанційного керування, який має регулятор температури, реле часу, реле витоку струму, сигнальне та комутаційне обладнання.

Завдання:

Ознайомитися з схемою електропроводки електричного блокування ВР-1 (Рис. 6.2). Розрахувати енергоспоживання використовуючи таблиці 6.1, 6.2, 6.3, 6.4.

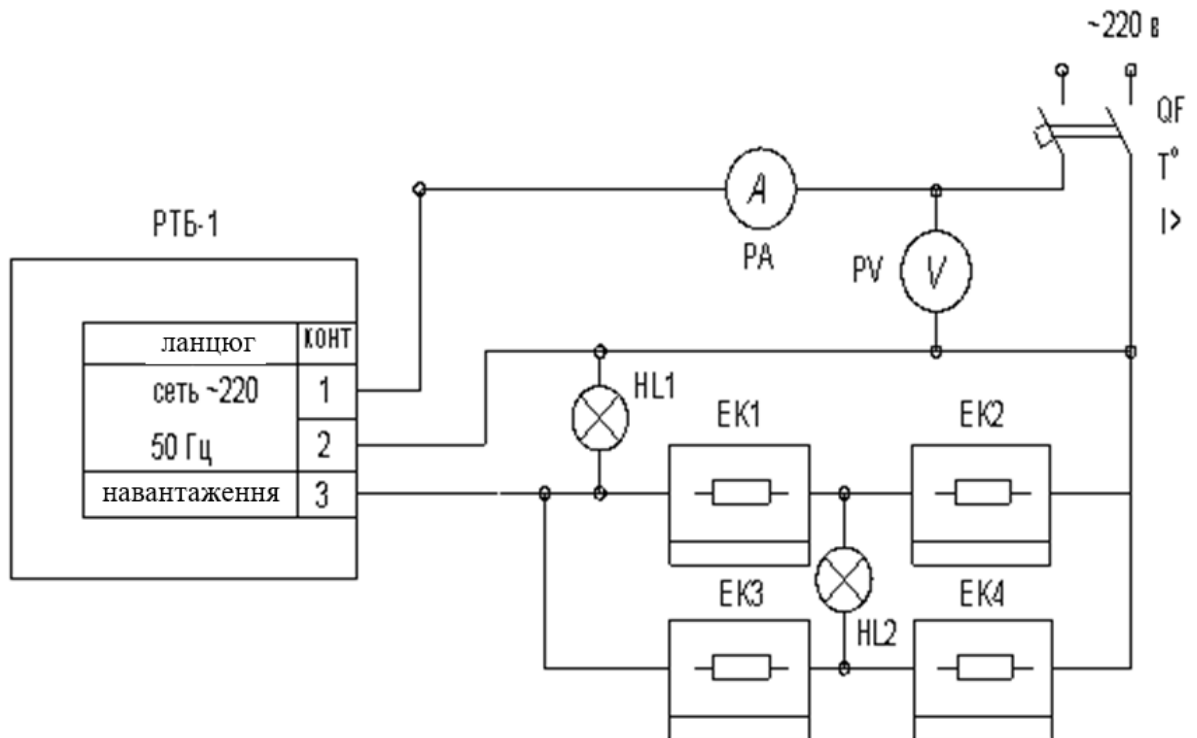


Рис. 6.2. Схема електропроводки електричного блокувальника ВР-І до мережі.

Таблиця 6.1.

Довгохвильові електропанелі ІЧ-обігрівачі та електричні нагрівальні печі

Штамп	Потужність, кВт	Напруга, V	Вага, кг	Габаритні розміри, мм
Довгохвильові електричні ІЧ-обігрівачі				
ОД-0,8 (стеля)	800	-	7,5	826×274×92
ОД-1,2 (стеля)	1200	-	11,2	1135×274×92
Печі електричного опалення				
КЕ-1 (побутовий)	1,0	220	3,3	600×150×140
ПЕТ-1 (для залізничних вагонів)	1,0	750	6,8	-
ПЕТ-2 (за послугу).	1,0	380	6,8	640×220×160
ПЕТ-4а (побутовий)	1,5	220	-	-
ПЕТ-4 (побутовий)	1,0	220	4,8	-
ЕІР (побутовий)	0,75	220	4,8	-
ПЕТ-11 (трамвай)	0,8	220	3,0	340×140×90
ОВЕ-4 (вибухонебезпечний)	2,0	220	38,0	170×186×1566
Тролейбусний обігрівач (обігрівач, продувний)	4,0	550	-	-
	7,2	550	-	-

Таблиця 6.2.

Електричні обігрівачі "ЕДІСОН"

Міць	КВт	4,7	13,0	50,0	100,0	250,0	500,0
Теплова потужність	ккал/год	3950	10950	42130	84265	210660	421300
Напруги	В	220	380	380	380	380	380
Фазовий струм	I	21,0	20,5	76	160	385	770
Коефіцієнт потужності	ц.ц.	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Ефективність	%	98	98	98	98	98	98
Міць	КВт	4,7	13,0	50,0	100,0	250,0	500,0
Габаритні розміри	мм	260×340×465	365×360×620	635×400×1162	440×850×1480	960×600×1385	1090×600×1600
Масового	кг	37	67	220	300	730	1100
Клас захисту від ураження	-	2	2	2	2	2	2

електричним струмом							
------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Таблиця 6.3.

