

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

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем**



ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ

Частина 1 – Електротехнології

Методичні вказівки по виконанню самостійної роботи

СУМИ – 2025

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

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем**

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ

Частина 1 - Електротехнології

Методичні вказівки по виконанню самостійної роботи

для здобувачів 4 та 2 с.т. курсу

освітньої програми

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

денної та заочної форм здобуття освіти

ступеню вищої освіти «Бакалавр»

СУМИ – 2025

УДК 631.371

Укладачі:

Савойський О. Ю., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем;

Рясна О.В., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем;

Тесленко О.В., - асистент кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Н 22 Електротехнології та електроосвітлення: методичні вказівки по виконанню самостійної роботи / укл.: О. Ю. Савойський, О.В. Рясна О.В. Тесленко - Суми, 2025. – 81 с.

Методичні вказівки спрямовані на надання методичної допомоги здобувачам під час виконання самостійних робіт.

Методичні рекомендації містять лекційний матеріал для самостійного опрацювання, практичні аспекти використання електротехнологій, приклади їх застосування в АПК, а також контрольні питання для самоперевірки.

Рецензенти:

Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ;

Лобода В. Б., к.ф.-м.н., професор кафедри охорони праці та фізики СНАУ.

Відповідальний за випуск:

Чепіжний А.В., к.т.н., доцент, завідувач кафедрою енергетики та електротехнічних систем СНАУ.

Рекомендовано до видання Радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету СНАУ. Протокол №4 від «28» січня 2025 року

© Сумський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	6
-------------	---

<i>Тема 1. Способи і пристрої перетворення електричної енергії в теплову</i>	8
1.1. Матеріали для нагрівальних елементів	9
1.2. Нагрівальні проводи і кабелі	10
1.3. Регулювання потужності електронагрівних установок	12
1.4. Джерела зварювального струму	14
1.5. Зварювальні трансформатори	15
1.6. Осцилятори	19
1.7. Зварювальні перетворювачі	19
1.8. Зварювальні випрямлячі	23
<i>Тема 2. Електричні водонагрівачі та котли</i>	24
2.1. Електрокотельні, їх обладнання і схеми автоматичного керування.	22
2.2. Особливості техніки безпеки при експлуатації електроводонагрівачів і котлів	25
<i>Тема 3. Електронагрівні установки для створення і регулювання мікроклімату</i>	26
3.1. Електрообігрівання парників і теплиць	27
3.2. Електричні інкубатори	32
<i>Тема 4. Електронагрівні установки для теплової обробки і сушіння сільськогосподарських продуктів і кормів</i>	35
4.1. Електротеплова обробка кормів	35
4.2. Електричні пастеризатори молока	36
<i>Тема 5. Електричні холодильні машини і теплові насоси</i>	36
5.1. Побутові холодильники	37
<i>Тема 6. Електротермічне обладнання ремонтних підприємств</i>	41

6.1. Електричні печі, призначення, будова, схеми керування	41
6.2. Електродні солені, масляні, лужні ванни.....	44
Тема 7. Побутові електронагрівні установки	45
7.1. Побутові електронагрівальні установки.	45
7.2. Електричні плити і інші прилади для приготування їжі	47
7.3. Прилади мікроклімату	48
7.4. Профілактика електротравматизму в побуті	48
Тема 8. Загальні відомості про електротехнологію і перспективи розвитку	
8.1. Електрофізичні фактори в природі, їх вплив на рослинний і тваринний світ	49
Тема 9. Електронно-іонна технологія	52
9.1. Осадження аерозолів в електричному полі.....	52
9.2. Джерела живлення установок (ЕІТ) електро-іонної технології.....	53
Тема 10. Обробка сільськогосподарських матеріалів електричним струмом	
10.1. Електрична обробка насіння	55
10.2. Обробка вологих кормових матеріалів.....	56
10.3. Мікрохвильові технології в агропромисловому комплексі.....	57
10.4. Електричне розсолення та знезараження ґрунту.....	58
10.5. Електроплазмоліз рослинної сировини.....	59
Тема 11. Електроімпульсна техніка і технологія.....	59
11.1. Електроіскрова обробка металів.....	60
Тема 12. Ультразвукова техніка і технологія	61
12.1. Ультразвукові дефектоскопи і прилади	61
Тема 13. Магнітна обробка матеріалів.....	62
13.1. Використання магнітного поля для очищення насіння.	62
Тема 14. Вітроенергетика у сільському господарстві	
Тема 15. Економічна ефективність та екологічні аспекти електротехнологій з альтернативними джерелами енергії (АДЕ).....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТОК А.....	

ВСТУП

Сучасне вивчення електротехнологій базується на методах емпіричних і теоретичних.

Електротехнології відіграють ключову роль у підвищенні ефективності використання електроенергії в агропромисловому комплексі (АПК) та інших сферах. Одним із основних завдань є мінімізація втрат електроенергії на всіх етапах: виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні. Для досягнення цієї мети застосовуються придатні емпіричні та теоретичні методи, зокрема:

- Емпіричні методи – засновані на практичних спостереженнях і експериментальних дослідженнях, які дозволяють виявляти слабкі місця в електротехнічних системах та знаходити оптимальні рішення. Наприклад, аналіз нагрівання електричних з'єднань допомагає своєчасно усувати перевантаження та зменшувати енергетичні втрати.

- Теоретичні методи – включають математичне моделювання, розрахунки енергетичних балансів, оптимізацію режимів роботи обладнання та прогнозування втрат у мережах. Використання цих методів дозволяє забезпечити ефективне управління електроспоживанням, підвищити ККД електроустановок і зменшити витрати на електроенергію.

У сучасних електротехнологіях особливу увагу приділяють використанню енергозберігаючих технологій, таких як:

- Використання високоефективних трансформаторів і кабельних ліній з низькими втратами енергії;
- Оптимізація роботи електродвигунів і систем електроприводу для зменшення холостого ходу та неефективного споживання електроенергії;
- Застосування автоматизованих систем контролю та керування для раціонального розподілу навантажень у мережі;
- Використання відновлюваних джерел енергії (сонячних батарей, вітрогенераторів) у поєднанні з енергетичними накопичувачами.

Таким чином, застосування науково обґрунтованих методів у сфері електротехнологій дозволяє суттєво зменшити втрати електроенергії, підвищити надійність електропостачання та знизити експлуатаційні витрати.

Кваліфікаційні характеристики

Мета дисципліни – вивчення науково-технічних основ електротехнологій у сільськогосподарському виробництві, а також оволодіння інженерними методами для їх ефективного застосування.

Зміст програми ґрунтується на сучасних досягненнях вітчизняної та світової науки і техніки, а також на передовому досвіді сільськогосподарського виробництва. Викладання матеріалу здійснюється з урахуванням міждисциплінарних та внутрішньо предметних зв'язків.

Для кращого засвоєння матеріалу під час занять доцільно використовувати наочні навчальні засоби, такі як комп'ютерні технології, технічне обладнання, демонстраційні моделі, схеми, плакати, відеоматеріали (фільми, слайди, діафільми тощо).

Щоб підвищити ефективність контролю знань, навчальний матеріал рекомендується структурувати у модулі. Для поглибленого самостійного опрацювання матеріалу варто застосовувати опорні конспекти та лекційні матеріали з програмованим контролем знань.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти повинні знати:

- принципи перетворення електричної енергії в теплову;
- способи електронагрівання і їх раціональне застосування в сільськогосподарському виробництві;
- технологічні властивості електричного струму, електричних і магнітних полів, інших проявів електрики з метою їх використання для інтенсифікації технологічних процесів, підвищення виходу і зниження собівартості сільськогосподарської продукції;
- будову, принцип дії, методику розрахунку і вибору електротехнологічних установок і пристроїв;
- використання альтернативних джерел енергії – вітрової та ін.
- перспективні напрями використання методів електротехнології в технологічних процесах;
- економічну ефективність та екологічні аспекти використання альтернативних джерел енергії.

вміти:

- виконувати інженерні розрахунки і вибирати електротехнологічні установки і пристрої, задавати їм необхідний режим роботи, визначати і усувати несправності;
- розробляти і складати електричні схеми керування електротехнологічними установками;
- здійснювати техніко - економічне обґрунтування застосування методів електротехнології в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва з альтернативними джерелами енергії.

Тема 1. Способи і пристрої перетворення електричної енергії в теплову

Питання для самостійного вивчення:

1. Матеріали для нагрівальних елементів
2. Нагрівальні проводи і кабелі
3. Регулювання потужності електронагрівних установок
4. Джерела зварювального струму
5. Зварювальні трансформатори
6. Осцилятори
7. Зварювальні випрямлячі

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- матеріали, що застосовуються для виготовлення нагрівних елементів.;
- способи регулювання потужності електронагрівних установок.;
- призначення осциляторів.

Питання для самоконтролю знань:

1. Чим відрізняються провідники першого і другого роду ?
2. Від чого залежить електропровідність води ?
3. Вимоги, що ставляться до матеріалів нагрівних елементів.
4. Назвіть матеріали, що застосовуються для виготовлення нагрівних елементів.
5. Які матеріали використовуються для ізоляції нагрівних елементів.
6. Які ви знаєте марки нагрівальних проводів і кабелів ?
7. Назвіть способи регулювання потужності електронагрівних установок.
8. Вимоги, що ставляться до джерел зварювального струму і способи їх забезпечення.
9. Що називається зовнішньою характеристикою джерел зварювального струму ?
10. За рахунок чого утворюється падаюча зовнішня характеристика джерел зварювального струму ?
11. Назвіть способи регулювання зварювального струму.
12. Призначення осциляторів.
13. Наведіть приклади застосування установок індукційного і діелектричного нагрівання.
14. Поясніть принцип дії машинних перетворювачів частоти.
15. Поясніть роботу схеми тиристорних перетворювачів частоти.

15.1. Матеріали для нагрівальних елементів

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

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

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

Ніхроми — це сплави нікелю, хрому і заліза з добавкою марганцю. Вони бувають подвійні і потрійні. Подвійні ніхроми (Х20Н80) містять близько 20 % хрому і 80 % нікелю. Це найбільш високоякісні і дорогі сплави для нагрівальних опорів. Потрійні сплави (Х15Н60) мають близько 15 % хрому, 60 % нікелю та 25 % заліза. В низькотемпературних електротермічних установках достатньо надійно працюють дешевші подвійні ніхроми, які містять 24...27% хрому і 17...20% - нікеля (Х25Н20 і Х23Н18).

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

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

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

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

У плівкових нагрівниках нагрівальні елементи виготовляють з вуглеграфітової струмопровідної тканини, сажонаповненої гуми, метало наповнених скло емалей, склоцементів, електропровідною основою в яких є феросиліцій, титан, алюміній та дисиліцид молібдену.

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

Для ізоляції нагрівальних елементів використовують спеціальні матеріали, які крім електроізоляційних властивостей мають високу теплопровідність, що забезпечує мінімальний тепло перепад між нагрівальним опором і робочою поверхнею елемента. Ці властивості ізоляційні матеріали повинні зберігати при високій робочій температурі та підвищеній вологості. Одним з таких ізоляційних матеріалів є периклаз - плавлений окисел магнію. Його питомий об'ємний опір при температурі 600 °С становить не менш як $5 \cdot 10^7$ Ом·см, а діелектрична проникність при цій температурі не менш як $1,2 \text{ кВ} \cdot \text{мм}^{-1}$. Ні в холодному, ні в нагрітому стані він не сполучається з водою, металами та повітрям.

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

15.2. Нагрівальні проводи і кабелі

Спеціальні проводи і кабелі, являючись різновидністю нагрівних елементів при електронагріванні опором, мають струмоведучу жилу із сталі або ніхрому, покриту зверху спеціальною ізоляцією.

Провода використовують в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва, в яких робоча температура не перевищує 40 °С і застосування інших нагрівних пристроїв ускладнюється по умовах забезпечення електробезпеки або по інших причинах; для обігріву ґрунту і повітря в спорудах захищеного ґрунту, підлоги в тваринницьких і птахівницьких приміщеннях і т.п.

Нагрівальні проводи ПОСХП, ПОСХВ і ПОСХВТ (табл. 1.1) мають однопровідну стальну оцинковану жилу і поліетиленову або полівінілхлоридну ізоляцію. На поліетиленову ізоляцію проводів ПОСХП згубно впливає сонячне випромінювання і ними можна обігрівати тільки ґрунт в парниках і теплицях та підлогу в тваринницьких приміщеннях. В проводі ПНВСВ, підвищеної надійності, крім того, є додаткова ізоляція із фторопластової стрічки, екран із сталєних дротів діаметром 0,3 мм і зовнішня полівінілхлорид на оболонка. Така конструкція нагрівального проводу дозволяє в 2 рази збільшити строк його служби.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики нагрівних проводів

Показники	ПОСХВ	ПОСХП	ПОСХВТ	ПНВСВ
Зовнішній діаметр, мм	2,9	2,3	3,4	6,2
Діаметр жили, мм	1,1	1,1	1,4	1,2
Тип ізоляції	Полівінілхлорид	Поліети - ленова	Полівініл-хлоридна теплостій-ка	Полівініл-хлорид + фторопласт
Допустима робоча температура поверхні проводу, °С	70	70	105	80
Опір 1 м проводу при робочій температурі, Ом	0,174	0,174	0,12	0,121
Питоме навантаження при прокладанні проводів у ґрунті і підлозі, Вт/м	9...10	11...12	16	16
Допустима напруга, В	250	250	250	250
Електричний опір ізоляції проводів при температурі 20 °С, МОм·км	5	5	5	10
Ресурс роботи, год.	12000	12000	12000	20000

Нагрівні кабелі з кремнійорганічною ізоляцією марок КНРПВ і КНРПЭВ застосовують для обігрівання підлоги, тротуарів та інших споруд. Струмове́дучі жили кабелів виготовлені із семи скручених сталєних дротів діаметром 0,25 мм. Ізоляція жил складається з трьох шарів товщиною: кремнійорганічної гуми - 1 мм, само затухаючого поліпропілену - 0,6 мм і полівінілхлоридного пластикату - 0,8. мм. У кабелю КНРПЭВ між поліпропіленовою і зовнішньою із полівінілхлоридного пластикату оболонками знаходиться екран у вигляді обмотки з мідних дротів діаметром 0,2 мм. Кабель КНРПВ має одну, а КНРПЭВ - одну і дві жили.

Технічні характеристики нагрівних кабелів КНРПВ і КНРПЭВ

Номінальна напруга, В.....	230
Допустима температура поверхні кабелю, °.....	80
Довжина кабелю, при якій при напрузі 220 В у повітряному середовищі температура поверхні досягає 80 °С, м:	
Одножильного.....	55
двожильного.....	35
Потужність відрізка кабелю при відкритому прокладанні і напрузі 220 В, Вт:	
одножильного довжиною 55 м.....	1400
двожильного довжиною 35 м.....	1200
Електричний опір 1 м струмоведучої жили кабелю при температурі 20 °С, Ом.....	0,53
Електричний опір ізоляції жили на 1 км довжини при температурі 20 °С, МОм, не менше.....	100
Зовнішній діаметр, мм: КНРПВ.....	5,55
КНРПЭВ одножильний.....	6,35
КНРПЗВ двожильний.....	6,35×9,1
Будівельна довжина, м:	
Одножильного.....	55
Двожильного.....	35
Строк служби, років, не менше.....	25

15.3. Регулювання потужності електронагрівних установок

При експлуатації електронагрівальних установок часто виникає необхідність регулювати теплову продуктивність або робочу температуру. Потужність однієї фази електронагрівальної установки

$$P = UI = \frac{U^2}{R}. \quad (1.2.34)$$

Отже, потужність електронагрівальної установки можна регулювати, змінюючи напругу живлення або опір нагрівальних елементів.

Найбільш поширеним способом регулювання потужності електронагрівальних установок є зміна еквівалентного опору нагрівальних елементів. Для цього нагрівальні елементи кожної фази ділять на ряд секцій, які потім вмикають між собою паралельно, послідовно, або паралельно-послідовно. Перемикання із «зірки» на «трикутник» у поєднанні з перемиканням секцій значно збільшує діапазон регулювання потужності. Якщо кожну секцію з опором R_C розділити на дві однакові частини, то, використовуючи з'єднання на «зірку» і «трикутник», можна одержати такі сім ступенів потужності:

$$\text{послідовна "зірка"} \quad P = 0,5 \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.35)$$

$$\text{одинарна зірка} \quad P = \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.36)$$

$$\text{послідовний "трикутник"} \quad P = 1,5 \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.37)$$

$$\text{паралельна "зірка"} \quad P = 2 \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.38)$$

$$\text{одинарний "трикутник"} \quad P = 3 \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.39)$$

$$\text{"зірка-трикутник"} \quad P = 4 \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.40)$$

$$\text{паралельний "трикутник"} \quad P = 6 \frac{U_{\text{Л}}^2}{R_C} \quad (1.2.41)$$

Регулювання температурного режиму можна здійснити при постійній потужності нагрівальної установки, Періодично вмикаючи і вимикаючи нагрівальні елементи.

При регулюванні потужності електронагрівальних установок зміною напруги застосовують автотрансформатори або пристрої, виконані на тиристорах.

При тиристорному регулюванні напруги, змінюючи кут відкриття тиристорів, можна плавно регулювати ефективне значення напруги на нагрівальних елементах, а отже, в широких межах регулювати потужність електронагрівника або зовсім вимикати його, не застосовуючи контактної апаратури.

Потужність електродних водонагрівників регулюють, перекриваючи шлях проходження струму між електродами за допомогою ізоляційних труб або пластин.

Температуру води в проточних водонагрівниках можна регулювати зміною подачі води. Температурний режим під брудерами та іншими установками з інфрачервоними опромінювачами можна регулювати зміною висоти підвішування цих електронагрівальних установок та вмиканням і вимиканням нагрівальних елементів та інфрачервоних ламп.

Температуру повітря в електрокалориферах можна регулювати зміною продуктивності вентилятора.

Джерела зварювального струму

Джерела живлення для дугового зварювання повинні забезпечувати стійке горіння дуги, стабільність режимів зварювання, безпечність обслуговування установок. Ці вимоги виконують належним вибором параметрів джерел живлення: напруги холостого ходу, зовнішньої характеристики, способу регулювання зварювального струму.

Напругу холостого ходу вибирають із умови надійного запалювання дуги і безпеки обслуговування. Для дуги змінного струму напруга запалювання складає 50...55 В, тому напруга холостого ходу не може бути нижчою цього значення.

Верхня межа значень обмежується умовами безпеки і складає 65...80 В, а для зварювальних трансформаторів на 1000...2000 А вона підвищується до 120 В.

Зовнішня характеристика джерел зварювального струму – це залежність напруги на його вихідних клеммах від значення струму навантаження $U_{дж} = f(I)$.

По характеру цієї залежності зовнішня характеристика може бути (рис 1.2.5) падаючою, жорсткою і зростаючою.

Дуга і джерело живлення утворюють систему, яка буде знаходитися в стійкій рівновазі, якщо випадкові зміни сили струму будуть з плином часу зменшуватися, а саме, система буде повертатися в вихідне положення.

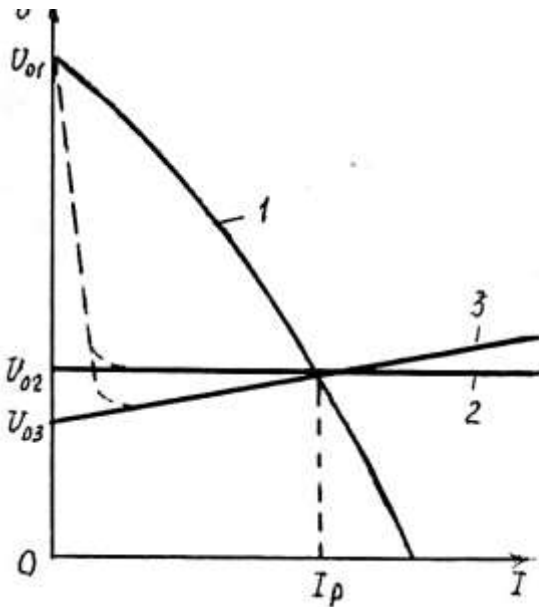


Рис. 1.2.5. Типи зовнішніх хар-тик джерел живлення дуги:
1 – падаюча; 2 – жорстка;
3 – зростаюча.

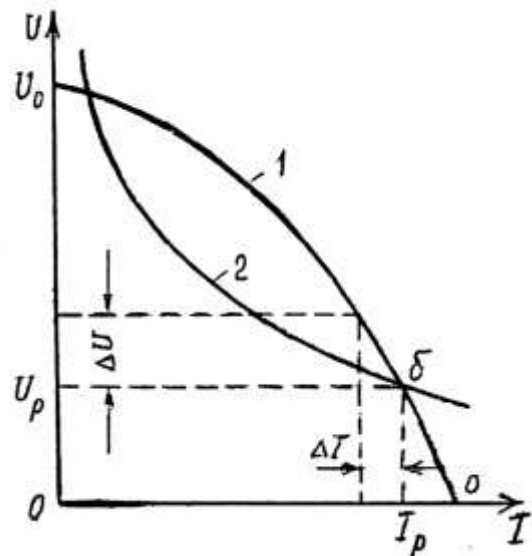


Рис. 1.2.6. Зовнішня характеристика :
(1) джерела живлення;
(2) вольтамперна характеристика дуги.

На рис 1.2.6 показані суміщені падаючі характеристики джерела живлення і дуги. В момент доторкування електродом деталі по зварювальному колу протікає струм короткого замикання, що відповідає точці *а*. При віддаленні електрода від деталі виникає дуга, напруга зростає по кривій 1 до точки *б*, що відповідає стійкому горінню дуги.

Падаюча зовнішня характеристика використовується в апаратах ручного зварювання, де необхідно забезпечити стійкість дуги і незначну зміну зварювального струму при зміні довжини дуги. Це досягається при невеликій кратності струму короткого замикання, яка складає при падаючій характеристиці 1,2...1,4. При великих струмах короткого замикання джерело живлення працює з великим перевантаженням а якість зварювання і безпека обслуговування через розбризкування металу погіршується.

Джерела із жорсткою і зростаючою характеристиками використовуються для зварювання під флюсом і в середовищі захисних газів (аргон, вуглекислий газ).

1.4. Зварювальні трансформатори

Зварювання дугою змінного струму менш якісніше, ніж на постійному струмові, але зварювальні трансформатори дешевші і надійніші в експлуатації. Зварювальні трансформатори являють собою одно - або трифазні понижувальні трансформатори із вторинною напругою холостого ходу 60...120 В. Вони можуть бути одно постовими – для живлення тільки одного робочого місця і багато постові – для живлення декількох зварювальних дуг. Однопостові трансформатори за звичай мають падаючу зовнішню характеристику, а багато постові – жорстку.

Падаюча зовнішня характеристика утворюється за рахунок вмикання у

зварювальне коло великого індукційного опору в вигляді котушки з феромагнітним осердям (дроселя) або забезпечується за рахунок підсилених магнітних потоків розсіювання у самому трансформаторі. Частіше застосовується другий спосіб, який реалізується в трансформаторах типу ТД, ТДМ і ін. з рухомими вторинними обмотками і в трансформаторах типу ТДФ з нерухомими магнітними шунтами.

Трансформатори типу ТД, ТДМ призначені для ручного зварювання і наплавлення. На стержневому магнітопроводі трансформатора розміщені рознесені первинні ω_1 і вторинні ω_2 обмотки (рис.1.2.7). Крутизну і значення зварювального струму регулюють зміною відстані між обмотками. Магніторухливі сили первинної і вторинної обмоток створюють результуючий основний потік Φ , що замикається через магнітопровід, і потоки розсіювання Φ_{s1} і Φ_{s2} .

Потоки розсіювання індукують в обмотках ЕРС розсіювання, дії яких проявляються як індуктивний опір обмоток. Тому, чим більші потоки розсіювання, тим більша індуктивність обмоток і менший струм. Силкові лінії потоків розсіювання Φ_{s1} і Φ_{s2} направлені назустріч один одному, тому при зближенні обмоток потоки розсіювання послаблюються, а струм зростає. При віддаленні обмоток магнітний зв'язок між ними зменшується, а потоки розсіювання і індуктивний опір обмоток збільшуються, внаслідок чого струм зменшується. Крутизну характеристики і значення зварювального струму регулюють зміною відстані між первинними і вторинними обмотками. Кожному положенню вторинних обмоток відповідає своя зовнішня характеристика. Ступінчате регулювання струму здійснюється перемиканням обмоток з послідовного (діапазон малих струмів) на паралельне (великі струми) з'єднання. Принципова електрична схема зварювального трансформатора ТД-306 показана на рис. 1.2.8.

В трансформаторах типу ТДФ (рис 1.2.7, б) значення потоку розсіювання Φ_s і, внаслідок вторинного струму залежать від ступеня намагнічування магнітного шунта

з обмоткою керування ω_y . Чим більший струм керування в обмотці ω_y , тим більший зварювальний струм. Технічні дані деяких зварювальних трансформаторів наведені в таблиці 1.2.5.

Для багато постового зварювання використовують однофазні або трифазні трансформатори з жорсткою зовнішньою характеристикою.

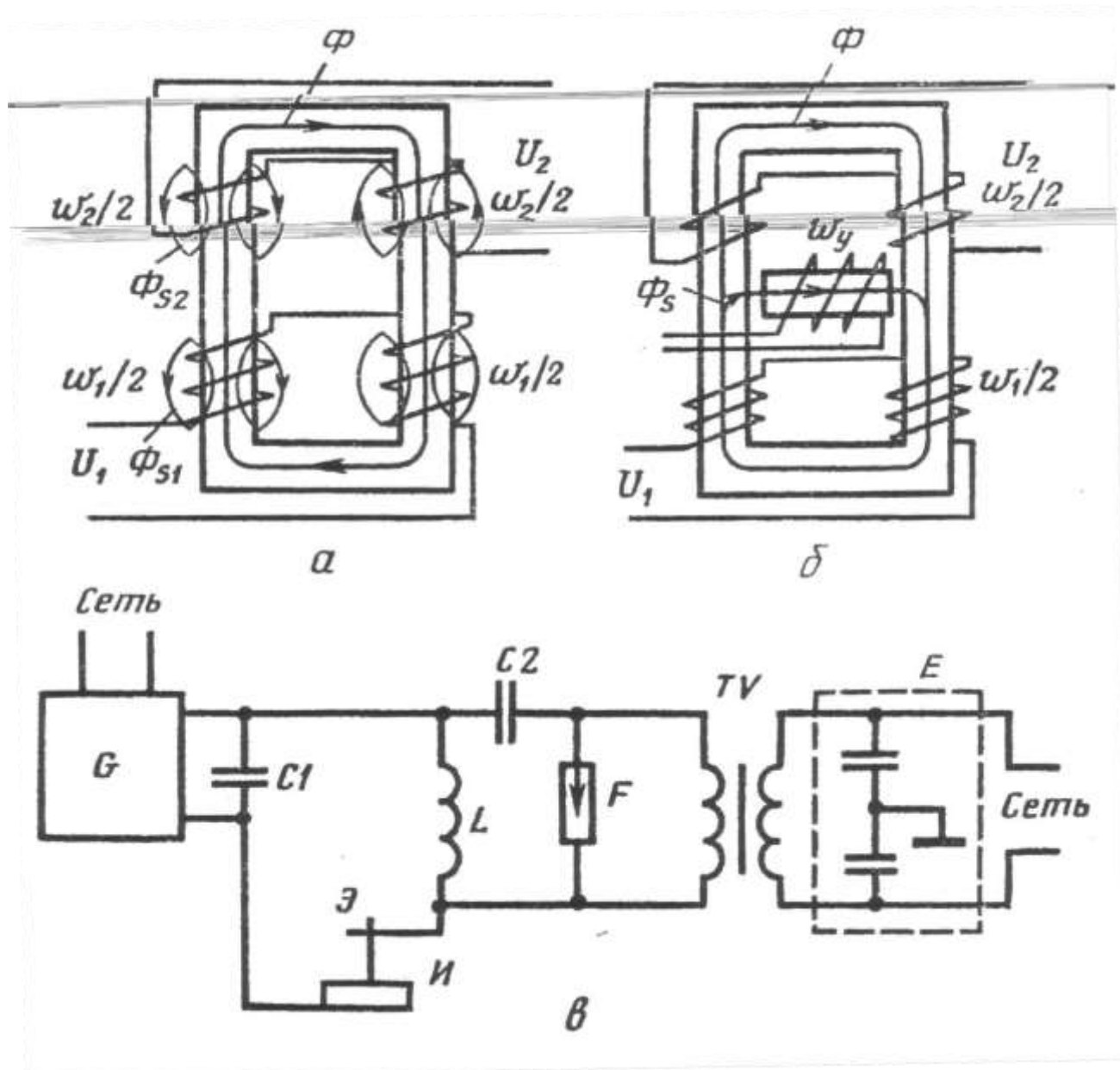


Рис. 1.2.7. Конструктивні схеми зварювальних трансформаторів типу ТД (а), ТДФ (б), принципова електрична схема осцилятора послідовного вмикання (в): Э – електрод; И – виріб.

Таблиця 1.2

Основні дані деяких джерел живлення для дугового зварювання

Тип	Напруга живлення, В	Номинальний зварювальний струм, А	Діапазон регулювання струму, А	Номинальна робоча напруга, В	Споживана потужність, кВт·А	Напруга холостого ходу, В	Маса, кг
ТД-102	220, 380	160	55...175	26,4	11,4	80	38
ТД-306	220, 380	250	90...300	30	19,4	80	71
ТД-300	220, 380	315	60...360	33	16	80	135
ТДМ-317	220, 380	315	55...350	32,6	21	70	170
ТСМ-250	380	250	92...250	25	6,2	60	33
ТДЭ-252	220/380	250	100...260	30	13,2	50	
ВД-306	220/380	315	45...315	32,6	21	70	170
ВДУ-505	220/380 380	500	50...500	22...40	40	90	300

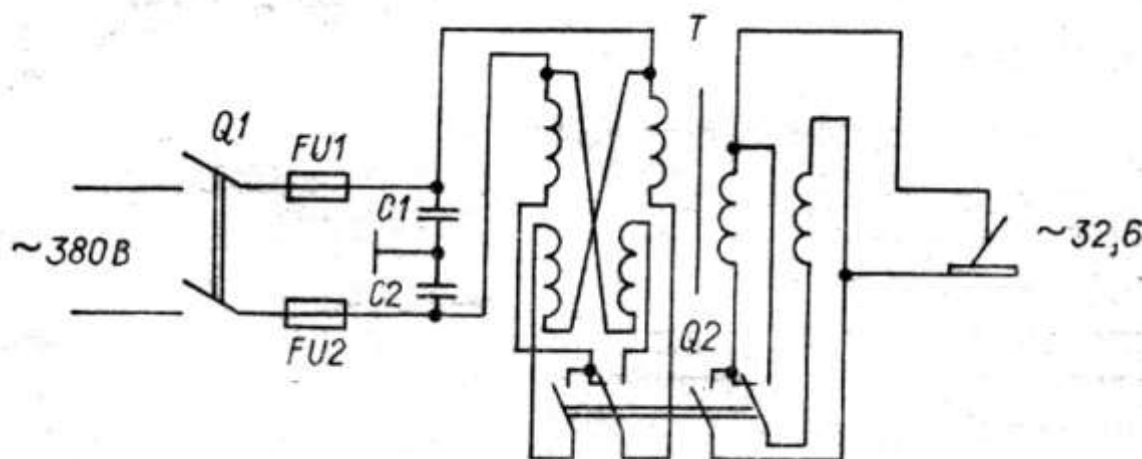


Рис. 1.2.8. Принципова електрична схема зварювального трансформатора ТД-306

Для покращення умов запалювання електричної дуги та стабілізації горіння ряд трансформаторів оснащені збудниками стабілізаторами дуги типу СД-2, СД-3УЗ тощо.

Стабілізатор СД-2 складається із зарядного пристрою АГ (рис. 1.2.9), конденсатора С, трансформатора струму ТА, контактора КМ, і блока керування АС. Конденсатор С заряджається від зарядного пристрою АГ і в момент переходу зварювального струму через нульове значення розряджається на дуговий проміжок, стабілізуючи таким чином дуговий розряд.

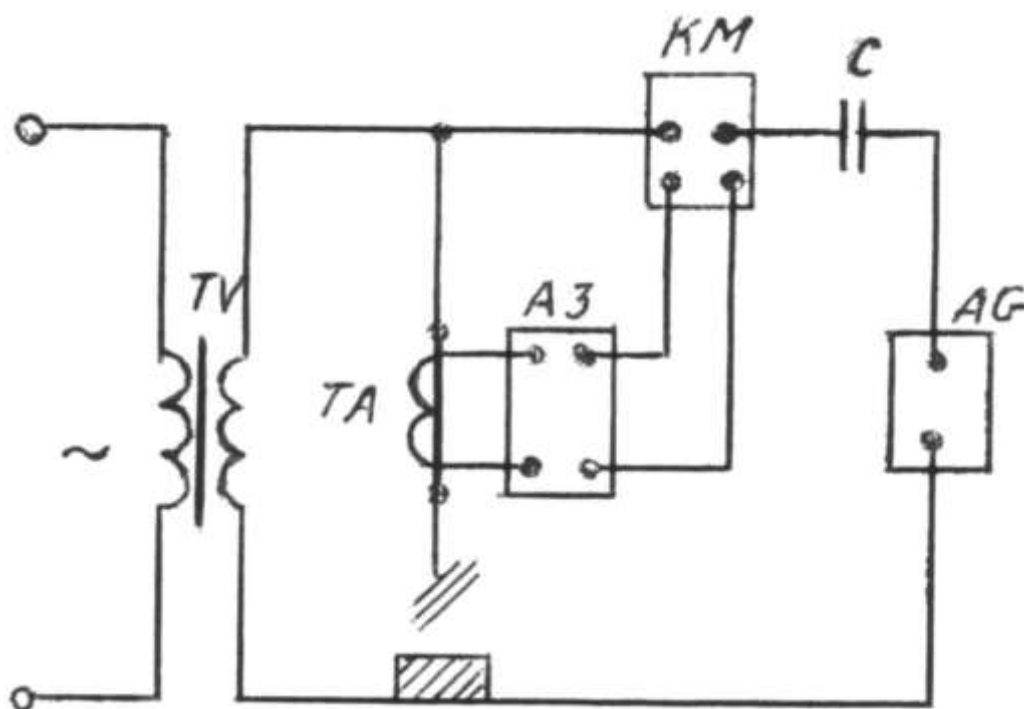


Рис.1.2.9. Схема вмикання стабілізатора дуги СД-2.

В інституті зварювання ім.. Є.О. Патона розроблено модулятор зварювального струму ОИ 101 для роботи зі зварювальними трансформаторами номінальним струмом до 315 А. Він забезпечує надійне запалювання і регульований початок процесу зварювання, підвищує продуктивність праці при зварюванні вертикальних, стельових швів та тонколистових конструкцій товщиною 0,6 – 0,8 мм електродами діаметром 3 – 4 мм.

Технічні характеристики модулятора ОИ 101

Номінальна напруга однофазної мережі частотою 50 Гц, В.....	220
Сила струму імпульсу, А, на ступені:	
першому.....	85 – 95
другому.....	100 – 120
Межі регулювання періоду імпульсу і паузи, с.....	0,02 – 0,05
Межі регулювання стартового імпульсу, с.....	0,5 – 1,5
Маса, кг.....	16

Для підвищення рівня електробезпеки при проведенні ручного зварювання на відкритому повітрі та в особливо небезпечних умовах трансформатори обладнуються обмежувачами холостого ходу УСНТ-06У2, які автоматично знижують напругу холостого ходу на вихідних затискачах зварювального кола до значення, що не перевищує 12 В, не пізніше як через 1 с після згасання дуги. Схема підключення обмежувача холостого ходу зображена на рис 1.2.10.

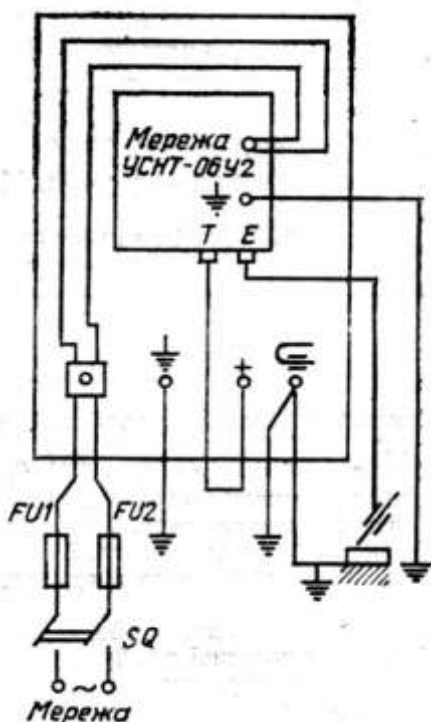


Рис. 1.2.10. Схема підключення обмежувача холостого ходу УСНТ-06У2

1.5. Осцилятори

Для полегшення запалювання і підвищення стійкості зварювальної дуги змінного струму, особливо при зварюванні на малих струмах, застосовують спеціальні апарати – осцилятори. Осцилятор являє собою малопотужний (100...250 Вт) іскровий генератор, перетворюючий струм низької напруги промислової частоти в знакозмінний струм високої частоти (1000...3000 кГц), високої напруги (2500... 6000 В). Високочастотні імпульси підводять до дугового проміжку зварювального апарата. Висока напруга сприяє полегшенню збудження і стабілізації дуги, а висока частота робить цей струм безпечним для зварювальника. Застосовують осцилятори послідовного і паралельного вмикання.

Принципова схема найпростішого осцилятора послідовного вмикання наведена на рис. 1.2.7, в. Осцилятор складається із іскрового коливального контуру, утвореного конденсатором С2, індуктивністю L і розрядником F.