Автономні системи гарячого водопостачання "ЛОГОС"

Ім'я інсталяції	Електрична потужність нагрівача, кВт	Теплопостачання нагрівача, ккал/год	Об'єм накопичувальної потужності, л	Максимальне виробництво гарячої води з t=55°C, л/год	Робочий тиск, мПа	Габаритні розміри, мм
ЛОГОТИ ПИ 2,7	2,7	2275	130к	190	0,6	1315×450× 1544
ЛОГОС 4,7	4,7	3950	130к	240	0,6	1315×450× 1544
ЛОГОТИ ПИ 13	13	10950	250*	580	0,6	1600×620× 1565
ЛОГОТИ ПИ 22	22	18538	250*	770	0,6	1600×620× 1565
ЛОГОТИ ПИ 50	50	42130	400*	1500	0,6	2000×720× 1565

Таблиця 6.4.

Лампи опалення, що використовуються в сільському господарстві

Іменування	Потужність, Вт	Напруга, V	Кут випромінювання, града	Колба (купол)	Довжина горіння, ч.	Іменування	Розміри, мм		Соск
							D	L	
ІКЗ 215-225-250	250	220	80	Прозорий	5000	130	195	E 27	ІКЗ 215-225-250
ІКЗ(М) 215-225-250	250	220	80	Машинованай	5000	130	195	E 27	ІКЗ(М) 215-225-250
ІКЗК 215-225-250	250	220	80	Червоний	5000	130	195	E 27	ІКЗК 215-225-250

Ознайомтеся з електричною схемою підключення до мережі електрично нагрітої панелі (рис. 6.3).

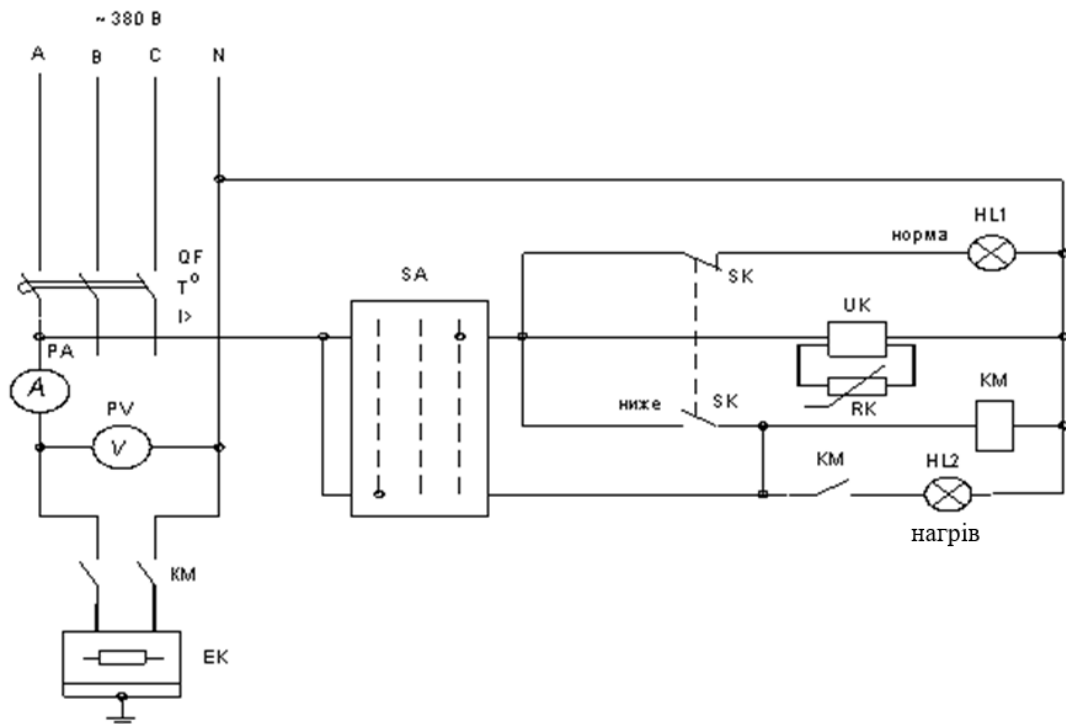


Рис. 6. 3. Схема включення секції електричної нагрітої панелі
Переходячи за посиланням або використовуючи QR код (рис 6.4.) перейти до віртуальної моделі SSP01-250. Ознайомитися та замалювати ескіз інфрачервоного опромінювача та описати його будову.

Посилання на віртуальну модель SSP01-250, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ahl7yh3t7_0dbVvIURYZt7i7hsc?e=KNriPg



Рис. 6.4. QR-код на віртуальну модель SSP01-250,
представлену у 3D-вимірному просторі

Зміст звіту:

1. Тема роботи.