Контур отримує живлення від трансформатора TV. Виникаючі в контурі коливання через індуктивність L підводяться до дугового проміжку. Ємність С1 захищає джерело живлення G від імпульсів високої напруги. Фільтр Е захищає мережу живлення від високочастотних коливань.

1.6. Зварювальні перетворювачі

На рис. 1.2.11 зображено принципову електричну схему зварювального

перетворювача ПСО-300А, що складається із зварювального генератора G, приводного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором М, виконаних в одному корпусі на колесах для пересування. Генератор - постійного струму незалежного збудження. Обмотка збудження L1 живиться від статорної обмотки електродвигуна через випрямляч. Розмагнічуюча обмотка L2 має дві секції і вмикається послідовно з обмотками якоря і додаткових полюсів L3.

Магнітні потоки обмотки незалежного збудження Φ_z і розмагнічуючої обмотки Φ_p направлені назустріч один одному, тому результуючий потік Φ дорівнює їх різниці

$$\Phi = \Phi_z - \Phi_p \quad (1.2.44)$$

Генератор має два діапазони зварювальних струмів: «малі» - ввімкнені дві секції розмагнічуючої обмотки і «великі» - ввімкнена одна секція розмагнічуючої обмотки. Змінюючи струм в обмотці збудження за допомогою реостата R, можна плавно регулювати зварювальний струм на кожному ступені.

Спадну зовнішню характеристику можна одержати тільки при напрямку обертання приводного електродвигуна, який вказано стрілкою на боковій шафі генератора.

Зварювальний випрямляч складається із трифазного знижувального трансформатора, дроселя насичення, випрямляча з селеновими або кремнієвими вентилями, вентилятора для охолодження вентилів випрямляча. Ступінчасте регулювання зварювального струму здійснюють зміною кількості витків вторинної обмотки, а плавне в межах кожного ступеня - зміною індуктивності дроселя насичення.

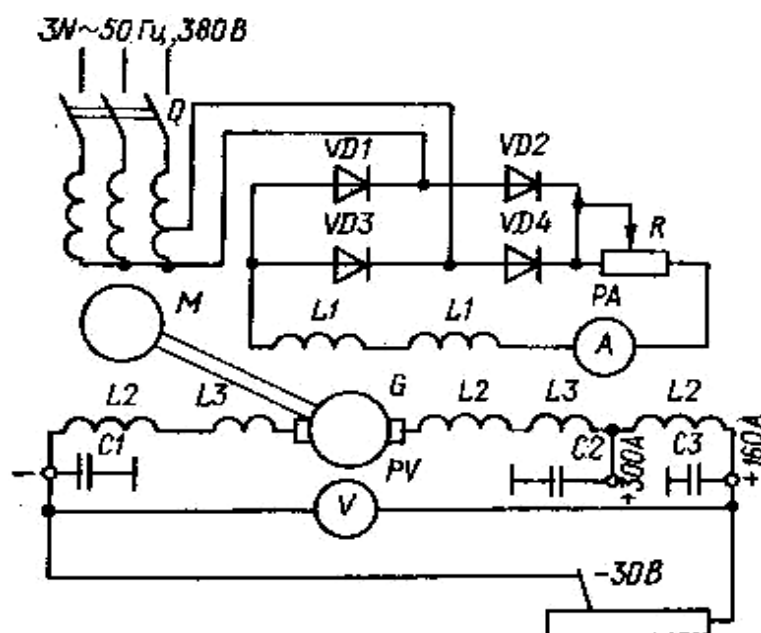


Рис 1.2.11. Принципова електрична схема зварювального перетворювача ПСО-300 А

При ручному дуговому зварюванні застосовують зварювальні перетворювачі з колекторними та з вентильними генераторами.

Принципова електрична схема колекторного зварювального генератора наведена на рис 1.2.12.

Порівняно з колекторними вентилями генератори забезпечують вищу стабільність дуги, мають вищий (у середньому на 10 %) ККД, значно меншу масу і надійніші в експлуатації.

Вентильний зварювальний генератор – це електрична машина змінного струму з напівпровідниковим випрямлячем. Він складається з двопакетного статора 4 (рис.1.2.13), запресованого в станину, і двопакетного ротора 2, напресованого на масивну сталю втулку, розміщену на валу генератора. На кожному пакеті заліза ротора є зубці, які забезпечують наведення в обмотці статора ЕРС підвищеної частоти. Зубці одного пакета зсунуті по колу відносно зубців другого пакета на 180 електричних градусів. Тороїдальна обмотка збудження 3 прикріплена до станини і розміщена між пакетами ротора. Трифазна силова обмотка 5 закладена в пази пакетів

статора і приєднана до випрямного блока 7, зібраного за мостовою схемою.

Охолодження обмоток і вентилів випрямляча здійснюється за допомогою вентилятора 8.

Оскільки обмотка статора і обмотка збудження нерухомі, то в генераторі відсутні ковзні контакти. Завдяки такому виконанню забезпечується висока експлуатаційна надійність генератора.

Принципова електрична схема вентильного генератора типу ГД-311 наведена на рис. 1.2.14.

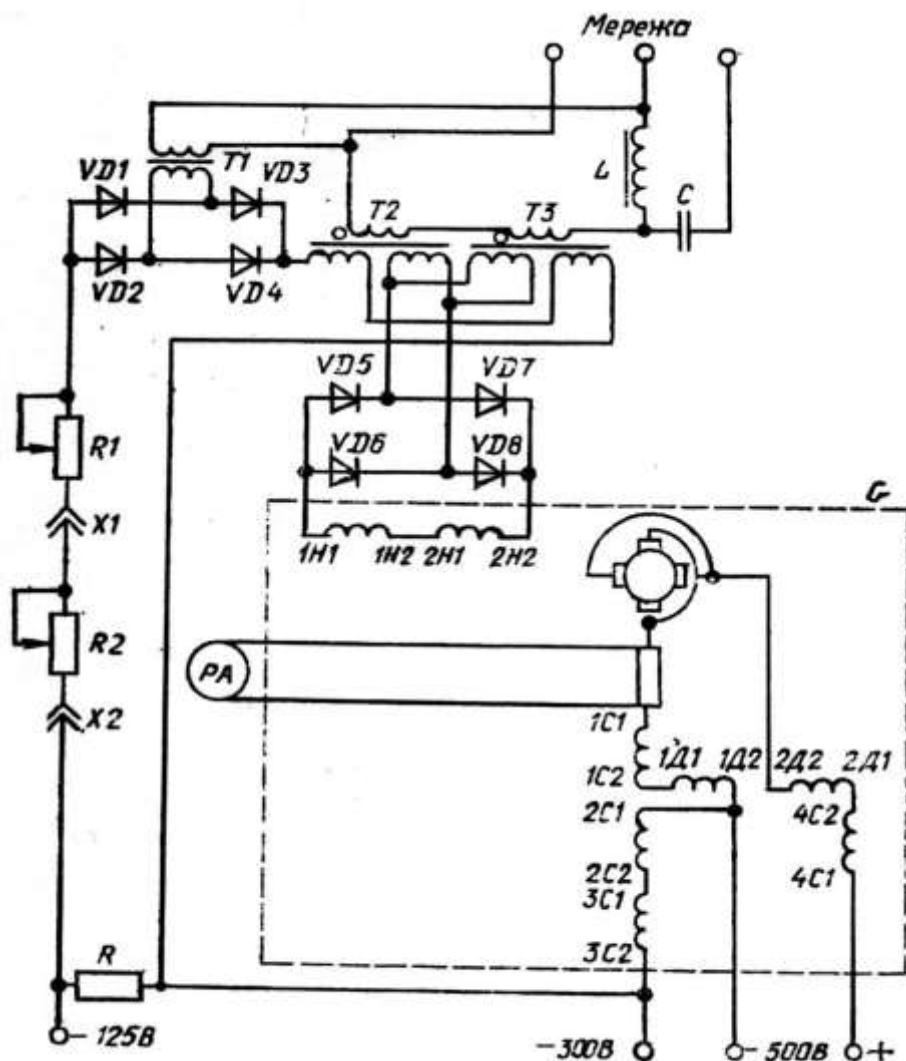


Рис. 1.2.12. Принципіальна електрична схема генератора зварювального перетворювача ПД.-502У2

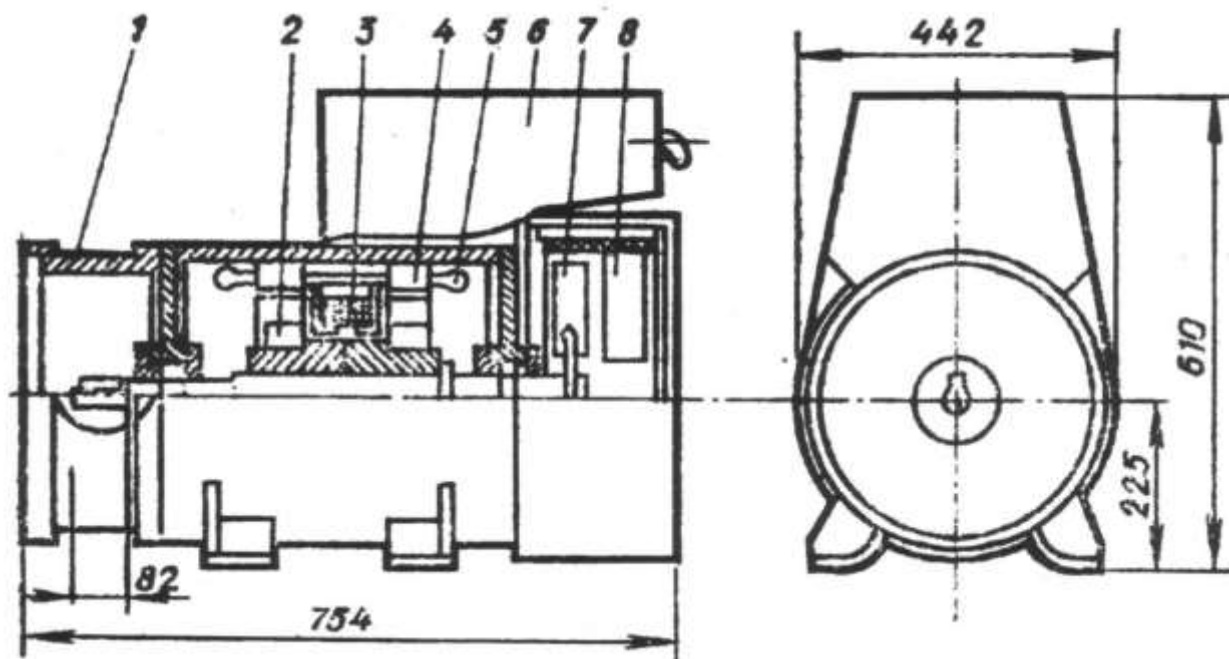


Рис. 1.2.13. Будова вентиляного генератора ГД-311:

1 – фланець; 2 – двопакетний ротор; 3 – обмотка збудження; 4 – двопакетний статор; 5 – силова обмотка; 6 – апарат керування; 7 – випрямний блок; 8 – вентилятор

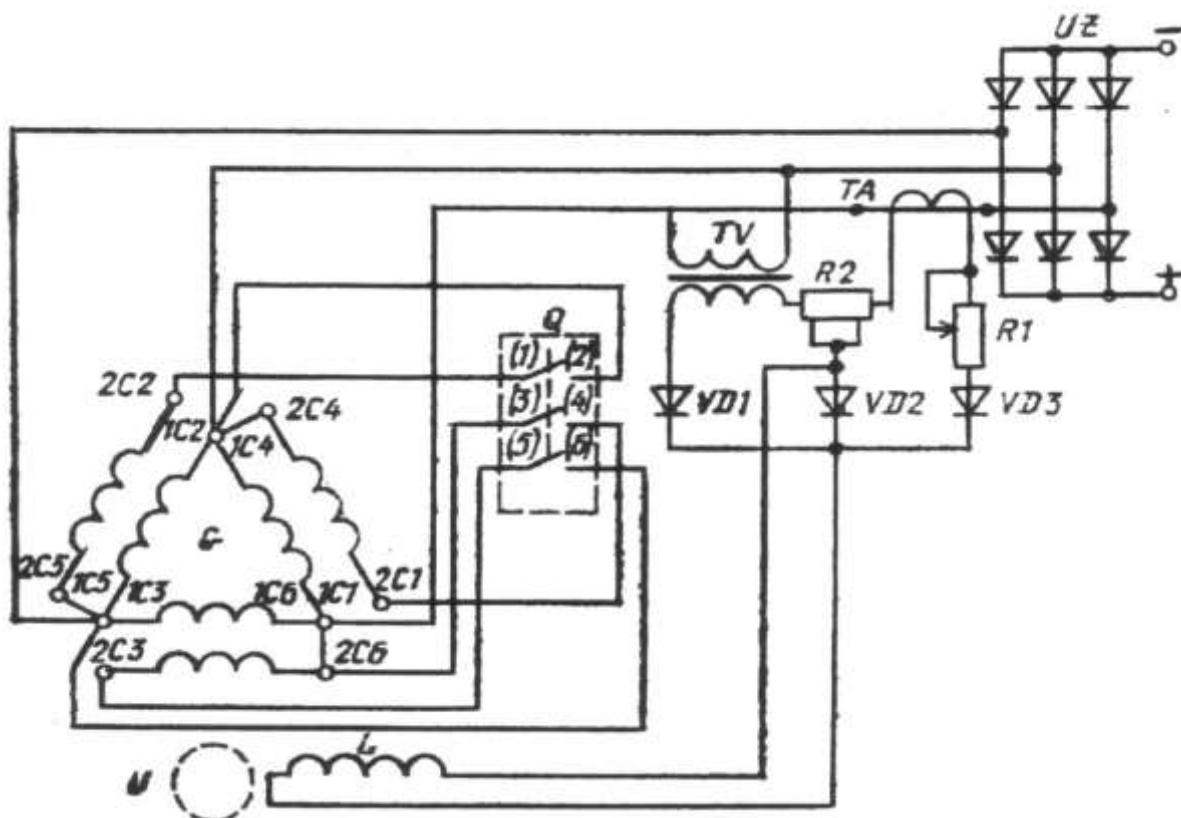


Рис. 1.2.14. Електрична схема зварювального генератора ГД-311

1.7. Зварювальні випрямлячі

У порівнянні із обертовими зварювальними генераторами зварювальні випрямлячі мають вищий ККД і меншу масу, простіші і надійніші в експлуатації.

Для випрямлення струму використовують селенові або кремнієві напівпровідникові вентиля, які вмикаються по трифазній мостовій схемі випрямлення, забезпечуючої високу стійкість горіння зварювальної дуги і рівномірне завантаження фаз мережі живлення. Зварювальні випрямлячі в залежності від призначення можуть мати падаючу або жорстку характеристику. В універсальних установках можливе отримання обох видів характеристик. У випрямлячах з круто падаючими зовнішніми характеристиками трансформатори мають підвищене магнітне розсіювання.

На рис. 1.2.15. наведена принципова електрична схема зварювального випрямляча ВД-306 УЗ. Значення зварювального струму плавно регулюють зміною відстані між обмотками трансформатора TV1, ступінчато – перемиканням обмоток із “зірки” (діапазон малих струмів) на “трикутник” (діапазон великих струмів).

Випрямляч має захист від виходу із ладу його діодів або пошкодження ізоляції вторинної обмотки трансформатора. Захист складається із магнітного підсилювача А, допоміжного трансформатора TV2 і реле KV. В нормальному стані осердя магнітного підсилювача не насичені і значення вторинної напруги трансформатора TV2 недостатнє для спрацювання реле KV. При аварійній ситуації в фазних струмах вторинної обмотки TV1 появляются постійні складові, які викликають насичення осердя підсилювача А, що призводить до спрацювання реле KV., яке вимикає живлення котушки магнітного пускача.

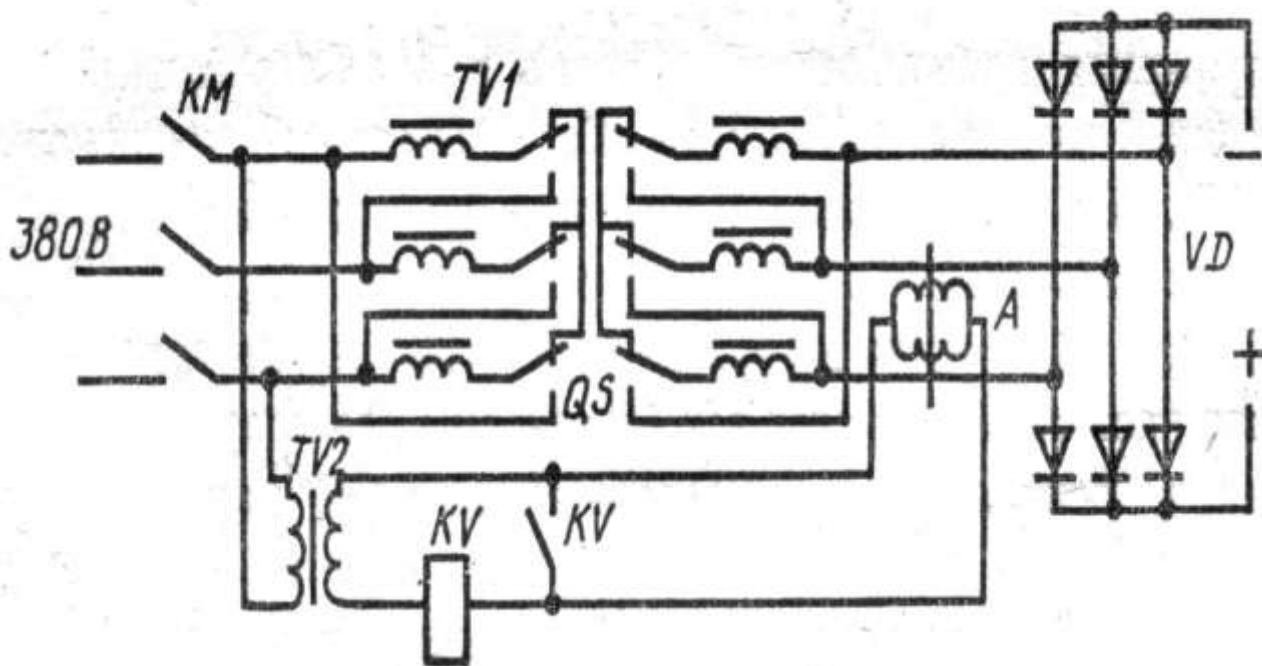


Рис. 1.2.15. Принципова електрична схема зварювального випрямляча ВД-306УЗ.

Тема 2. Електричні водонагрівачі та котли

Питання для самостійного вивчення:

1. Електрокотельні, їх обладнання і схеми автоматичного керування.
2. Особливості техніки безпеки при експлуатації електроводонагрівачів і котлів.

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- переваги електроводонагрівачів перед вогневими нагрівними установками;
- призначення електрокотелень;
- техніка безпеки при експлуатації електроводонагрівачів і котлів.