2. Мета роботи.
3. Електрична схема брудера.
4. Дані експериментів і розрахунків.
5. Ескіз SSP01-250 та його будова.
6. Висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Перераховують переваги місцевого опалення перед іншими видами опалення.
2. Як тепло передається від місцевих електричних опалювальних приладів тваринам і птиці?
3. Перелічіть електротермальне обладнання, що використовується для місцевого електричного обігріву тварин і птиці. Як це конструктивно виконується?
4. Поясніть принципи автоматизації установок і приладів місцевого електричного опалення.
5. Який закон описує променистий теплообмін?
6. Назвіть діапазон довжин хвиль інфрачервоних променів.
7. Перераховують основні заходи для безпечної роботи місцевих об'єктів електричного опалення.
8. Перерахуйте види опалювального обладнання в залежності від способу теплопередачі.
9. Що ви маєте на увазі до контактних опалювальних установок?
10. Призначення і пристрій брудера.
11. Призначення електричного обігрівача EIC-0,25-II.
12. Як працює система опалення тварин для зменшення простудних захворювань?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7.

ЕЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНА УСТАНОВКА

Мета роботи: Для вивчення пристрою, принципу роботи, електричного ланцюга і правил експлуатації електрообігрівача установки SFOC-100.

Програма роботи

1. Ознайомтеся з теоретичною інформацією.
2. Вивчіть методологію і вивчіть роботу.
3. Спробуйте установку в ручному і автоматичному режимах.
4. Побудуйте залежність температури повітря на виході нагрівача від кількості включених секцій $T_{vyh} = f(n)$.
5. Визначте питому витрату електроенергії для повітряного опалення E_{ud} і ефективність установки.
6. Складання та захист звіту.

Теоретичні відомості:

Електричні обігрівачі призначені для нагрівання повітря і газів, що використовуються для посилення теплообміну в низько- і середньо температурних електропечах (печах), при сушінні виробів і матеріалів, різного технологічного призначення (технологічного), а також для підтримки температурних режимів в системах вентиляції і опалення сільськогосподарських, комунальних і виробничих приміщень (вентиляція і опалення).

Електрокалориферні установки серії SFOA і SFOC використовуються для обігріву повітря в приміщеннях для худоби і теплицях.

Установка складається з електричного обігрівача і вентилятора з електродвигуном, закріпленого на загальній рамі. Для зменшення вібрації і шуму для підключення нагрівача до вентилятора використовуються гнучкі шланги. Крім того, вентилятор з електродвигуном кріпиться до рами за допомогою вібраційних ізоляторів (амортизуючі пружини).

Нагрівач – це зварна каркасна конструкція, всередині якої встановлюються плавшові електричні обігрівачі, об'єднані в три секції. Потужність нагрівача регулюється поетапно (100, 67 і 33%) при включенні різної кількості секцій.

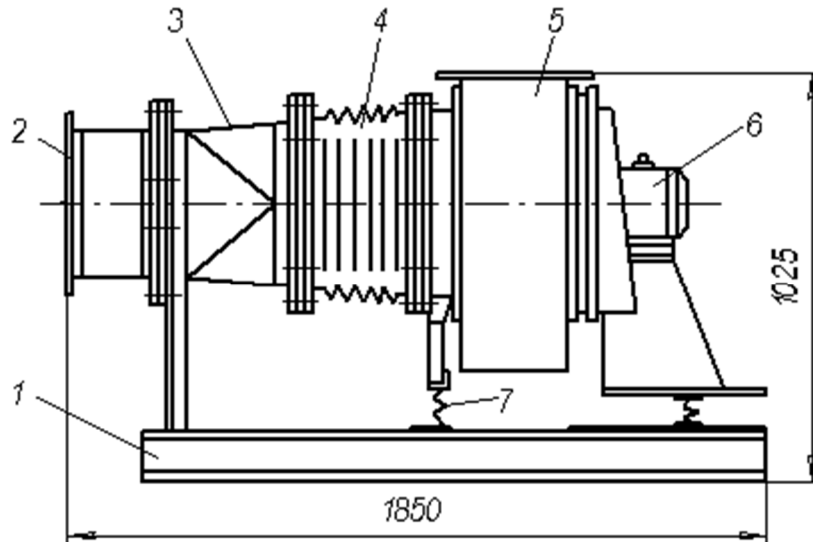


Рис. 7.1. Загальний вигляд електрокалоріферної установки типу SFOA: 1 – каркас; 2 – електричний обігрівач; 3 – дифузор; 4 – м'яка вставка; 5 – вентилятор; 6 – електродвигун; 7 – вібраційний ізолятор

Для більш рівномірного продування нагрівачів з потоком повітря нагрівач розташовується збоку від всмоктування вентилятора. Температуру повітря на виході нагрівача можна регулювати, змінюючи подачу вентилятора за допомогою демпфера.

Керувати установкою можна вручну або автоматично (Рис.7.2). Перемикач SA1 встановлює режим роботи, а перемикач SA2 включає необхідну кількість секцій нагрівача під час ручного управління. Автоматичне управління здійснюється температурним реле SK2 і SK3, яке монтується в опалювальне приміщення. Налаштування (робоча температура) реле SK2 регулюється до 2... на 3°C більше, ніж задана точка реле SK3. Температурний реле SK1, встановлений в нагрівачі, призначений для захисту обігрівачів від перегріву і регулюється до 180 °C.