Питання для самоконтролю знань:

1. У чому полягає і як розраховується доводка котлової води по питомому електричному опору?
2. Перерахуйте сільськогосподарські технологічні процеси виконання яких пов'язано з використанням електроводонагрівачів.
3. Які переваги електроводонагрівачів перед вогневими нагрівними установками?
4. Поясніть роботу технологічної схеми електрокотельні.
5. Поясніть роботу принципіальної електричної схеми електрокотельні.
6. Поясніть, як в котлах типу КЭПР автоматично регулюється потужність?

2.1. Електрокотельні

Електрокотельні оснащуються електрокотлами, водонагрівниками і іншим обладнанням, необхідним для отримання пари і гарячої води і постачання ними сільськогосподарських споживачів. Центральні електрокотельні призначені для комплексного теплопостачання значної кількості різних споживачів, а місцеві – для постачання теплотою споживачів, що знаходяться в одному приміщенні.

Для підрахунку потреби в теплоті і при виборі котлів будують добовий графік теплових навантажень.

Електрокотельні обов'язково обладнують пристроями для акумулювання теплоти, де вона запасасться в нічні години роботи електротеплової установки.

В денний час теплопостачання здійснюється шляхом відбирання теплоти із акумулюючих ємностей.

На рис. 1.3.14 приведена принципова теплотехнічна схема електрокотельні з двома водонагрівальними котлами для теплопостачання тваринницької ферми на 200 – 400 корів.

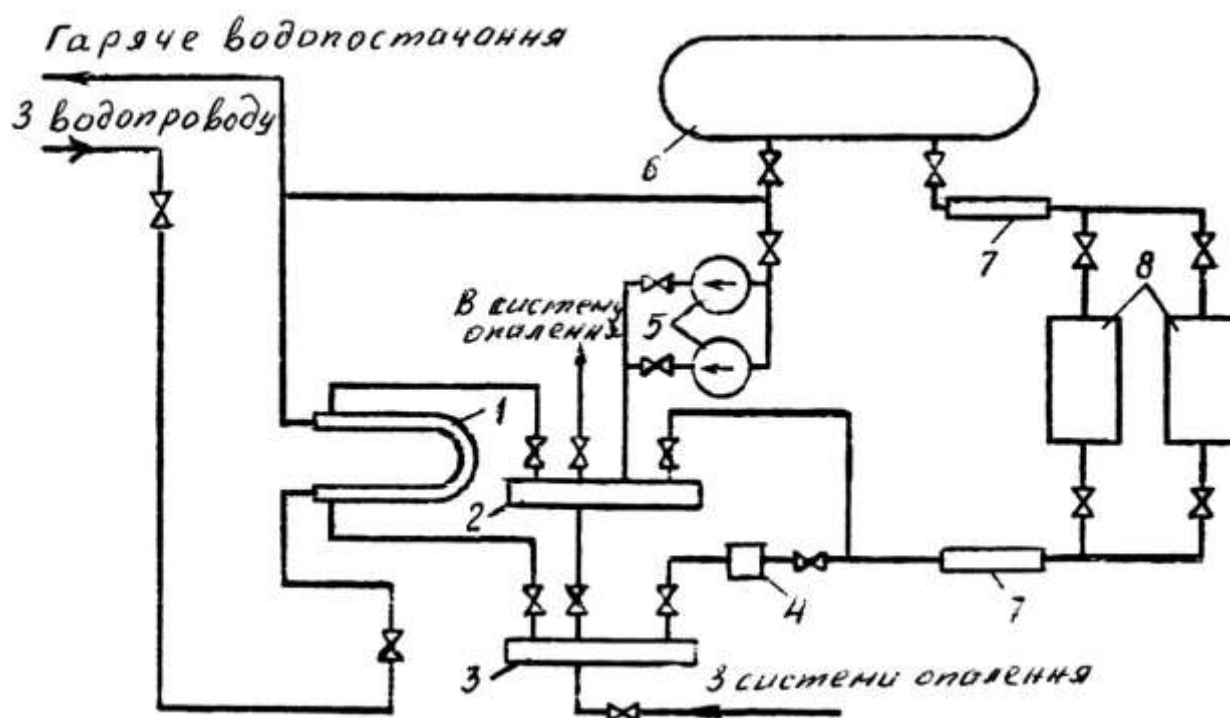


Рис. 1.3.14. Принципова теплотехнічна схема найпростішої електрокотельні:

- 1 – швидкісний водонагрівник; 2 – колектор гарячої води;
 3 – колектор холодної води; 4 – грязьовик; 5 – циркуляційні насоси;
 6 – акумулююча ємність; 7 – ізоляційна вставка; 8 – електроводонагрівники.

Вода, що нагрівається в котлах 8, циркулює по замкнутій системі:
 котел 8 – теплоакumuлююча ємність 6 – колектор гарячої води 2 – система опалення –
 колектор холодної води 3 – грязевик 4 – котел 8.

Для технологічних потреб воду отримують в швидкісному водо-водяному підігрівнику 1, де водопровідна вода підігрівається гарячою водою, що подається від колектора 2.

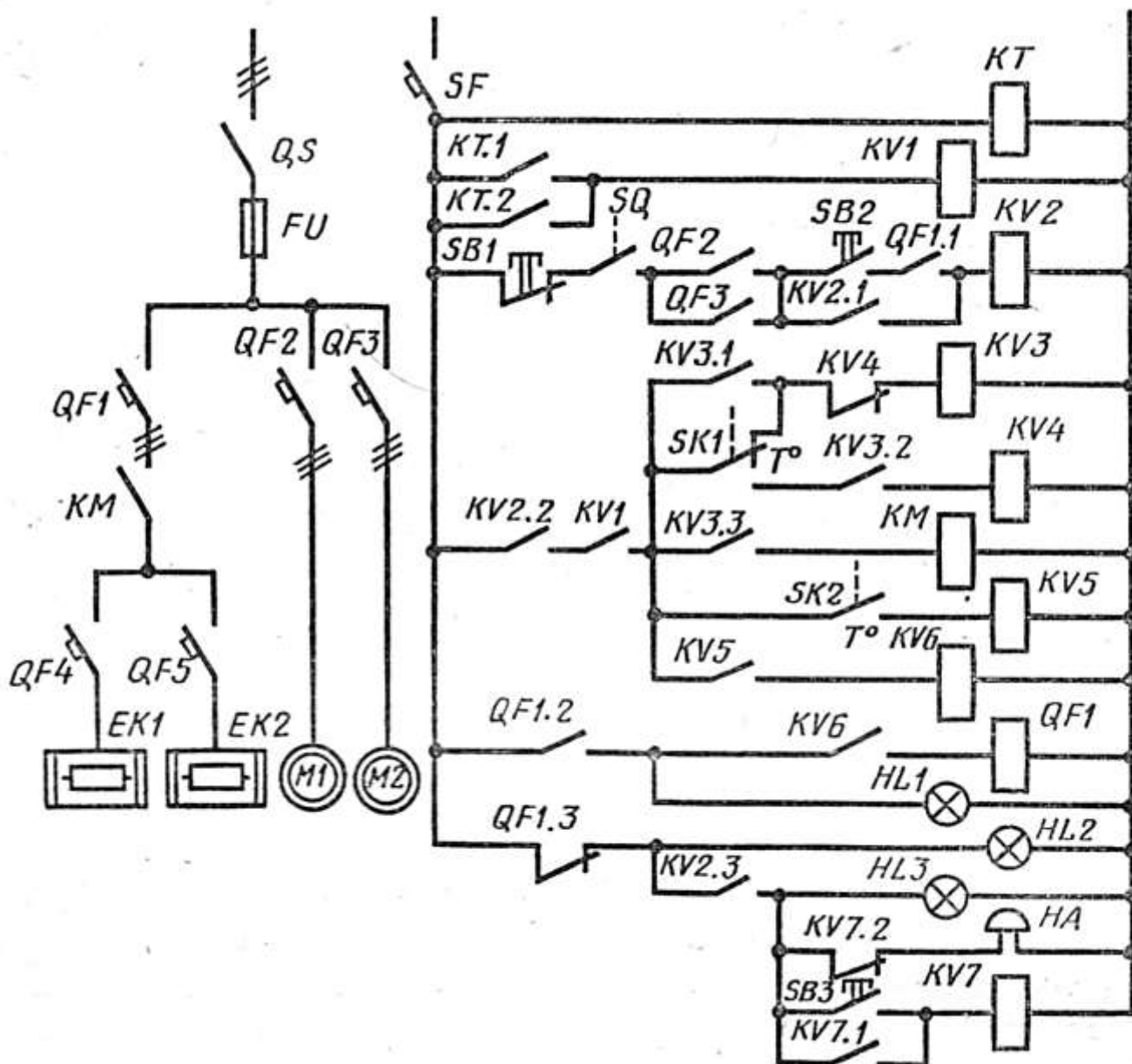


Рис. 1.3.15. Принципова електрична схема електрокотельні

Принципова електрична схема електрокотельні зображена на рис. 1.3.15. Живлення в силові кола подаються рубильником QS. Циркуляційні насоси (основний і резервний) вмикаються автоматичними вимикачами QF2 і QF3, а котли – QF4, QF5 і контактором KM. Котли вмикаються тільки в визначені години доби (погодженими з електропостачальною організацією). Час вмикання задається програмним реле часу, типу 2РВМ. Контроль температури води в акумулюючій ємності здійснює температурне реле SK1. Верхній контакт SK1 замикається при температурі води нижче норми, нижній – при досягненні максимального значення. В аварійному режимі, коли температура води на 3...4 °C перевищить верхню уставку реле SK1, спрацьовує SK2.

Блокувальний контакт кінцевого вимикача SQ запобігає можливості вмикання котлів при незачинених дверях огорожі. Вмикання котлів відбувається при замиканні

одного із контактів реле часу КТ. Попередньо (вмиканням автоматичних вимикачів QF2 або QF3) запускають в роботу циркуляційний насос, вмикаються автоматичні вимикачі QF4, QF5 і QF1. Кнопкою SB2 подають живлення на котушку реле KV2, яке через проміжне реле KV3 вмикає контактор КМ кола живлення котлів. При підвищенні температури вище мінімальної верхній контакт SK1 розмикається, але живлення реле KV3 здійснюється через власний контакт KV3.1. При досягненні максимального значення температури замикається нижній контакт SK1, отримує живлення реле KV4, і через контакт KV3.3 проміжне реле KV3 знімає напругу з контактора КМ, який вимикає котли. В аварійному режимі, якщо схема не спрацює, замикається контакт SK2, отримує живлення реле KV5 і своїми контактами вмикає реле KV6, яке подає напругу в котушку незалежного розчіплювача автоматичного вимикача QF1. Автоматичний вимикач спрацьовує і вимикає живлення котлів. Блок-контакти QF1.3 вмикають аварійну світлову (HL2) і звукову (HA) сигналізацію. Знімають звуковий сигнал кнопкою SB3.

а. Особливості техніки безпеки при експлуатації електроводонагрівачів і котлів

- ◆ До обслуговування електроводонагрівачів допускаються електромонтери, які мають групу допуску по техніці безпеки не нижче третьої.
 - ◆ Захист людей і тварин від ураження електричним струмом при використанні електроводонагрівачів побічної дії забезпечується правильним вибором апаратів захисту і обов'язковим приєднанням корпусу до нульового проводу, а також застосуванням ізолюючих вставок в трубопроводах холодної і гарячої води або пристрою захисного вимикання.
 - ◆ Для експлуатації дозволяється використовувати тільки електрокотли і водонагрівники заводського виконання. Застосовувати саморобні котли і нагрівники забороняється.
 - ◆ Котли, що працюють під тиском, до вводу в експлуатацію повинні бути зареєстровані в місцевих органах Держнагляду.
 - ◆ Електрокотли необхідно встановлювати в окремих приміщеннях, доступ в які дозволяється лише спеціально проінструктованим особам.
 - ◆ Потужність працюючих електродних котлів не повинна перевищувати номінальну. Для цього питомий опір води повинен знаходитись в межах, вказаних в паспорті котла.
 - ◆ Корпус котла напругою до 1000 В і всі металеві частини, які в результаті пошкодження ізоляції можуть бути під напругою, повинні бути приєднані до нульового проводу. Нульовий провід повторно заземлюють на вводі в приміщення.
 - ◆ В мережах 380 В з глухо заземленою нейтраллю, що живлять тваринницькі ферми, корпуси котлів не приєднують до нульового проводу, а для забезпечення безпеки обслуговування котли ізолюють від землі і огорожують металевою сіткою висотою не менше 1,7 м, яку надійно приєднують до нульового проводу.
- Виводи до трубопроводів холодної і гарячої води приєднують через ізолюючі вставки.

◆ Трубопроводи теплової мережі заземлюють не менше як в двох місцях, одне з яких повинне бути в електрокотельні. Загальний опір заземлення трубопроводів (без врахування заземлення в електрокотельні) повинне бути не більше 4 Ом.

◆ В приміщеннях з підвищеною небезпекою не допускається робота електрокотлів при неповно фазних режимах. Для запобігання цього використовують спеціальний захист або пристрій вирівнювання потенціалів, які забезпечують напругу доторкування не більше 12 В.

◆ Всі операції по обслуговуванню апаратів можна виконувати лише при вимкненій напрузі.

◆ На кожному котлі повинна бути табличка з основними технічними даними, схемами електричного і тепломеханічного обладнання і затвердженими інструкціями по експлуатації.

Тема 3. Електронагрівні установки для створення і регулювання мікроклімату

Питання для самостійного вивчення:

1. Електрообігрівання парників і теплиць
2. Електричні інкубатори.

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- способи електрообігріву ґрунту і повітря парників і теплиць;
- типи інкубаторів і їх будова
- техніка безпеки при експлуатації електронагрівних установок в парниках і теплицях.

Питання для самоконтролю знань:

1. Які існують способи електрообігріву ґрунту і повітря парників і теплиць?
2. Агротехнічні вимоги до мікроклімату споруд захищеного ґрунту.
3. Будова електрообігріву ґрунту в парниках.
4. Визначення основних параметрів електрообігріву ґрунту і повітря парників і теплиць.
5. Особливості техніки безпеки при експлуатації електронагрівних установок в парниках і теплицях.
6. Типи інкубаторів і їх будова.
7. Які процеси автоматизовані в інкубаторах?

3.1. Електрообігрівання парників і теплиць

Агротехнічні вимоги до мікроклімату споруд захищеного ґрунту

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

Основний параметр мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту – температура повітря, яку підтримують на оптимальному рівні в залежності від виду і віку рослин. Рекомендовані значення температури повітря для деяких культур приведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Рекомендована температура повітря для основних культур

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

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

Електрообігрівання парників та теплиць може бути ґрунтовим, повітряним і комбінованим.

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

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

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

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

Розроблено декілька способів електрообігрівання у перинках та теплицях: елементне, електродне, електрокалориферне та променисте. Найпоширеніші елементне і електрокалориферне.

При елементному обігріванні використовують такі нагрівні елементи: сталевий

оцинкований дріт діаметром 2-3 мм в ізоляційних трубах; нагрівні проводи ПОСХВ, ПОСХП та ПОСХВТ; неізольований дріт діаметром 5-7 мм прокладений у шарі піску або безпосередньо в ґрунті при зниженій напрузі живлення (50 В); сталевий дріт, прокладений у шарі асфальтобетону.

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

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

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

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

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

Електрообігрівання парників

Для обігрівання ґрунту трубчатими нагрівальними елементами (рис. 1.4.11, а) використовують азбоцементні або гончарні труби діаметром 100...150 мм, а для обігрівання повітря – труби діаметром 50...75 мм. Для підвищення електроізоляційних властивостей азбоцементні труби попередньо просочують в гарячому бітумі або трансформаторному маслі. Труби ґрунтового і повітряного обігрівання з'єднують за допомогою муфт з промазуванням місць з'єднання цементним розчином.

Труби ґрунтового і повітряного обігрівання прокладають з нахилом 0,002...0,003.

Всередині труб на ізоляційних опорних дисках протягують нагрівальний провід або голий оцинкований дріт. На виході із труб провід закріплюють в монтажних каналах по торцях парника. При використанні голого дроту живлення здійснюється пониженою напругою.

При безпосередньому укладанні в пісок провід від пошкоджень захищають металевою сіткою з вічками 30...50 мм, яка укладається в піску над проводом на відстані 50 мм (рис. 1.4.11, б) або цементною стяжкою. Сітку заземлюють, і вона служить додатковим заходом електробезпеки на випадок пошкодження ізоляції проводу. Крок укладання проводу біля парубнів 50 мм із збільшенням до 130 мм в середині парника.

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

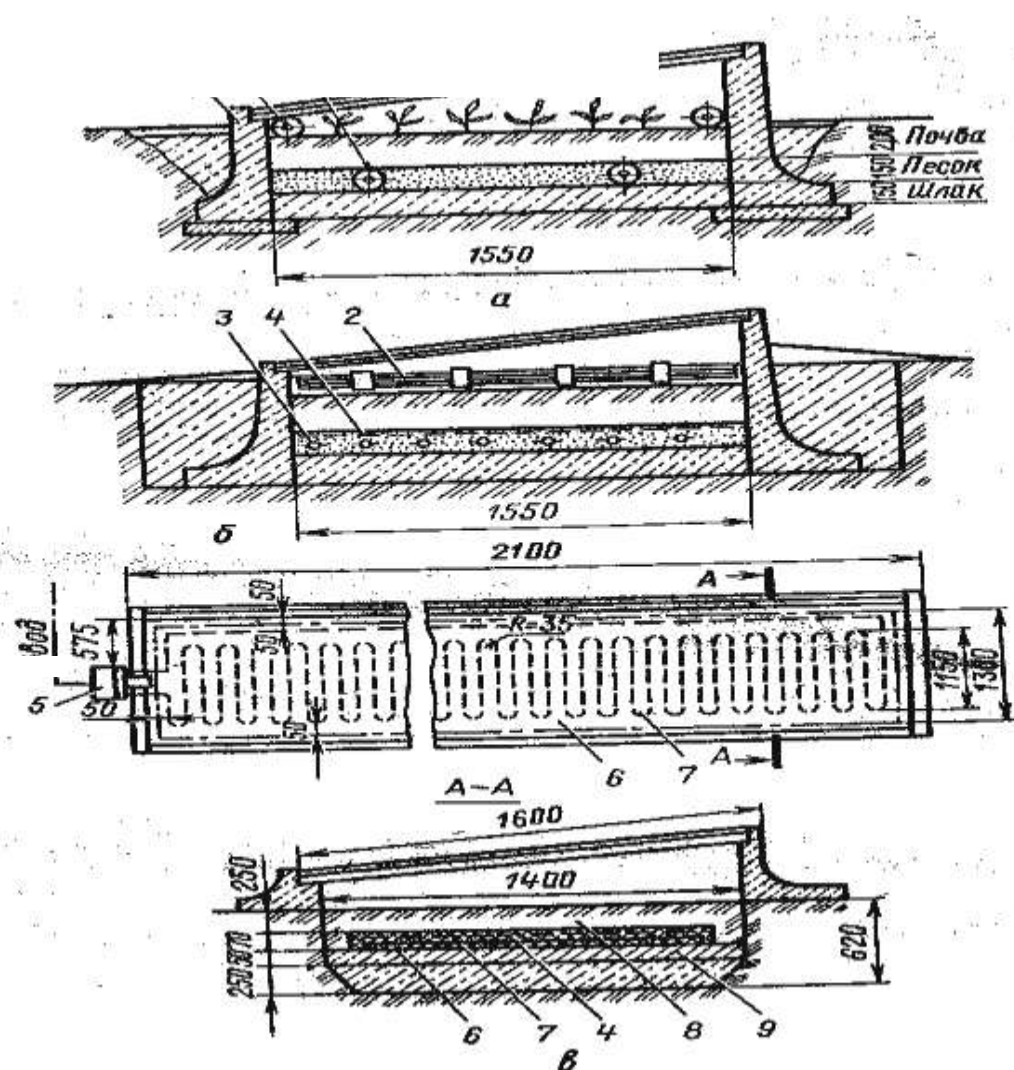


Рис. 1.4.11. Будова електрообігріву ґрунту і повітря в парниках:

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

Електрообігрівання теплиць

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

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

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

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

Найбільше поширені ангарні теплиці з ґрунтово-повітряним обігріванням площею 1000 і 500 м² (рис. 1.4.12).

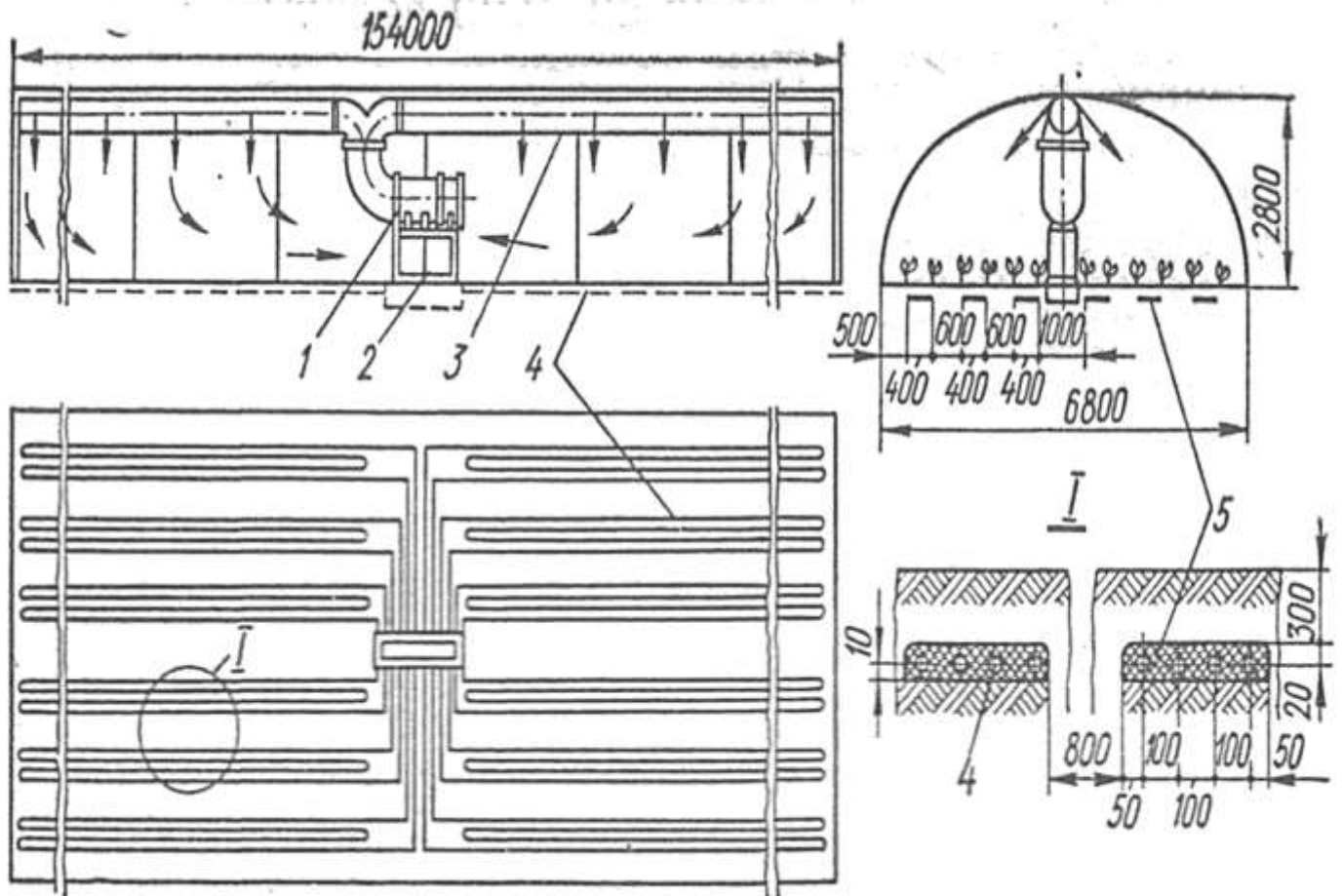


Рис. 1.4.12. Теплиця з ґрунтово-повітряним обігріванням:

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

Обігрівання повітря в теплиці здійснюється електрокалорифером, встановленим в центрі. Для забезпечення рівномірної температури підігріте в калорифері повітря розподіляється за допомогою двох перфорованих повітропроводів з поліетиленової

плівки. Вздовж повітропроводів через 1 м виконані два ряди отворів діаметром 5 см для виходу підігрітого повітря, а їх кінці заглушені.

Грунт обігривається проводом ПОСХВ. Нагрівні елементи прокладають смугами шириною 400 мм на глибині 300 мм і заливають шаром цементного розчину товщиною 40 – 50 мм. Між обігрівними смугами залишають ділянки шириною 600 мм. При такому способі монтажу нагрівних елементів зменшується витрата матеріалів і забезпечується відведення зайвої води під час поливу ґрунту в теплиці. В середні обігрівні смуги укладають по два, а в крайні по три відрізки проводу довжиною 160 – 170 м кожний.

Розрахунок електрообігрівання парників і теплиць

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

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

З достатньою для практичних розрахунків точністю потужність нагрівних елементів визначають за формулою, кВт:

$$P = KF(\theta_{\text{вн}} - \theta) \cdot 10^{-3}, \quad (1.4.10)$$

308

де K – приведений коефіцієнт теплопередачі через плівку чи скло, Вт/(м²·°C). Він залежить від швидкості вітру та утеплення (табл.1.4. 14). При зміні швидкості вітру від 0 до 10 м/с значення K змінюється від 4 до 12 Вт/(м²·°C);

F – площа скляного чи плівкового покриття, м²;

$\theta_{\text{вн}}$, $\theta_{\text{зов}}$ - розрахункова температура повітря відповідно в парнику чи теплиці та зовнішня, °C.

Площа заскленої поверхні парників визначається за формулою

$$F = abn\beta \quad (1.4.11)$$

де a і b – довжина і ширина однієї парникової рами, м ($a=1,6$ м; $b=1,06$ м);
 n – кількість рам; β - коефіцієнт, що враховує наявність дерев'яних частин у рамах, $\beta=0,95$.

При комбінованому обігріванні парників і теплиць розрахункову потужність ділять між нагрівними елементами ґрунту P_{Γ} і повітря P_{Π} у співвідношенні:

для теплиць $P_{\Gamma}:P_{\Pi}=1:1$ або $1:2$;

для парників $P_{\Gamma}:P_{\Pi}=1:1$ або $2:1$;

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

3.2. Електричні інкубатори

Для інкубації яєць і виведення молодняку птиці застосовують інкубатори «Універсал-55» та ИКП-90 «Кавказ».

Інкубатор «Універсал-55» складається з двох самостійних шаф: інкубаційної з трьома камерами в одному корпусі і вивідної. Камери інкубатора обладнані однаковими приладами для створення і автоматичного підтримання необхідного режиму. Барабани, на яких розміщені лотки з яйцями, повертаються щогодини на кут $+45^{\circ}$ або -45° відносно їх горизонтального положення за допомогою електродвигуна з реверсивним електромагнітним пускачем. Загальна місткість інкубатора 56055 яєць.

На рис.14.14 показано принципіальну електричну схему шафи керування інкубаційної камери. Повітря в камері обігрівается двома електронагрівниками ЕК1 та ЕК2 загальною потужністю 2 кВт. Циркуляція повітря забезпечується чотирилопатевим вентилятором, який приводиться в дію електродвигуном М1. Зволоження повітря в камері здійснюється за допомогою дискового розпилювача, що приводиться в дію електродвигуном М2. За допомогою регулятора температури А1 в камері інкубатора підтримується температура в межах $+36,0...+39,0^{\circ}\text{C}$ з точністю $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ в точці встановлення терморезистора РК. Він ввімкнений в діагональ вимірювального моста терморегулятора А1. Терморегулятор подає напругу на котушку електромагнітного пускача КМ2, який включає нагрівники на повну потужність. Коли температура повітря в камері досягає заданої, то розмикається коло живлення котушки електромагнітного пускача КМ2, а нагрівники одержують живлення через тиристор VS. При цьому їх потужність знижується до 50 % від номінальної.

Якщо температура підвищується аварійно до $+38,3^{\circ}\text{C}$, замикається контакт температурного реле SK1 в колі живлення котушки проміжного реле К1. Реле К1 спрацьовує і вимикає проміжне реле К2, що приводить до вимикання терморегулятора А1 і вмикання тягового магніту охолодження YA1, сигнальної лампи HL1 «Аварія» та дзвінка.

Вологість в камері підтримується автоматично регулятором вологості А2 в межах 40...70 % з точністю $\pm 3\%$ в точці встановлення датчика вологості SK2. Якщо вологість в камері знижується нижче від встановленої норми, регулятор вологості включає соленоїд зволоження YA2 і вода надходить на диск розпилювача. Паралельно

соленоїду зволоження ввімкнена сигнальна лампа HL5 «Зволоження». В схемі керування інкубатора передбачена також світлова сигналізація: лампа HL4 «Розігрівання», лампа HL3 «Норма», лампа HL2 «Охолодження».

Інкубатор ИКП-90 «Кавказ» розрахований на одночасну інкубацію великих партій яєць. Він складається з шести камер. Кожна камера має автономну систему створення і автоматичного підтримання повітряно-теплого режиму і обладнується чотирма візками для розміщення лотків з яйцями, системою обігрівання, зволоження, охолодження й повітрообміну. Обігрівається кожна камера чотирма закритими трубчастими електронагрівниками. Температура в камері інкубатора регулюється за допомогою терморегулятора. Контролює температуру платиновий датчик, ввімкнений в одне плече вимірювального містка терморегулятора. Якщо температура в камері знижується менш як на $0,2^{\circ}\text{C}$, то на два нагрівальних елементи подається через керований діод напруга, пропорційна величині, на яку розбалансовану вимірювальний місток. При зниженні температури в камері більш як на $0,2^{\circ}\text{C}$ вмикаються всі чотири нагрівальні елементи.

Якщо з якихось причин температура в камері підвищиться до $38,3^{\circ}\text{C}$, то аварійний блок вимкне всі електронагрівники, ввімкне аварійне охолодження і подасть звуковий сигнал.

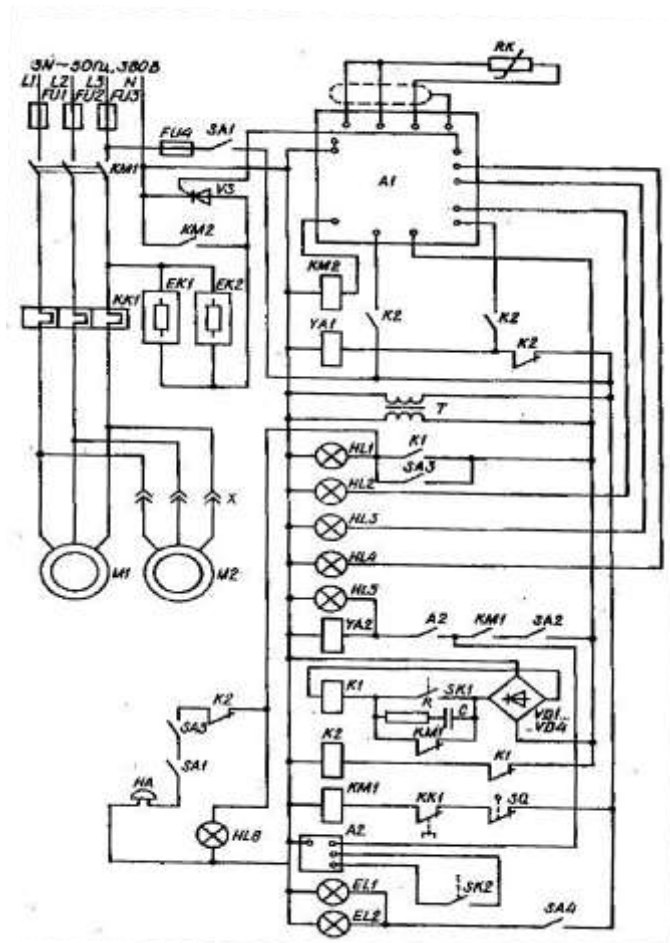


Рис. 1.4.14. Принципова електрична схема шафи керування інкубаційної камери інкубатора «Універсал 55»

Тема 4. Електронагрівні установки для теплової обробки і сушіння сільськогосподарських продуктів і кормів

Питання для самостійного вивчення:

1. Електротеплова обробка кормових матеріалів.
2. Електропастеризація молока.

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- для чого здійснюється електропастеризація молока та харчових продуктів?
- для чого здійснюється електротеплова обробка кормових матеріалів?

Питання для самоконтролю знань:

1. Як здійснюється активне вентилявання сіна?
2. Як здійснюється електротермохімічна обробка соломи?
3. Як здійснюється сушіння зерна інфрачервоним випромінюванням?
4. Як здійснюється електропастеризація молока

4.1. Електротеплова обробка кормів

Одним з найважливіших питань у тваринництві є приготування високоякісних кормів. Важливу роль тут може відіграти електротеплова обробка кормів. Уже розроблено технічні рішення для електричного запарювання картоплі, електротермохімічної обробки зерна і соломи, електросилосування кормів тощо.

В неелектричних запарниках картоплю витримують протягом 40...60 хв., що призводить до погіршення кормової якості картоплі.

В електричних запарниках через подрібнену на частки розміром 1,5...3 мм і вміщену між пластинчастими електродами картоплю пропускають струм густиною 0,2...0,4 А · см⁻². Проходячи через картопляну масу, він швидко нагріває її до заданої температури.

Електротермохімічну обробку соломи проводять так. Спочатку її обробляють 2 %- ним содово-солевим розчином кальцинованої соди і кухонної солі. Потім її завантажують у ящик, на дні якого встановлюють електрод з листової сталі.

Зверху також ставлять електрод з листової сталі. Потім установку вмикають в електромережу. Густина струму на пластинчастих електродах при електротермохімічній обробці соломи рекомендується в межах 0,1...0,3 А · см⁻². В установках для електротермохімічної обробки соломи бажано використовувати електроди з високо хромистої нержавіючої сталі, а при електрозапарюванні картоплі - графітні.

4.2. Електричні пастеризатори

Для знищення хвороботворних бактерій молоко пастеризують. Пастеризація буває тривалою, короткочасною і миттєвою. При тривалій пастеризації молоко нагрівають до температури + 63...65 °С і витримують у нагрітому стані протягом 30

хв. При короткочасній пастеризації його нагрівають—до $+72...+76^{\circ}\text{C}$ і витримують 15...20 с, при миттєвій пастеризації до $+85...+87^{\circ}\text{C}$ без витримування.

Після пастеризації молоко охолоджують до температури $+5...+10^{\circ}\text{C}$.

У найбільш поширених пастеризаторах молока пара нагріває стінки резервуара, по яких тонким шаром протікає молоко.

В електропастеризаторах тонкий шар молока нагрівається інфрачервоними променями, які добре поглинаються молоком. При цьому молоко можна ще й опромінювати ультрафіолетовими променями, які закріплюють бактерицидний ефект пастеризації і збагачують молоко вітамінами групи D.

Тема 5. Електричні холодильні машини і теплові насоси

Питання для самостійного вивчення:

1. Побутові холодильники

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- Будову, принцип дії та класифікацію холодильників

Питання для самоконтролю знань:

1. Які холодильні агенти використовуються в холодильних машинах?
2. Що таке холодопродуктивність і холодильний коефіцієнт?
3. Класифікація холодильників.
4. Поясніть принцип дії компресійного холодильника.
5. Поясніть принцип дії абсорбційного холодильника.

5.1. Побутові холодильники

За принципом дії побутові холодильники поділяються на компресійні, абсорбційні і термоелектричні. Компресійні і абсорбційні холодильники живляться від електромережі напругою 127 і 220 В і використовуються в домашніх умовах. Термоелектричні холодильники виготовляються у вигляді переносних, живляться від джерел постійного струму напругою 12 або 24 В і називаються автомобільними.

Холодильники класифікують:

- за призначенням – на холодильники і морозильники (М);
- за способом отримання холоду – на компресійні (К), абсорбційні (А) і термоелектричні (ТЭ);
- за способом встановлення – на вбудовані наземні у вигляді шафи (Ш), вбудовані наземні у вигляді стола (С), вбудовані настінні (Н),
- блочно-вбудовані (Б), переносні (П);
- за ступенем комфортності – на холодильники звичайні і підвищеної (П) комфортності;
- за кількістю камер – на однокамерні і двокамерні (Д);
- за загальним об'ємом холодильної камери у кубічних дециметрах.

Компресійні холодильники

Холодоагентом у компресійних холодильниках є хладон-12 (дифтордихлор-метан). Пара холодоагенту компресором 7 (рис. 1.6.5) відсмоктується з випарника 1 через трубку 2. Стиснена компресором пара по напірній трубці 8 подається у конденсат-тор 3. Там вона віддає тепло у навколишнє середовище, внаслідок чого зріджується.

Рідкий хладон із конденсатора надходить у фільтр-осушник 4, а з нього через

капілярну трубку 5 – у випарник 1. Капілярна трубка створює необхідний для роботи агрегату перепад тиску від 600 – 1050 кПа в конденсаторі до 98 кПа у випарнику.

При низькому тиску рідкий холодоагент кипить, відбираючи теплоту від стінок випарника і повітря холодильної камери. З випарника пара холодоагенту через всмоктувальну трубку 2 знову засмоктується компресором і далі його рух повторюється. Компресор приводиться в рух електродвигуном 6.

Абсорбційні холодильники

Побутові холодильники абсорбційного типу призначені для короткочасного зберігання швидкопсувних харчових продуктів і вироблення харчового льоду.

Особливістю абсорбційних холодильників є відсутність рухомих частин, завдяки чому збільшена їх довговічність і усунуто шум. Але вони споживають більше електроенергії, ніж компресійні холодильники. Продуктивність абсорбційних холодильників значно нижча за компресійні, тому процес охолодження в них проходить значно повільніше.