Трубчасті електричні обігрівачі призначені для роботи в повітряному потоці. У стаціонарному повітрі (з неробочим

вентилятором) зменшується тепловіддача, що призводить до перегріву і виходу з ладу обігрівачів. В електричному ланцюзі нагрівача є замок (контакти автоматичного вимикача QF2), який не дозволяє вмикати обігрівачі, коли вентилятор не працює.

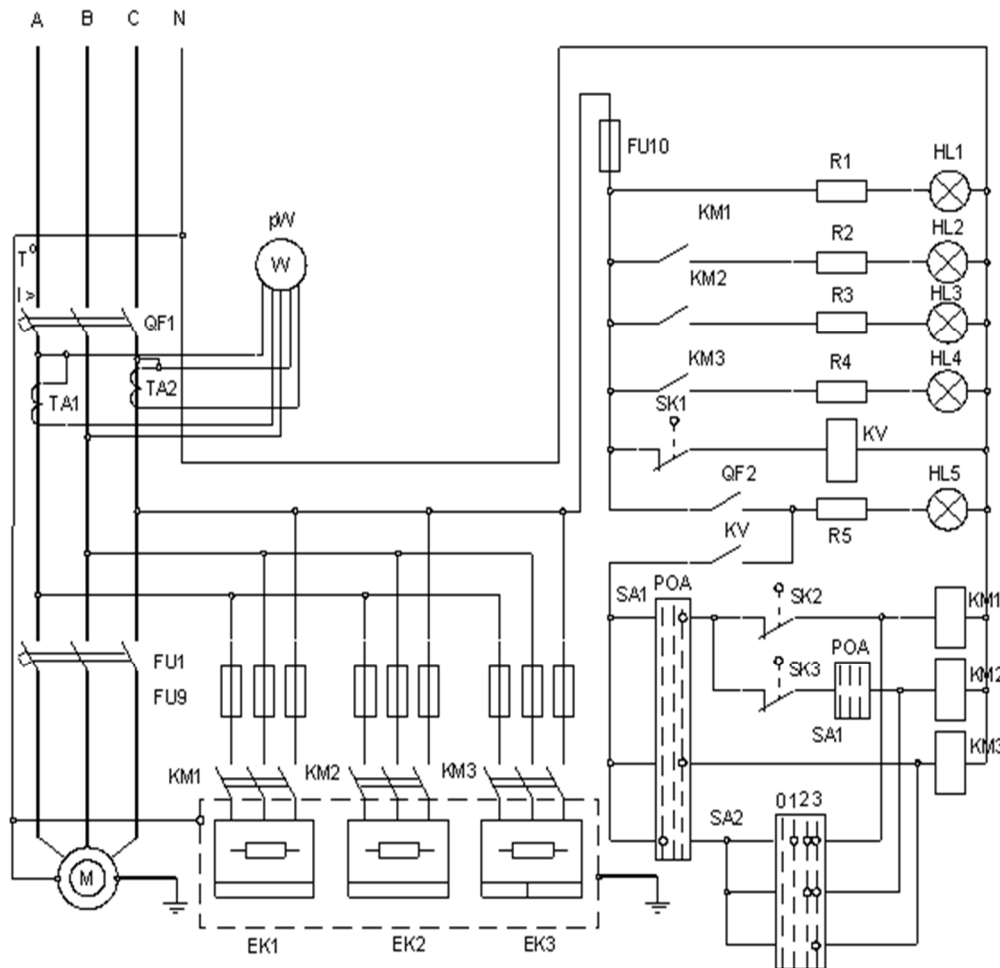


Рис. 7.2. Електричний ланцюг
для вивчення електрокалоферної установки СФОТ-100.

Завдання:

Прилад, принцип роботи, електричний ланцюг і правила експлуатації установки електрообігрівача вивчаються відповідно до методичної інструкції по лабораторних роботах і технічного паспорта установки.

Для побудови залежності $T_{\text{вих}} = f(n)$ вимірюють температуру повітря на виході нагрівача з різною кількістю включених секцій обігрівачів. На початку експерименту включається один розділ і значення вимірюваних значень записуються кожні 5 хвилин до

стійкого стану. Режим можна вважати стійким, якщо протягом 5 хвилин різниця температур ($T_{\text{вих}} - T_{\text{вх}}$) варіюється не більше 1°C .

Потужність $P_{\text{не}}$ нагрівальних елементів визначається віднімання потужності P_{dv} , споживаної електродвигуном, від загальної потужності P , споживаних установкою.

Швидкість повітря V в нагрівачі вимірюється індукційним анемометром, а температура поверхні нагрівачів вимірюється термопарою.

Результати експериментів і розрахунків узагальнені в таблиці. 7.1.

Таблиця 7.1.

Результати експериментів і розрахунків

т, хв	n	РотR, кВт	Рне, кВт	Пдв,кВт	Тне, °C	Твих,°C	Тvh,°C	В, м/с	Акал,м²	Q, м³/год

Питома витрата енергії для опалення повітря, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3\text{C}$ розраховується за формулою:

$$E_{ud} = \frac{P_{\text{вст}}}{Q \cdot (T_{\text{вх}} - T_{\text{вих}})} \quad (7.4)$$

де $Q = 3600vA_{\text{cal}}$ - подача вентилятора, $\text{м}^3/\text{год}$,

$A_{\text{кал}}$ - площа активного перерізу нагрівача, м^2 .

Ефективність нагрівача агрегату в стаціонарному стані розраховується за формулою:

$$\eta = \frac{Qp_e c (T_{\text{вх}} - T_{\text{вих}}) \cdot 100\%}{3600P_{\text{вст}}} \quad (7.5)$$

де ρ іп- щільність повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$,

c - питома ізобурнієва теплоємність повітря, $\text{кДж}/(\text{кг}^{\circ}\text{C})$,

$c = 1 \text{ кДж} / (\text{кг}^{\circ}\text{C})$.

Щільність повітря:

$$\rho = \frac{\left(\frac{346}{273} + T_{\text{cp}}\right) \cdot p}{99,3} \quad (7.3)$$

де $T_{\text{cp}} = (T_{\text{вих}} + T_{\text{вх}})/2$ - середня температура повітря в нагрівачі, $^{\circ}\text{C}$,

p - барометричний тиск в області під час експерименту, кПа.
($p=98,7$ кПа).

Використовуючи QR код (рис 7.3.) або посилання перейти та ознайомитися з будовою Електрокалориферної установки та замалювати її на листі А4 та описати його будову.

Посилання на віртуальну модель електрокалориферної установки, представленої у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ah17yh3t7_0dbhB3SkJkPDPDYSE?e=XS2IE

X



Рис. 7.3. QR-код на віртуальну модель електрокалориферної установки, представленої у 3D-вимірному просторі

Зміст звіту:

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Електрична схема електрокалориферної установки.
4. Таблиці експериментальних і розрахункових даних.
5. Формули розрахунку, графік залежності $T_{\text{вих}} = f(n)$, значення ефективності і питома витрата енергії для нагрівання повітря.
6. Зобразити електрокалориферну установку та описати її будову
7. Висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Розкажіть про пристрій і обсяг електрообігрівачів установок серії SFOO і SFOC.
2. Як регулювати теплову потужність установки і температуру повітря на виході нагрівача?
3. Чому нагрівач встановлюється збоку всмоктувального труби вентилятора?

4. Яка максимальна температура повітря допускається в нагрівачах опалення?
5. Як зміниться енергоспоживання і температура поверхні теплових пунктів, коли вентилятор зупиниться?
6. Яке блокування передбачено в схемі управління установкою електрообігрівача?
7. Поясніть роботу установки електрообігрівача в автоматичному режимі.
8. Які наслідки непрацюючий вентилятор?
9. Як вимірюють швидкість повітря в нагрівачі?
10. Як буде працювати установка, якщо змінюється поетапність в мережі?
11. Як виявити несправні нагрівальні масла в електричному нагрівачі?
12. У яких випадках запобіжники твердих частинок виходять з ладу?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8.

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ПАРКАН

Мета роботи: Вивчити конструкцію, призначення і застосування електричного паркану.

Програма роботи

1. Ознайомтеся з теоретичною інформацією.
2. Вивчіть методологію і вивчіть роботу.
3. Складання та захист звіту.

Теоретичні відомості:

Електричні огорожі (ЕС) використовуються для законного випасу корів, телят, овець та інших тварин. ЕІ складається з високовольтного імпульсного генератора, огорожі, що складається з опорних стійок з ізоляторами, і лінії руху струму. Один полюс генератора заземлений, а інший полюс з'єднаний з поточною лінією живоплоту.

Торкаючись живоплоту, тварина закриває поточний ланцюг і відчуває ураження електричним струмом, після чого виробляється умовний рефлекс страху доторкнутися до огорожуючого дроту. Виявилося, що 1-2 днів досить для «дресування» ВРХ. Вивчено поведінку 58 биків у двох групах, коли вони вперше зустрілися з ЕС. ЕС виготовили з проводів діаметром 1,6 мм. Спочатку бики намагалися пробратися до сіна прямо через дріт. Отримавши удар, вони знайшли джерело небезпеки і робили лише обережні спроби прорватися на корму. Після 15 хвилин невдалих спроб вся група биків рухалася по дроту і залишалася в кінці загін протягом 30 хвилин, потім група повернулася на корму і три лідери спробували доторкнутися носом до дроту. Отримавши удар, група відступила від паркану і годину спостерігала з боку. Лише кілька биків повернулися до паркану протягом години і були збиті. Ці дослідження показали сильну реакцію биків на електричний імпульс. Після 1 години «тренувань» ціла група тварин навчилася «поважати» паркан, тому

в майбутньому можна було обгородити спрощеною системою інтерфейсу (рис. 8.1).