В абсорбційних холодильниках відбувається процес поглинання (абсорбції) рідким або твердим поглиначем пари холодоагенту, що утворюється у випарнику. Холодоагентом є аміак, а поглиначем вода. При цьому утворюється водно-аміачний розчин.

Агрегат заповнюється водно-аміачним розчином і воднем під тиском 1,47 - 1,96 Мпа. Водень створює протитиск парові аміаку в конденсаторі.

Холодильний агрегат працює так. Концентрований водно-аміачний розчин з початковою концентрацією близько 35 % підігрівається нагрівником 14 (рис. 1.6.6) у термосифоні 10 генератора 9 до температури 165 – 175 °С. Паро-рідинна суміш, що утворилася при кипінні розчину, піднімається по термосифону вгору. Після виходу з термосифона суміш розділяється: водно-аміачна пара спрямовується до паровідвідної трубки 13, а слабкий водно-аміачний розчин через трубку 12 і теплообмінник і надходить у верхню частину абсорбера 4. Водно-аміачна пара з трубки 13 проходить через регенератор 11 і дефлегматор 6 у конденсатор 7. У регенераторі відбувається підвищення концентрації аміаку завдяки охолодженню пари концентрованим розчином. Остаточне очищення пари аміаку від домішок води відбувається внаслідок охолодження суміші у дефлегматорі 6. При цьому флегма (концентрований розчин аміаку) по трубці повертається до генератора, а очищена пара аміаку охолоджується і зріджується в конденсаторі 7.

Охолоджений рідкий аміак надходить у випарник 8, де відбувається його випаровування, що супроводжується поглинанням тепла з холодильної камери.

Між випарником і абсорбером циркулює водень у суміші з аміаком під великим тиском. У випарнику аміачна пара змішується з бідною водно-аміачною сумішшю і через регенеративний газовий теплообмінник 5 опускається до збірника розчину 2. Туди ж через теплообмінник 1 надходить і частина рідкого аміаку, що не випарувалася. Опускаючись по трубках абсорбера, слабкий аміачний розчин, що надійшов по трубці 12, абсорбує пару аміаку з багатої водно-аміачної суміші і вигляді концентрованого розчину нагромаджується у збірнику розчину 2.

Питома вага водно-аміачної суміші, збідненої внаслідок абсорбції, значно зменшується. Суміш виштовхується з абсорбера вгору в регенеративний теплообмінник 5, де

охладжується насиченою водно-аміачною сумішшю що надходить з випарника. Охолоджена бідна водно-аміачна суміш знову надходить у випарник.

Концентрований водно-аміачний розчин із збірника 2 надходить у теплообмінник розчинів 1, де підігрівається слабким водно-аміачним розчином, що повертається з генератора по трубці 12. Нагрітий насичений водно-аміачний розчин піднімається у термосифон 10 і процес повторюється. Акумулятор водню 3 збирає водень та газоподібний аміак і стабілізує роботу холодильного агрегату при підвищенні температури навколишнього середовища.

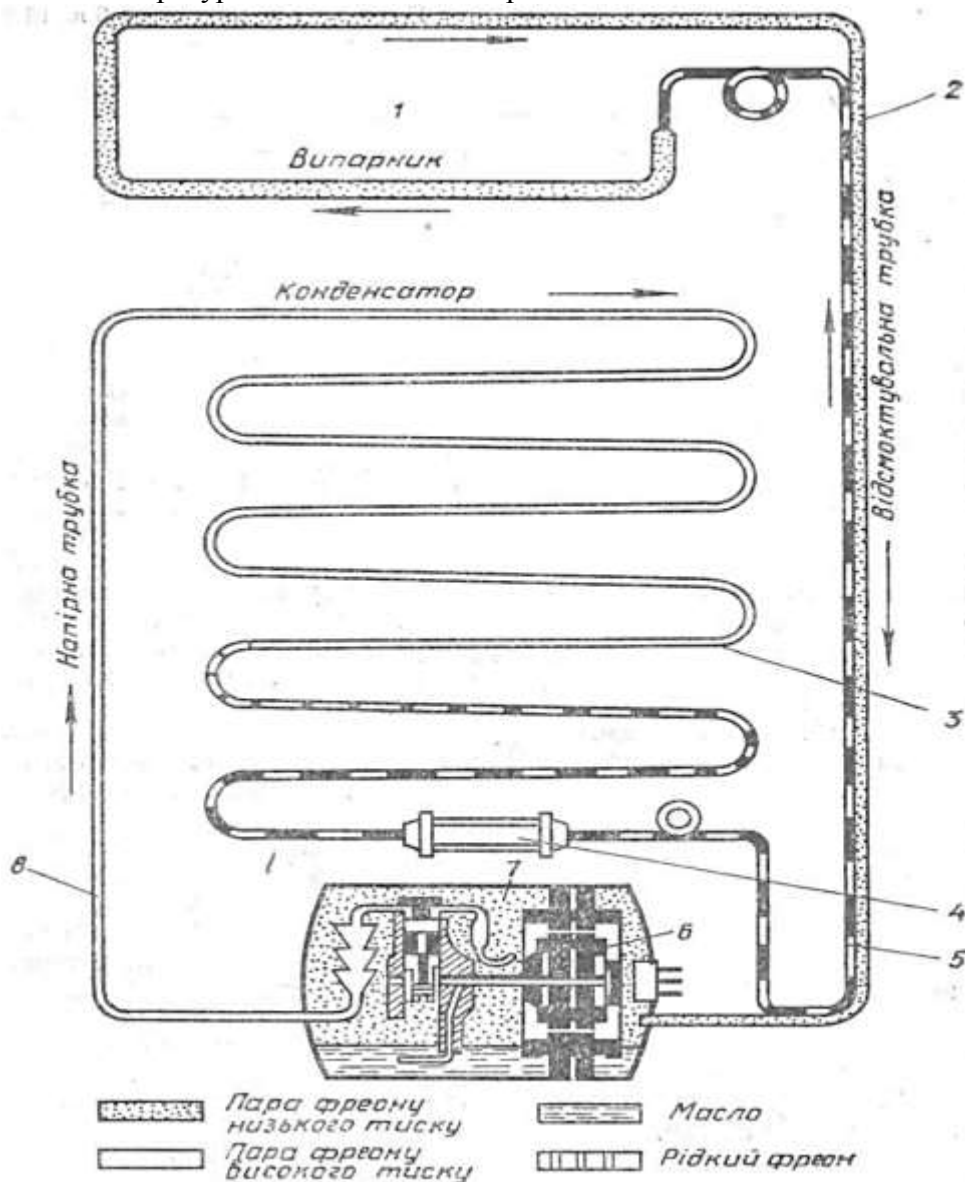


Рис.1.6.5. Холодильний апарат компресійного холодильника:

1 – випарник; 2 – трубка; 3 – конденсатор; 4 –
фільтр осушник; 5 – капілярна трубка; 6 –
електродвигун; 7 – компресор.

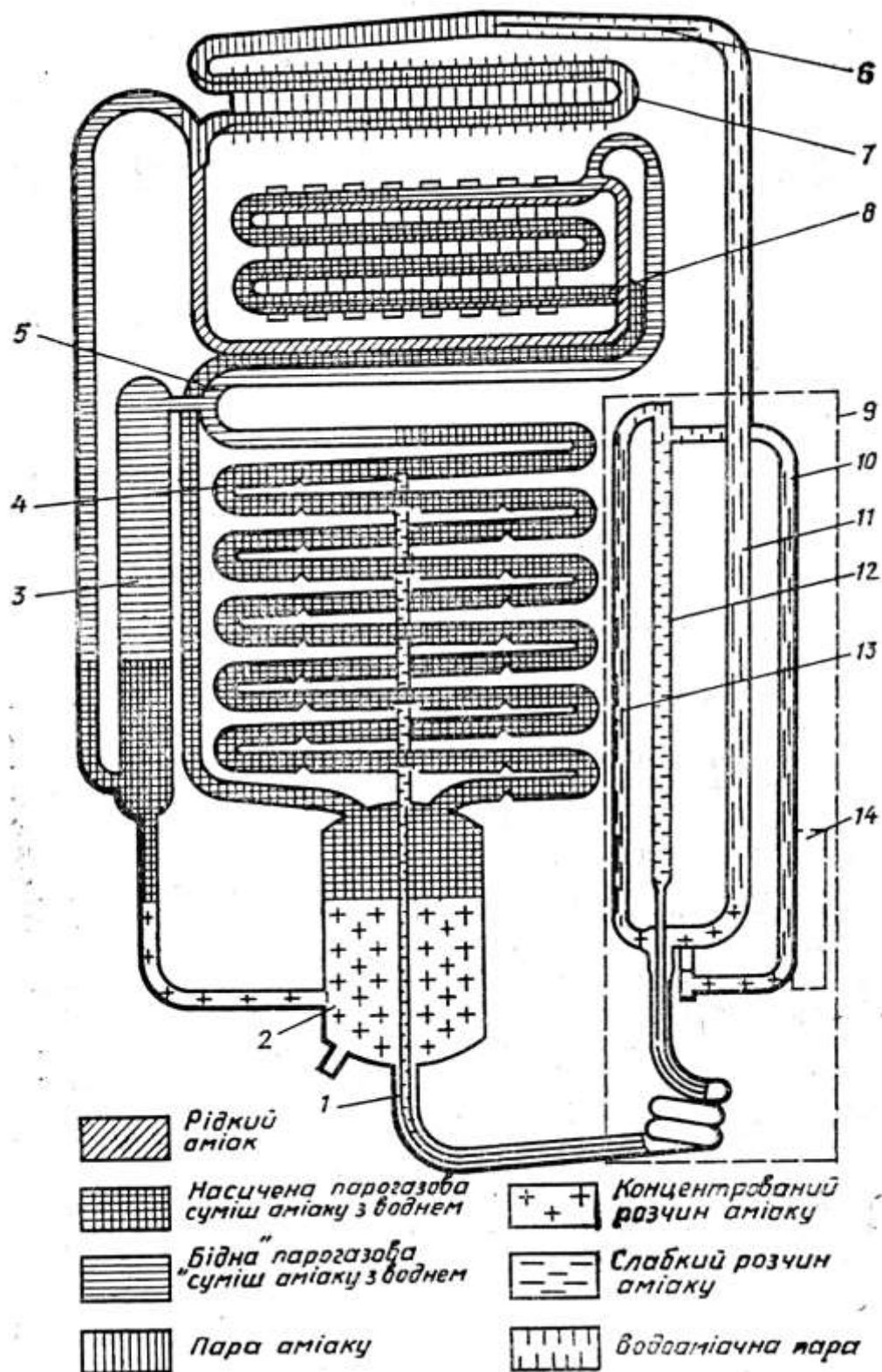


Рис. 1.6.6 Холодильний агрегат абсорбційного холодильника

1 – теплообмінник; 2 – збірник розчину; 3 – акумулятор водню; 4 – абсорбер; 5 – регенеративний теплообмінник; 6 – дефлегматор; 7 – конденсатор; 8 – випарник; 9 – генератор; 10 – термосифон; 11 – регенератор; 12, 13 – трубки; 14 – нагрівник.

Тема 6. Електротермічне обладнання ремонтних підприємств

Питання для самостійного вивчення:

1. Електричні печі, призначення, будова, схеми керування..
2. Електродні солені, масляні, лужні ванни.

Після вивчення теми студент повинен знати:

- Будову, принцип дії електропечі
- Для чого використовують соляні і масляні ванни, а також електронагрівні установки

Питання для самоконтролю знань:

1. Що відноситься до основного електротермічного обладнання ремонтного виробництва і в яких процесах його застосовують?
2. Як влаштована електрична піч опору?
3. Поясніть роботу принципіальної електричної схеми камерної печі опору.
4. З якою ціллю використовуються соляні і масляні ванни?
5. З якою ціллю використовуються індукційні електронагрівні установки?
6. Яким чином можна полегшити пуск автотракторних двигунів взимку?

6.1. Електричні печі, призначення, будова, схеми керування

В ремонтних майстернях застосовують електричні печі для нагрівання і термічної обробки деталей; електричні соляні, масляні та лужні ванни; установки індукційного нагрівання промислової, середньої та високої частоти.

При нагріванні деталей для загартування, відпалу, штампування, пресування, кування, пайки твердими припоями тощо в ремонтних майстернях використовують електричні печі низькотемпературного (до +700 °С), середньо-температурного (до + 1200 °С) і високотемпературного (до + 1300 °С) нагрівання. Печі мають камеру, викладену з вогнетривкої цегли, теплову ізоляцію, електронагрівальні елементи з ніхрому круглого або прямокутного перерізу, металевий кожух (рис. 1.7.1) і шафу керування. Задана температура в камері підтримується автоматично за допомогою двопозиційного регулятора температури. Печі вмикають в електромережу безпосередньо або через автотрансформатори.

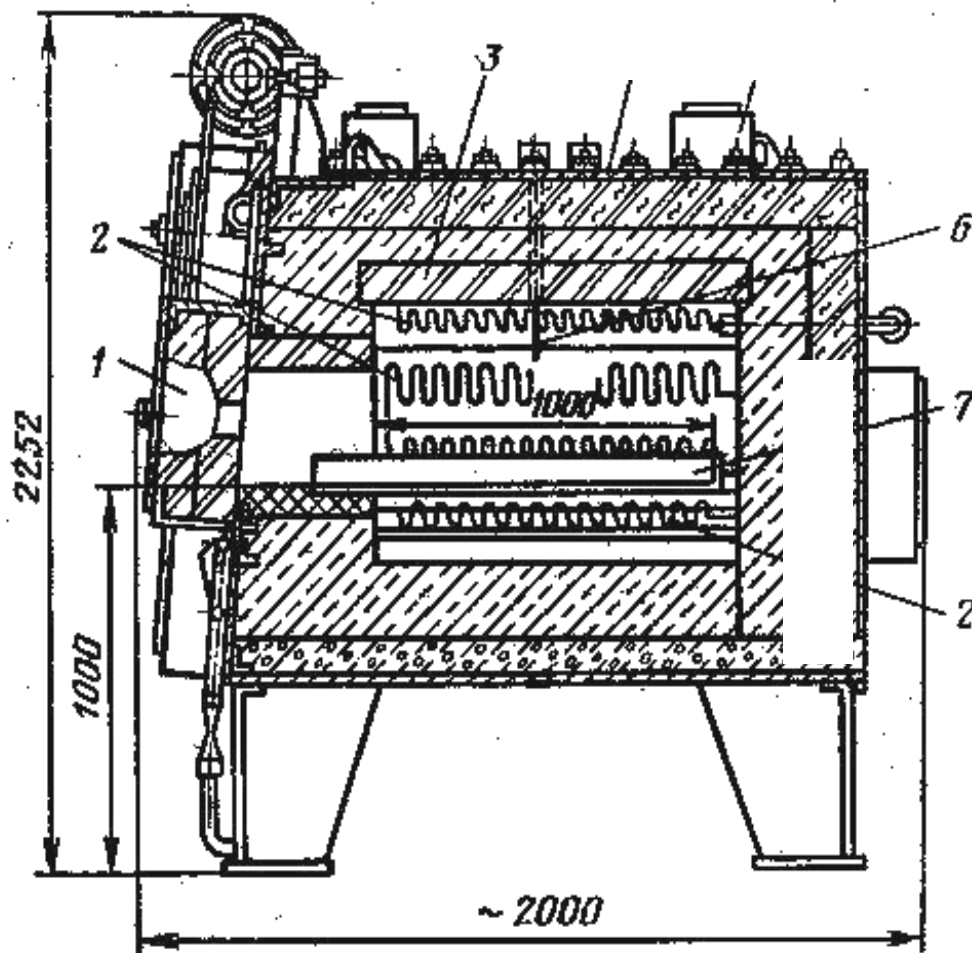


Рис. 1.7.1. Камерна електроніч типу СНО:

1 – дверці; 2 – нагрівники; 3 – футеровка; 4 – кожух; 5 – коробка виводів; 6 – термопара; 7 – подова плита.

Камерні печі випускаються потужністю від 12 до 125 кВт, максимальна температура в робочій камері 1000 °С.

Для керування печами випускають щити керування типу ИЗР (вимірювання, записування і регулювання температури) або більш прості (для малопотужних печей) типу ИР (рис. 1.7.2).

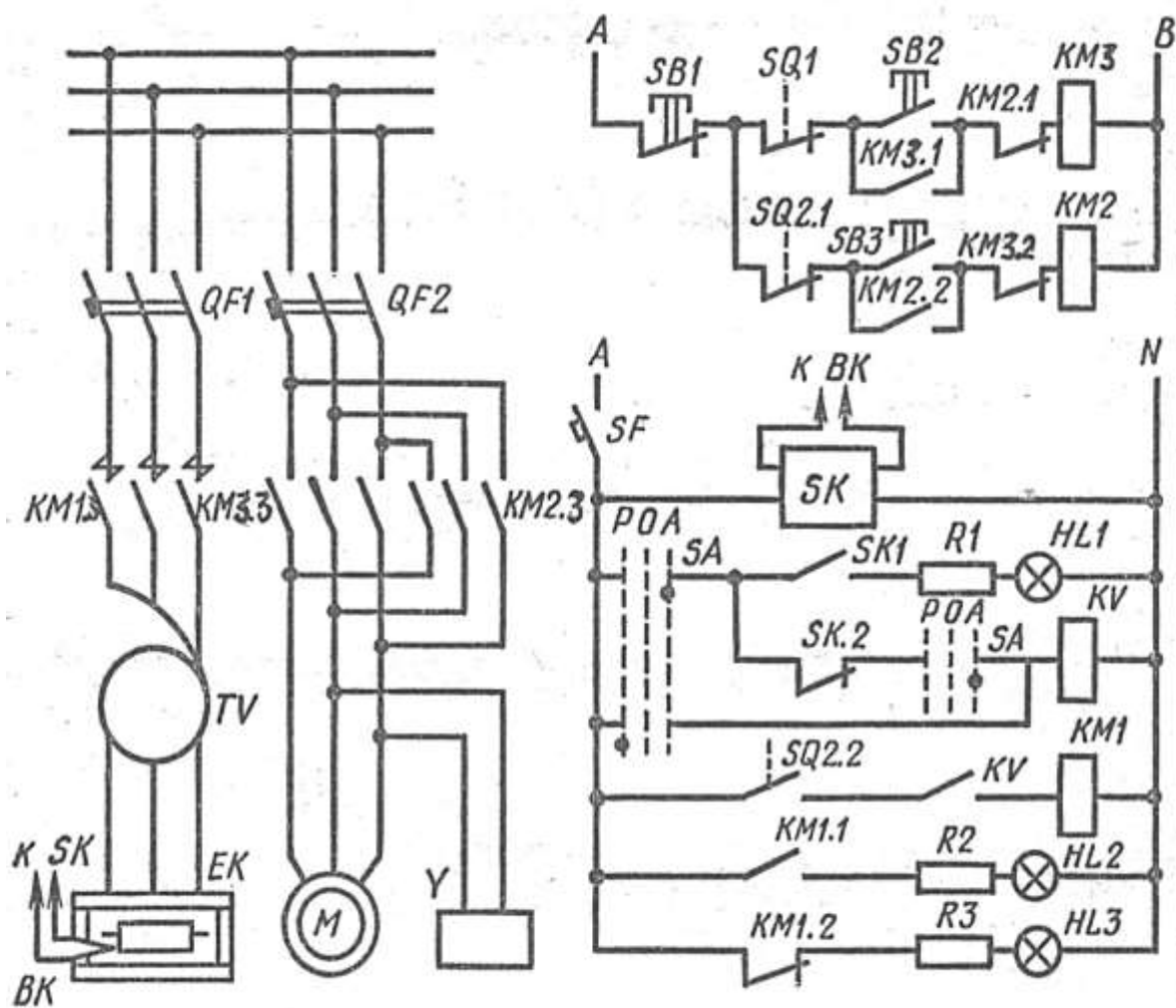


Рис.1.7.2. Принципова електрична схема керування камерною піччю

Нагрівники печі ЕК живляться через автотрансформатор TV, який вмикається в мережу контактором КМ1. Дверці печі піднімаються й опускаються електродвигуном М, яким керує реверсивний пускач КМ2. В верхньому і нижньому положеннях електродвигун вмикається кінцевими вимикачами SQ1 і SQ2. У відключеному стані електродвигун гальмується електромагнітом Y. Нагрівники можуть вмикатись і вимикатись вручну (перемикач SA в положенні Р) або автоматично (положення А) за допомогою терморегулятора SK.

Датчиком температури терморегулятора служить термопара ВК, що встановлена у верхній зоні робочої камери. Завдяки високій тепловій інерції регулювання температури здійснюється тільки одним контактом SK2. Контакт SK1 замикається при перевищенні температури в печі вище максимального значення. При цьому загоряється сигнальна лампа HL1, звертаючи увагу персоналу на ненормальний режим. Автоматичне вмикання нагрівників можливе тільки при закритих дверцях, коли замикається блокуючий контакт кінцевого вимикача SQ2.2. Лампи HL2 (червона) і HL3 (зелена) сигналізують про ввімкнений і вимкнений стан нагрівників.

6.2. Електродні солені, масляні, лужні ванни

Електричні соляні ванни застосовують для хіміко-термічної обробки виробів (цементация, ціанування тощо). Тепло в ванні виділяється при проходженні струму через розплав солей між електродами. Робоча температура досягає 850 °С. Вмикають соляні ванни через знижувальні трансформатори.

Електричні масляні і лужні ванни застосовують для відпуску деталей та інструменту після загартування. Робоча температура становить 200...250°С. Електронагрівальні елементи - холодоагенти ТЕНи.

Для миття деталей перед ремонтом і при технічному обслуговуванні використовують мийні машини з електронагріванням мийної рідини. Електронагрівання рідини здійснюється ТЕНами, які вбудовують безпосередньо в ванни.

Для поверхневого загартування деталей і інструменту, плавлення металів, підігрівання деталей застосовують також індукційні установки низької (50 Гц), середньої (150...10000 Гц) та високої частоти (від 60 кГц до

100 МГц).

Глибина проникання струму в метал залежить від частоти струму і з її ростом зменшується. Тому індукційні установки високої частоти дають змогу загартувати поверхню деталі, залишивши в'язкою її серцевину.

Для живлення індукційних установок середньої і високої частоти використовують спеціальні високочастотні генератори типу ВЧГ з коливною потужністю 4, 6, 25, 60 і 100 кВт.

Для місцевого ремонту гумових камер, покришок та інших гумових виробів у майстернях використовують електровулканізатори. Електровулканізатор має електронагрівник, який нагріває затиснуту в спеціальному пристрої пошкоджену ділянку камери до температури 130...150°С. Температура автоматично підтримується за допомогою температурного регулятора. Необхідна видержка часу створюється за допомогою реле часу.

Взимку для полегшення пуску двигунів тракторів і автомобілів за допомогою електронагрівників підігрівають картерне масло. Для цього в піддон картера двигуна вміщують трубчастий електронагрівальний елемент. Потужність його залежить від типу двигуна і температури зовнішнього повітря. Температура масла контролюється за допомогою температурного реле. Для підігрівання двигунів взимку використовують також електрокалорифери з розподільними повітропроводами.

Для сушіння лакофарбових покриттів при проведенні ремонтів сільськогосподарської техніки і електродвигунів використовують інфрачервоне нагрівання. Інфрачервоні лампи вмонтовують в стінки сушильної камери на

відстані 0,2...0,5 м від пофарбованої поверхні виробу і на такій же відстані одну від одної, щоб забезпечити рівномірне опромінення пофарбованої поверхні.

Тема 7. Побутові електронагрівні установки.

Питання для самостійного вивчення:

1. Побутові електронагрівальні установки.
2. Електричні плити і інші прилади для приготування їжі
3. Прилади мікроклімату
4. Профілактика електротравматизму в побуті

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- найпоширеніші електронагрівні установки які використовуються в побуті.
- які основні заходи забезпечують безпечне використання побутових електронагрівних приладів?

Питання для самоконтролю знань:

1. Які електронагрівні установки найпоширеніші в побуті?
2. Які ви знаєте різновидності електричних утюгів?
3. Поясніть роботу електричної схеми утюга з терморегулятором.
4. Які побутові електронагрівні установки застосовуються для опалення, їх будова?
5. Які побутові електронагрівні установки і прилади застосовуються для підігрівання води?
6. Поясніть роботу електричної схеми водонагрівника УНС.
7. Назвіть основні функції, що виконує кондиціонер і поясніть його будову.
8. Назвіть основні переваги зверхчастотних побутових електроплит.
9. Внаслідок яких причин виникають пожежі при використанні побутових електронагрівних установок?
10. Які основні заходи забезпечують безпечне використання побутових електронагрівних приладів?

7.1. Побутові електронагрівальні установки

В побуті сільського населення найбільш поширені такі електронагрівальні установки і прилади: утюги, паяльники, електричні плити, електричні чайники, електросамовари, кип'ятильники, електроводонагрівники, електричні радіатори, електричні каміни, холодильники, тощо.

Нагрівальні елементи цих установок і приладів виготовляють з високоомних сплавів (ніхром, фехраль). Електричною ізоляцією служать периклаз, стеатит, слюда та фарфор, а теплоізоляцією - азбест, азбослюда, шамот, шлаковата тощо.

Найбільш поширеними побутовими електронагрівальними приладами є утюги. Вони діляться на дві групи: нормального виконання масою не більше 3 кг та малогабаритні масою до 0,8 кг. Випускають утюги з терморегуляторами, терморегуляторами та зволожувачами і без терморегуляторів. Температура робочої частини (підшови) утюга регулюється залежно від тканини, яку потрібно гладити, в межах 80... 240 °С.

На рис. 1.8.1 зображено принципіальну електричну схему утюга. Нагрівальний елемент ЕК може

виготовляється у вигляді пластини з міданіту з намотаним на неї ніхромовим чи фехралевим дротом (стрічкою), трубчастого нагрівника або спіралі з ніхрому чи фехралю з надітими на неї фарфоровими бусами тощо.

При вмиканні утюга в електричну мережу загоряється низьковольтна сигнальна лампа HL, ввімкнена паралельно до невеликого баластного опору. Лампа вимикається, коли температура підосви утюга досягне заданого значення.

Для опалення приміщень застосовують електричні радіатори, електричні каміни та інші нагрівальні електричні прилади.

Електричні радіатори складаються із трубчастого електронагрівника, вміщеного в корпус радіатора, залитого трансформаторним маслом. Нагріте трансформаторне масло циркулює в середині корпусу і повільно віддає теплоту навколишньому середовищу.

Електричні каміни мають вигляд металевго ящика, в який вмонтовані нагрівальні спіралі, намотані на керамічні стержні.

Електричні плити мають чавунні конфорки з електронагрівниками потужністю 500, 800 і 1000 Вт і духову шафу. Триконфоркові електроплити з духовою шафою мають потужність 1,3...5,6 кВт. Потужність конфорок регулюється перемикачами вручну, а у шафі — автоматично біметалевими терморегуляторами.

Для нагрівання води застосовують кип'ятильники з нагрівальними елементами типу ТТН та електроводонагрівники серії УНС. На рис.1.8.2 зображено будову (а) та принципіальну електричну схему (б) електричного водонагрівника УНС-40.

Водонагрівник має резервуар місткістю 40 л і трубчастий нагрівальний елемент потужністю 1,25 кВт. До водопровідної мережі водонагрівник приєднується через штуцер 5. Температура води підтримується автоматично в

межах 85 ± 5 °С. Бак водонагрівника виготовлений із нержавіючої сталі і зверху вкритий теплоізоляцією. Відводиться гаряча вода через штуцер 3 під тиском холодної води.

Вмикають водонагрівник в електричну мережу автоматичним вимикачем QF. Якщо температура води нижча + 85 °С, то контакт SK ртутного термометра розімкнений. При цьому котушка реле К не буде закороченою, реле К спрацює і ввімкне нагрівальні елементи. Коли вода нагріється до температури + 85

°С, то контакт SK замкнеться і закоротить котушку реле К, що призведе до вимикання нагрівального елемента.

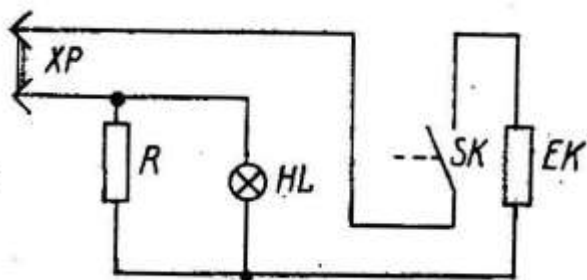


Рис.1.8.1. Принципова
електрична схема утюга

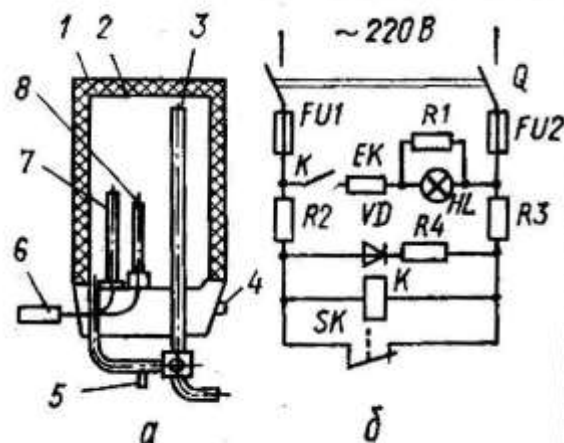


Рис. 1.8.2. Електричний водонагрівник
УНС-40: а - будова; б –електрична схема: 1 –
теплоізоляція; 2 – корпус; 3 - штуцер
відведення води; 4 – сигнальна лампа; 5 -
штуцер підведення води; 6 – термо-
регулятор; 7 – ТЕН; 8 – ртутний контактний
термометр.

Електронагрівальні побутові прилади встановлюють на вогнестійкі підставки. Поблизу не повинно бути матеріалів, які легко займаються при нагріванні.

Електричні кип'ятильники вмикають в електромережу лише тоді, коли вони занурені у воду.

7.2. Електричні плити і інші прилади для приготування їжі

Електроплити можуть бути стаціонарними і переносними на потужності 3,2...8 кВт з 2...4 конфорками, жарочними шафами, шафами для сушіння кухонного посуду. Конструкція електроплит по компонованню аналогічна традиційній конструкції газових плит. Конфорки являють собою круглі (діаметр-ром 145...180 мм) закриті пресовані або литі нагрівні елементи (із спіралями або ТЕНами), які мають

5...7 ступенів регулювання потужності. Регулювання здійснюють перемикачами, встановленими на передній стінці плитки. Жарочні шафи (духовки) обладнані ТЕНами. Промисловість випускає електроплити ЭБЧШ-6-4-7/220 «Электра 1002», ЭБЧШ-6-4-7/220 «Электралюкс», ЭБЧШ-6-4-8/220 «Электра 1001», ЭБЧШ-5-3-5,8/200 «Томь» розмірами 0,85×0,6×0,6 м кожна з діапазоном регулювання температури в жарочній шафі від 50 до 300 °С. Друга після букв цифра в марці позначає кількість конфорок, третя цифра – номінальну потужність, кВт.

Все більше розповсюдження отримують зверхчастотні побутові електроплити. Це плити прямої дії, в них харчові продукти нагріваються електромагнітними хвилями частотою 2300...2500 МГц. В таких плитах тривалість приготування блюд скорочується в десятки разів при значному підвищенні їх якості, робота їх повністю автоматизована.

7.3. Прилади мікроклімату

Оптимальні параметри мікроклімату в житлових і адміністративних приміщеннях досягаються головним чином за допомогою нагрівних приладів і побутових кондиціонерів. Нагрівні прилади, призначені для додаткового

обігріву приміщень, - це електричні каміни, конвектори, радіатори і ін.

Каміни (КЗБ-1,25/2-2 – “Тулуке”, КОБ-1,0/2-2 і ін.) – це електроприлади з передачею теплоти випромінюванням. Вони мають нагрівні елементи потужністю 800...1250 Вт у вигляді відкритих або закритих (в кварцових трубках) спіралей з відбивачами і декоративним оздобленням.

Конвектори (“Поток 3Н”, “Салют-3” і ін.) – швидкодіючі опалювальні електроприлади, призначені для нагрівання повітря природною конвекцією від відкритих спіральних нагрівників або ТЕНів. Потужність їх знаходиться в межах 800...2500 Вт.

Електрорадіатори (типу “Термо”) – опалювальні прилади з теплопередачею конвекцією і випромінюванням від поверхні металевого корпусу, заповненого маслом. Всередині корпусу відбувається природна конвекція рідкого теплоносія при нагріванні від трубчастого нагрівника. Потужність радіаторів складає 500...1250 Вт.

Побутові кондиціонери (БК-1500, БК-2000 БК-2500, БК-3000, “Нева” і ін. призначені для підтримання заданої температури і вологості повітря в житлових приміщеннях, очищення поступаючого повітря від пилу. Кондиціонер складається із холодильного агрегату, вентиляторів, осушника, випарника вологи, фільтрів для очищення повітря від пилу, пристроїв регулювання режимів, змонтованих в одному корпусі. Потужність кондиціонерів знаходиться в межах 0,4...2,0 кВт.

7.4. Профілактика електротравматизму в побуті

При недотриманні вимог техніки безпеки і протипожежних заходів побутові електронагрівні прилади можуть бути джерелом пожеж і електротравм. Причинами пожеж найчастіше бувають наступні:

- коротке замикання між проводами або всередині приладу внаслідок пошкодження ізоляції. Пошкодження ізоляції може бути результатом механічної, хімічної, термічної дії або її старіння;
- перевантаження будинкової мережі. Сумарне навантаження на одну розетку не повинне перевищувати 1700 Вт при 220 В. При перевищенні навантаження проводу перегріваються і ізоляція розривається і загоряється;
- поганий контакт в приладі або розетці, що приводить до перегріву місць з'єднань і проводів і запалюванню ізоляції;
- розміщення електронагрівних приладів поблизу легкозапалюваних предметів (штор, паперу, дерев'яних конструкцій т. ін.);
- залишення ввімкнених електронагрівних приладів без нагляду;
- ввімкнення електроводонагрівників, чайників, кавоварок без води.

Основні заходи попередження електротравматизму

1. Категорично забороняється використання приладів не заводського виготовлення і несправних приладів заводського виконання.
2. Всі струмоведучі частини використовуваних побутових електронагрівних приладів, до яких можливе доторкування, повинні бути покриті електричною ізоляцією.
3. Однофазні прилади, у яких може трапитись вихід потенціалу на корпус, необхідно приєднувати до мережі трьохжильним проводом, два із яких (фаза і нуль) забезпечують роботу приладу, а третій служить для занулення.
4. Забороняється доторкуватись, вмикати і вимикати побутові електроприлади вологими руками.
5. Категорично забороняється доторкування руками одночасно до електронагрівних приладів і радіаторів та труб опалення і водопроводу, та до інших заземлених предметів житлового приміщення.

Тема 8. Загальні відомості про електротехнологію і перспективи розвитку

Питання для самостійного вивчення:

1. Електрофізичні фактори в природі, їх вплив на рослинний і тваринний світ.

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- область застосування електроіонної технології

Питання для самоконтролю знань:

1. Що ви розумієте під терміном “Електротехнологія” ?
2. Які дії може спричиняти електричний струм на об’єкт обробки?
3. Поясніть фізико-хімічну суть електролізу, електрокоагуляції, електроосмосу.

8.1 Електрофізичні фактори в природі, їх вплив на рослинний і тваринний світ.

Можливість біологічної дії витікає із того, що в комплекс факторів, під впливом яких зароджувалось і формувалось життя на Землі, входить і власне електричне поле Землі. В результаті тривалої еволюції живі організми набули

сприйнятливості до електричного впливу зовнішнього середовища. Це проявляється в тому, що всяка жива клітина має власний електричний потенціал, що змінюється в залежності від зовнішнього впливу.

Електронно-іонна технологія охоплює технологічні і біологічні процеси в яких електричну енергію в вигляді електричного струму, електромагнітних полів і інших форм електрики використовують для безпосереднього впливу на предмети праці без попереднього (як правило) перетворення її в інші види.

Різні види впливу електрофізичних факторів на живі організми, рослини і матеріали з відповідними дозами і режимами з ціллю направленої стимулювання або подавлення життєдіяльності мікроорганізмів і клітин а також вдосконалення технології сільськогосподарського виробництва ще знаходяться в стадії розробок і досліджень. Але вже сьогодні можна з впевненістю сказати, що застосування електротехнології в сільському господарстві являється перспективним.

Електричний струм на об'єкт обробки може спричиняти такі дії: теплову, фізико- хімічну, біологічну.

Технологічне застосування фізико-хімічної дії струму базуються в основному на слідуючих процесах і методах, вивчаємих фізичною хімією:

електролізі, електрокоагуляції, електроосмосі, електродіалізі.

Електроліз – це сукупність окислювально-відновлювальних процесів, які відбуваються на електродах, занурених в електроліт, при проходженні через нього постійного електричного струму. Основні галузі застосування електролізу – отримання різних речовин і нанесення покриття.

Електрокоагуляція – метод очищення водяної суміші від найдрібніших частинок домішок шляхом введення в неї коагулянтів (хімічних речовин, забезпечуючих перевід частинок в осад).

Електроосмос – це рух рідини через капіляр або пористу діафрагму при накладанні зовнішнього електричного поля.

Електротехнології ґрунтуються на інформаційно-енергетичній дії електрофізичних факторів на біологічні об'єкти. Це означає, що біологічна дія і роль електромагнітних полів в зміні фізіологічного стану біологічного об'єкту слід розглядати не тільки з позиції енергетичних ефектів, але й з точки зору інформаційної взаємодії. Під інформаційною слід розуміти таку взаємодію електромагнітних полів з живою системою, при якій факторами, визначаючими відповідну реакцію, являються не енергетичні характеристики діючого поля, а його просторово часова структура. При цьому електромагнітне випромінювання може служити як в якості первинного сигналу, запускаючого внутрішні регуляторні механізми біосистеми, так і в якості безпосереднього регулятора процесів, протікаючих в організмі.