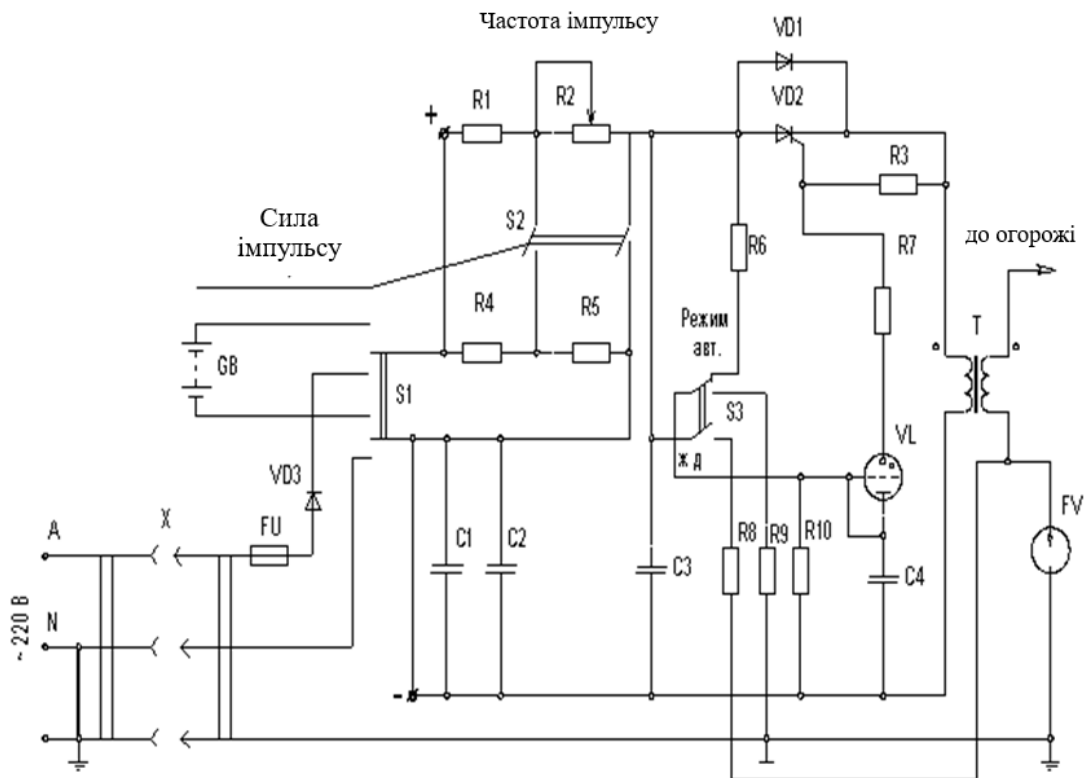


Рис. 8.1. Спрощена схема електричної схеми імпульсного генератора електричної огорожі ІЕ-200.

Напруга подається імпульсами з частотою 1-2 Гц, тривалість імпульсу не перевищує 60 мс, розрив між імпульсами - 1 с. Амплітудне значення імпульсної напруги становить 2 ... 12 кВ, а струм в пульсі 0,15... 10 А. Існують генератори з індуктивним і ємнісним виходом. У генераторах першого типу генератор зберігання заряджається низькою напругою, а потім розряджається на первинну обмотку крокового трансформатора (ІЕ-200, ЕК-1М, ЛСХА).

Для електричної огорожі використовуються два режими роботи імпульсного генератора: автоматичний (імпульси потрапляють в струм відносно лінію безперервно) і очікування (генератор виробляє імпульси тільки в тому випадку, якщо тварини торкаються ЕС). Принципова схема генератора імпульсів показана на рис. 8.1 і на стенді лабораторних робіт.

Електричний паркан складається з огорожі у вигляді сталевого дроту, закріпленого на ізоляторах металевих стійок, генератора електричних імпульсів і джерела живлення. Генератор виробляє високовольтні імпульси 6... 9 кВ з частотою 30... 150 імпульсів в хвилину. Один вихід генератора кріпиться до дроту огорожі, а інший заземлюється через розвантажувач V (рис. 8.1).

Коли тварина торкається дроту живої плоти, імпульсно-генераторний ланцюг закривається через тіло, і тварина отримує ураження електричним струмом, який не становить небезпеки для життя, але достатній для отримання умовного рефлексу «страху» дотику до огорожуючого дроту.

Кількість електроенергії в пульсі до 3 мА безпечна для тварин.

Імпульсний генератор живиться або від вбудованої батареї, або від напруги змінного струму 220 В. При живленні від батареї генератор може працювати в автоматичному і автономному (для економії заряду батареї) режимах, а при живленні від змінного струму тільки в автоматичному режимі.

У режимі очікування генератор доставляє імпульси напруги тільки при дотику тваринного дроту огорожі або при зниженні опору ізоляції дроту по відношенню до землі до 1 ... 2 кОм.

В автоматичному режимі генератор імпульсів працює наступним чином. Коли перемикач S1 вмикає блок живлення через резистори R1 і R2, конденсатор SZ заряджається, а конденсатор C4 заряджається через резистор R6. Коли напруга на C4 досягає напруги запалювання тиратрону VL, останній запалюється і конденсатор C4 розряджається на первинну обмотку трансформатора телевізора. Цей струм розряду відкриває тиристор VD2, а конденсатор SZ імпульсно розряджається до первинної обмотки телевізійного трансформатора. Висока напруга вторинної обмотки пробиває розрядник ФВ, який наноситься на землю і дріт огорожі.

Характер розряду конденсатора C3 коливається. Зворотний струм протікає через діод VD1. Частота пульсу змінюється резистором R2.

Потужність імпульсу регулюється зміною кількості включених конденсаторів (C1, C2, NW) за допомогою перемикача S2. Резистори R4 і R5 забезпечують постійну частоту імпульсу при перемиканні перемикача S2 в положення «більше».

У режимі «очікування» при живленні від батареї конденсатори C1, C2 і C3 заряджаються так само, як і в автоматичному режимі, а конденсатор C4 заряджається по-різному. При установці вимикача S3 в «залізничному» положенні напруга від конденсатора C3 подається на роздільник напруги: резистор R8, вторинний обмотковий телевізор, опір r від ізоляції дроту огорожі від землі, резистори R9 і R10. Якщо тварина не торкнеться дроту огорожі з землі, напруги на резисторі R10, паралельно з якою включений конденсатор C4, буде недостатньо для запалювання тиратрона і імпульсів не буде, так як $(R8 + r_{\text{від}} + R9) > R10$. При дотику до дроту тварини знижується опір верхньої руки дільника (тварина вкорочує $r_{\text{від}}$), збільшується напруга на C4, горить тиратрон ВЛ і з'являються імпульси напруги на дроті.

Завдання:

Прилад, принцип роботи, електричний ланцюг і правила роботи імпульсного генератора вивчаються згідно з технічним паспортом і методичними інструкціями по лабораторних роботах.

Висока напруга, що подається від генератора імпульсів до живоплотного дроту, через низьку імпульсну енергію, безпечна для тварин і людей, але викликає неприємні відчуття. Тому слід дотримуватися обережності при роботі з генератором і уникати дотику до його висновків. Проводячи експерименти з секундоміром, визначають частоту імпульсу з вхідним (мінімальна частота) і вихідним (максимальна частота) резистором R2. Частота пульсу, Гц, розраховується за формулою:

$$f = \frac{1}{R \cdot C - \ln \frac{U_6 - U_{C2}}{U_6 - U_{C1}}} \quad (8.1)$$

де R - опір ланцюга заряду конденсатора SZ, Ohm;

C - ємність конденсатора, F;

U_b - напруга акумулятора, В;

U_{C1} і U_{C2} - напруга на конденсаторі СЗ відповідно на початку і в кінці розряду, В.

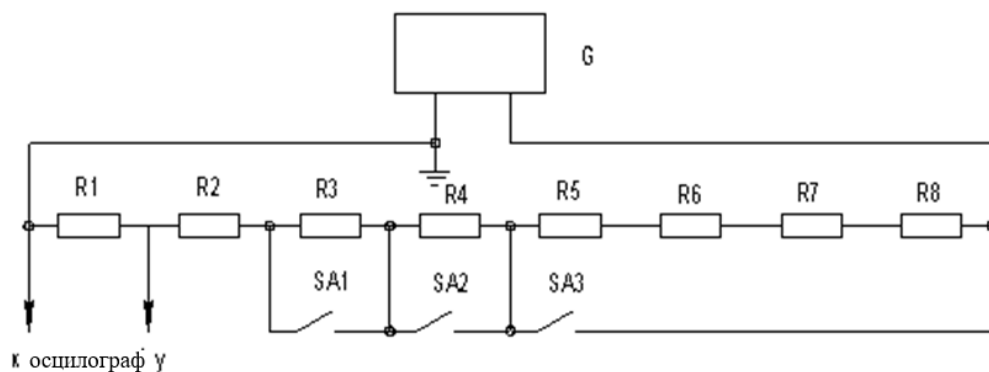
Для вимірювання напруги U_b, U_{C1} і U_{C2} використовують розгук осцилографа.

Для визначення опору навантаження генератора, при якому він переходить від режиму очікування в автоматичний режим, генератор підключається до рядових резисторів (рис. 8.2). Минаючи перемикачі S1, S2, S3 окремі резистори, встановлюють початок роботи імпульсного генератора. Енергія імпульсу, J, розраховується за формулою:

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (U_{C1}^2 - U_{C2}^2) \quad (8.2)$$

де C - загальна ємність включених конденсаторів C1, C2, SZ, F;
 U_{C1}, U_{C2} - напруга на конденсаторі C1, C2, В.

Сила імпульсу визначається областю, обмеженою кривою імпульсу струму і віссю абсцис (віссю часу). Щоб видалити криву імпульсу струму, імпульсний генератор завантажується ланцюгом резисторів серії R1... R8. Від одного з цих резисторів напруга наноситься на осцилограф для запису кривої імпульсу струму (рис. 8.2). Щоб знайти масштаб міцності струму (калібрування осцилографа), ланцюг R1... R8 підключається до джерела низької напруги, вимірюється струм, що тече в ньому і відхилення осцилографа. Тривалість пульсу виявляється за шкалою горизонтального розмаху осцилографа.



*Рис. 8.2. Схема навантаження імпульсного генератора
електричної огорожі*

Для розрахунків використовуйте таблицю 8.1.

Таблиця 8.1.

Електричні переносні та стаціонарні огорожі

Штамп	Стрес, V	Амплітуда значення імпульсної напруги (на 1 км), кВ	Вага, кг	Виробництво, цілі	Установка потужність, кВт	Довжина, км
Портативний						
EIP-1-1	Гальванічні елементи А 373 С (20 шт.)	3-5	-	200	0,0005	2,1
EIP-2-1	220; 12 - вбудований резервний акумулятор	4-6	110	500	0,001	2,1 переніс; 10 стаціонарних
Стаціонарні						
EIC-2-5	220	4-6	995	1600-2000	0,004	-

Використовуючи QR код (рис 8.3.) та посилання перейдіть до віртуальної моделі електричного паркану та з запропонованих деталей зібрати її, також надати скріншоти виконаного завдання. Схематично замалювати та описати з чого складається електрична огорожа.

Посилання на віртуальну модель електричної огорожі, представлену у 3D-вимірному просторі:

https://1drv.ms/u/s!Ah17yh3t7_0dbwvX_g4c4tkvoso?e=BerUhh



Рис. 8.3. QR-код на віртуальну модель електричної огорожі, представлену у 3D-вимірному просторі

Зміст звіту:

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Технічні дані ЕС.
4. Схема імпульсного генератора.
5. Хвилеподібні форми напруги і струмові імпульси генератора.
6. Формули розрахунку.
7. Скриншоти виконаного завдання.
8. Висновки.

Контрольні питання:

1. З яких елементів складається електричний паркан і який принцип його роботи?
2. Коли і з якою метою використовується режим очікування роботи генератора імпульсів?
3. Чому висока напруга в пульсі (6... 9 кВ) не загрожує життю тварин?
4. Яка допустима кількість електроенергії в пульсі для тварин?
5. Поясніть, як працює генератор імпульсів автоматично.
6. Як налаштувати частоту і силу пульсу?
7. Розкажіть, як працює генератор імпульсів в режимі очікування.
8. Як визначається енергія і сила пульсу?
9. Заходи безпеки під час експлуатації ЕС.

10. За допомогою яких пристроїв на ланцюзі передбачена постійна частота імпульсів?

Список літератури

1. Кушлик Р. В., Назаренко І. П., Кушлик Р. Р. Електротехнології і теплові процеси. Мелітополь : тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. дмитра мотор., 2021. 105 с.
2. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни “Електротехнології в АПК” / В. Б. Гулевський та ін. Мелітополь : Тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. дмитра мотор. Ф-т енергетики і комп’ютер. технологій, 2021. 49 с.
3. Blinov K., Kachanov B., Blinov Y. Advanced high frequency electrotechnologies. *Nternational ural conference on electrical power engineering*. 2020. P. 421–425.
4. Davidovits P. Electrical technology. *Physics in biology and medicine*. 2019. P. 213–229.
5. Electric technologies applied to probiotic and prebiotic food / A. B. Soro et al. *Probiotics and prebiotics in foods*. 2021. P. 283–292.
6. Energy saving technologies for automatical move irrigation equipment / V. Havrysh et al. *IEEE problems of automated electrodrive. theory and practice*. 2020. P. 1–4. URL: <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240881> (date of access: 03.09.2021).
7. Improvement of multifunctional electromagnetic systems for electrical technologies / I. V. Bozhko et al. *Праці ІЕД НАН України*. 2019. P. 103–115.
8. King W. J. The development of electrical technology in the 19th century. *IEA world energy outlook*. 2021. P. 50–60.
9. Komatsu M. Learning through esports in innovation practice on electrical technology. *Procedia computer science*. 2021. Vol. 192, no. 11. P. 2550–2557.
10. Perlow S. The poem electric: technology and the american lyric. 2018.
11. Schröder A., Hegelund A., Baylin-Stern A. Frontier electric technologies in industry. *IEA world energy outlook*. 2019. <https://www.iea.org/commentaries/frontier-electric-technologies-in-industry>.
12. Shirobokova O., Kisel Y., Bezik D. Application of electrical technologies for the restoration of agricultural machinery parts. *Bulletin of Bryansk state technical university*, 2021.

13. Smith K. Seth perlow, the poem electric: technology and the american lyric. *Somatechnics*. 2021. Vol. 11, no. 2. P. 305–311.
14. Sun X. On the application and research of electronic and electrical technology in power system. *The 2020 international conference on machine learning and big data analytics for iot security and privacy*. Спрінгер, 2021. P. 777–781.
15. 武校. The exploration and practice of project-based teaching in the course of “building electrical technology” with new engineering course. *Advances in education*. 2021. Vol. 11, no. 2. P. 558–562.

Зміст

ПЕРЕДМОВА	3
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРИЧНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. ТРУБЧАСТІ ОБІГРІВАЧІ	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. МІКРОХВИЛЬОВА СВЧ-ПІЧ	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. ПІДЛОГА З ЕЛЕКТРОПІДІГРІВОМ	35
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. КОНДИЦІОНЕР	60
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. ЗАСОБИ МІСЦЕВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ	69
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. ЕЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНА УСТАНОВКА	80
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8. ЕЛЕКТРИЧНИЙ ПАРКАН	86
Список літератури	94

Навчальне видання

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ

Методичні рекомендації

Укладачі:

Бацуровська Ілона Вікторівна

Чурило Руслан Євгенійович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 5,75.

Тираж 20 прим. Зам. №_____

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.10.2013р.