Проведені дослідження підтвердили справедливості резонансно - польової гіпотези біологічної дії екзогенних електромагнітних полів, згідно якій фізичні фактори полів інформаційно взаємодіють з біологічними електромагнітними полями, а специфічна реакція живого об'єкту на зовнішні фізичні дії пояснюється законами інтерференції взаємодіючих полів. Встановлено, що насіння рослин має амплітудну поляризаційну вибірковість до дії екзогенного електромагнітного поля.

На основі експериментальних досліджень впливу фізичних факторів електромагнітних полів на відгук біологічних об'єктів виявлені основні біотропні параметри: спектр електромагнітного коливання (що визначається вибраним діапазоном частот, видом і параметрами модуляції, тривалістю дії), поляризаційно просторова структура поля (враховуюча векторний характер поля і виражена в його поляризаційних характеристиках), інтенсивність поля.

Величина і поєднання біотропних факторів, в кінцевому результаті визначають характер (стимуляція і пригнічення) і величину відгуку біологічного

об'єкту на дію екзогенного електромагнітного поля.

Дуже ефективною є передпосівна обробка ґрунту, яка заключається в слідуючому. Після підготовки до посіву поверхневий шар ґрунту обробляється електромагнітним полем надвисокої частоти із заданою структурою, яке несе інформацію про запуск механізмів росту насіння бур'янів. Ґрунт обробляється

за допомогою випромінювача над високої частоти (ЗВЧ) енергії, що переміщується над його поверхнею. Ця обробка виводить насіння бур'янів із стану спокою, забезпечуючи дружнє і швидке проростання. Послідуюча перед посівом механічна обробка ґрунту знищує бур'яни. Обробка ґрунту електромагнітним полем надвисокої частоти призводить також до зростання мікробіологічної активності і вивільненню живильних речовин із мінеральних і органічних резервів ґрунту.

Слідуюча технологія по своєму характеру дії майже не відрізняється від вище приведеної. Тільки об'єктом в цьому випадку є насіння основних культур.

Така стимулююча дія, здійснювана в стаціонарних установках ЗВЧ підвищує енергію проростання і схожість насіння, а також конкурентноздатність рослин, біологічну масу і урожай культури. Покращується біологічний склад врожаю (збільшується вміст білка, крохмалю, каротину, цукру т. ін.), зменшується вміст

в овочах нітратів, тяжких металів і радіонуклідів.

Для кращого збереження плодоовочевої продукції обробка електромагнітним полем ЗВЧ проводиться в режимі, сприяючому угнітання життєдіяльності (продовження стану спокою) продукції, покращуючому її збереженість не погіршуючи якість.

Тема 9. Електронно-іонна технологія

Питання для самостійного вивчення:

1. Осадження аерозолів в електричному полі
2. Джерела живлення установок електронно-іонної технології

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- де застосовується, та як здійснюється аероіонізація повітря ?
- з якою метою в електро-іонній технології використовуються джерела живлення установок ?

Питання для самоконтролю знань:

1. Поясніть принцип дії однонапівперіодного випрямляча з множенням напруги.
2. Як здійснюється аероіонізація повітря і де вона застосовується?
3. В яких сільськогосподарських технологічних процесах застосовують електро- аерозолі?
4. Яким чином надають електричний заряд аерозолям?
5. Назвіть основні заходи по забезпеченню безпечної експлуатації установок електронно-іонної технології.

9.1 Осадження аерозолей в електричному полі

Аерозольну технологію застосовують в сільськогосподарському виробництві при хімічному захисті рослин, протравлюванні насіння, розпиленні лікарських препаратів, очищенні повітря і дезінфекції в тваринницьких і птахівницьких приміщеннях. Використання для цих цілей електрично заряджених аерозолей дозволяє суттєво підвищити ефективність процесів за рахунок збільшення кількості аерозолей, що осідають на технологічних об'єктах або в пристроях для очищення повітря.

При використанні заряджених аерозолей зменшується знесення ядохімікатів вітром, покращується рівномірність обробки за рахунок осідання аерозолей на верхні і нижні сторони листків. Це досягається в результаті руху аерозолей до поверхні листків по силових лініях електричного поля. Вони створюються об'ємним зарядом уніполярно зарядженого аерозоля і наведенням на поверхні осідання зарядами

протилежного знаку або спеціальною електродною системою, а також за рахунок сили дзеркального відображення на заряджену частинку в момент її наближення до поверхні осідання. Ця сила сприяє прилипанню ядохімікатів до поверхні і усуває їх втрати із-за сковзування і зносу частинки в момент осідання, а також стряхування і знесення вітром.

При електричному зарядженні аерозольних частинок технологічних матеріалів їх витрати можна знизити в 2...4 рази в порівнянні з традиційною аерозольною технологією.

9.2 Джерела живлення установок електронно-іонної технології

Для живлення установок електронно-іонної технології необхідні невеликі по потужності джерела постійного струму з високою вихідною напругою – від 10 до 100 кВ. Найбільше поширення отримали випрямлячі з множенням напруги.

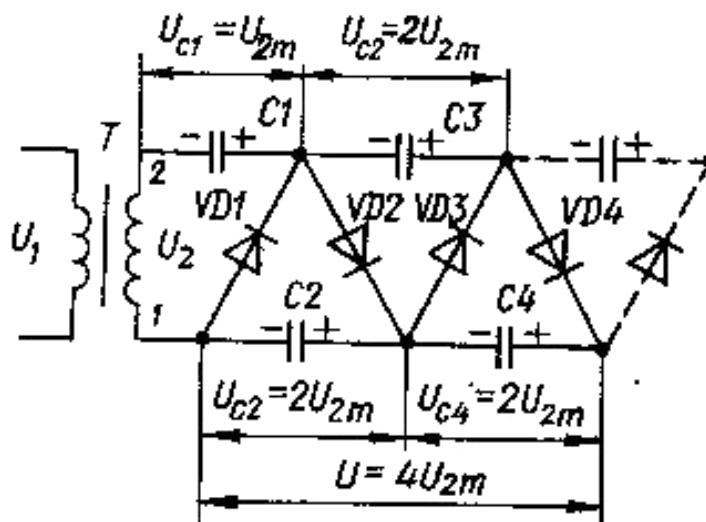


Рис. 2.2.4. Принципіальна схема однонапівперіодного випрямляча з множенням напруги.

Схеми множення напруги бувають одно - і двонапівперіодними. Однонапівперіодну схему множення напруги зображено на рис.2.2.4. Працює вона так. Коли електрорушійна сила вторинної обмотки трансформатора направлена від точки 2 до точки 1, то через діод VD1 заряджається конденсатор C1 до амплітудного значення напруги на вторинній обмотці трансформатора. При зміні напрямку електрорушійної сили заряджається конденсатор C2 по колу 2-C1- VD2-C2-1. Якщо електрорушійна сила знову змінить свій напрямок, то заряджається конденсатор C3, а далі при зміні напрямку електрорушійної сили заряджається конденсатор C4.

Таким чином в режимі холостого ходу можна одержати напругу на виході схеми

$$U_{XX} = 2nU_{2m}, \quad (2.2.3)$$

де n — число каскадів множення; U_{2m} — амплітудне значення напруги на вторинній обмотці підвищувального трансформатора.

При струмі навантаження I спад напруги ΔU в однонапівперіодній схемі

$$\Delta U = \frac{I}{6fC}(4n^3 + 3n^2 + 2n), \quad (2.2.4)$$

де f — частота мережі живлення; C — ємність конденсаторів.

Напруга на виході схеми

$$U = 2n\sqrt{2}U_2 - \Delta U, \quad (2.2.5)$$

де U_2 — діюче значення напруги на вторинній обмотці трансформатора.

При розрахунку схем множення приймають, що номінальна напруга конденсаторів більша або дорівнює $2,85 U_2$. Зворотну напругу напівпровідникових вентилів приймають такої самої величини.

Схеми випрямлячів з множенням напруги установок електронно-іонної технології повинні мати захист від коротких замикань і зникнення високої напруги, прилади для контролю напруги і струму навантаження. Для захисту людей від ураження електричним струмом високовольтні джерела розміщують в захисному корпусі і заземлюють, передбачають блокувальні вимикачі, контролюючі стан огорожувальних пристроїв, закриття люків і дверей. Елементи установок, що знаходяться під високою напругою, повинні мати автоматичний пристрій, замикаючий їх на землю після зняття напруги.

Тема 10. Обробка сільськогосподарських матеріалів електричним струмом

Питання для самостійного вивчення:

1. Електрична обробка насіння
2. Обробка вологих кормових матеріалів
3. Мікрохвильові технології в агропромисловому комплексі
4. Електричне розсолення та знезараження ґрунту.
5. Електроплазмоліз рослинної сировини

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- основні заходи по забезпеченню безпечної експлуатації установок електронно- іонної технології
- з якою метою використовуються електросепаратори зерна ?
- основні заходи по забезпеченню безпечної експлуатації установок електронно- іонної технології. Питання для самоконтролю знань:
 1. З якою ціллю проводять передпосівну обробку насіння?
 2. Назвіть електротехнологічні методи передпосівної обробки насіння?
 3. Яким чином насіння обробляється струмом промислової частоти?
 4. В яких процесах і для обробки яких матеріалів застосовується електричний струм?
 5. Що ви знаєте про мікрохвильові технології, що застосовуються в агропромисловому комплексі?
 6. З якою ціллю і як проводять обробку вологих кормових матеріалів?
 7. Як проводять знезараження ґрунту і гною?
 8. Як проводять електророзсолення ґрунту?
 9. З якою ціллю і як проводять електроплазмоліз рослинної сировини?

10.1. Електрична обробка насіння

Передпосівну обробку насіння проводять для активізації в них фізико-хімічних реакцій, що сприяє більш інтенсивному засвоєнню зародішем насіння живильних речовин із ґрунту. При цьому прискорюється проростання насіння, зростає інтенсивність фотосинтезу, а в несприятливих умовах рослини стають більш стійкими і дають підвищені врожаї.

Поряд з агротехнічними методами покращення посівних якостей насіння пропонуються електротехнологічні способи: обробка іонними потоками в полі коронного розряду, ультрафіолетовими і інфрачервоними променями, мікрохвильовими електричними полями. Один із найбільш простих і ефективних методів передпосівної обробки насіння – дія на нього електричного поля промислової частоти.

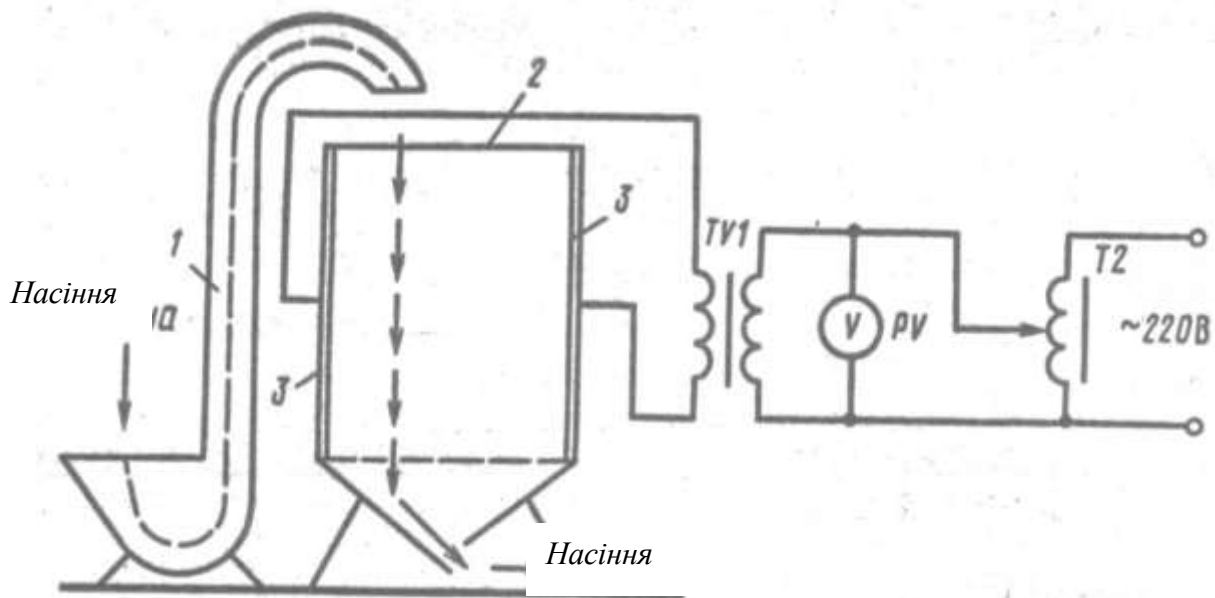


Рис.2.3.1. Схема установки для передпосівної обробки насіння:
1 – завантажувальний пристрій; 2 – робоча камера; 3 – електроди.

Установка для обробки насіння складається із приймального бункера, з якого зерно за допомогою ковшового елеватора подається в робочу камеру 2

(рис. 2.3.1). Зерно в ній рухається під дією сили тяжіння, а його вихід і, відповідно, тривалість обробки регулюють, змінюючи продуктивність вивантажувального пристрою. Робоча камера являє собою систему ізольованих один від одного металевих електродів 3, на які подається живлення від трансформатора TV1, забезпечуючого напруженість електричного поля в робочій камері 1...4 кВ/см.

Установка проста в обслуговуванні, витрати електроенергії не перевищують 0,2 кВт·год/т.

За даними ВІЕСГ при обробці насіння зернових культур в електричному полі промислової частоти напруженістю 2...4 кВ/см і експозицією 10...120 с, урожайність зернових культур підвищується на 10... 20 %.

10.2. Обробка вологих кормових матеріалів

Обробка вологих кормових матеріалів підвищує ефективність їх використання. Електрообробку подрібненої і зволоженої розчином хімікатів (2% хлориду натрію і 4% кальцинованої соди) соломи проводять в електродних камерах струмом низької частоти на протязі 6...8 хвилин при густині струму $(0,1...0,3) \cdot 10^4$ А/м². В результаті обробки вміст кормових одиниць підвищується в 1,5...2 рази, і в стільки ж разів зменшується бактеріцидна забрудненість.

Обробка електричним струмом фуражного зерна підвищує його перетравлюваність і засвоюваність на 10...15%. За допомогою електричного струму можна запарювати картоплю, обробляти харчові відходи, кормо суміші і т. ін.

10.3. Мікрохвильові технології в аграрно-промисловому комплексі

Слід відмітити, що дослідження ефектів, виникаючих при дії електромагнітного поля, сягають 30х – років ХХ століття. Першим і довгі роки єдиним застосуванням мікрохвильової енергії були радіолокаційні станції в системах ПВО. В 50ті – 60 ті роки в США і в інших західних країнах появились мікрохвильові печі для термічної обробки харчових продуктів, що дало поштовх дослідженням по застосуванню мікрохвильової енергії в медицині, сільському господарстві.

Програмою досліджень по проекту 1400 НТЦУ (Українського науково- технологічного центру), розпочатою в 2000 році, передбачено виконати комплекс робіт по вивченню впливу мікрохвильового поля по слідуєчих напрямках:

1. Біостимуляція насіння польових культур мікрохвильовим полем.
2. Вплив мікрохвильового поля на фітопатогени - збудників небезпечних хвороб насіння злакових і соняшника та комах-шкідників хлібних запасів.
3. Вплив мікрохвильового поля на основні біохімічні і технологічні показники якості насіння і урожаю.
4. Вплив мікрохвильового поля на технологічні властивості зерна пшениці.
5. Вивчення механізму впливу мікрохвильового поля на біологічні об'єкти.

На основі багатьох досліджень лабораторних і польових дослідів вищевказаними закладами зроблені слідуєчі висновки:

1. Біостимуляція насіння злакових, зернобобових, олійних, круп'яних культур за допомогою мікрохвильового поля – один із суттєвих факторів підвищення їх урожайності.
2. Кожна культура, сорт, гібрид мають свої сприятливі режими обробки насіння і реакції на дію мікрохвильової енергії. Як показали польові дослідження, найбільш чутливі на мікрохвильову енергію овочеві культури: їх урожай в порівнянні із контролем підвищується до 450 %. Далі йдуть зернобобові (до 51%), круп'яні (до 25%), олійні (до 21%) і злакові культури (від 3,3 до 32% і більше).
3. Позитивний ефект дії мікрохвильового поля на насіння злакових, олійних і інших культур зберігається на протязі 3...5 і більше місяців, що дозволяє проводити передпосівну мікрохвильову обробку насіння задовго до посіву.
4. Мікрохвильове поле суттєво покращує посівні якості насіння практично всіх аграрних культур, що вирощуються в Україні, під його дією схожість насіння, в залежності від вихідної, підвищується на 18 % і більше. При цьому некондиційне насіння переходить в категорію кондиційного, що має важливе практичне значення, так як дозволяє зберігати без втрат насіннєві ресурси країни.
5. Мікрохвильове поле згубно діє на фітопатогени-збудники основних захворювань насіння злакових і соняшника, а також на складських комах, що відкриває перспективу безпестицидного обеззаражування насіння і змінює таким чином стратегію зерновиробництва країни.
6. Мікрохвильове поле стимулює процеси біосинтезу в насінні і вирощуваних із нього рослин, що в кінцевому результаті позитивно впливає на кількісні і якісні показники урожаю.

7. Мікрохвильове поле покращує технологічні і хлібопекарські властивості зерна пшениці, що має важливе народногосподарське значення.

8. Проведені комплексні дослідження по вивченню впливу мікрохвильового поля на процеси біостимуляції насіння аграрних культур показали перспективність мікрохвильової технології як екологічно чистої, ефективною і економічною, сприяючої підвищенню урожайності практично всіх аграрних культур і значному поповненню продовольчих ресурсів країни.

Багатофункціональна мікрохвильова фермерська установка КТ-3 може здійснювати такі функції:

- передпосівну обробку насіння практично всіх видів сільськогосподарських культур;
- холодна пастеризація (обробка мікрохвильовим полем) фруктів, овочів, соків, м'ясних продуктів, що дозволяє збільшити строки зберігання без застосування холодильної техніки;
- дезінсекція сільськогосподарської продукції і її обеззаражування;
- сушіння сільськогосподарської продукції;
- обробка фруктів, овочів, картоплі і ін. при закладанні їх на довгострокове зберігання (збереження цибулі – 100%, картоплі 93...95%).

Як показали дослідні випробування, вміст нітратів зменшується в два-три

рази, вміст цукру і каротину збільшується на 10...20% , проростання насіння прискорюється на 10...20% із збільшенням біоенергетики до 40% і дозрівання

рослин на 8...12 днів раніше.

Технічні характеристики мікрохвильової установки КТ-3

Продуктивність..... 1000 кг/год.

Споживана потужність

від мережі 220 В, 50 Гц..... до 5 кВт

10.4. Електричне розсолення і знезараження ґрунту.

Для видалення з верхнього шару ґрунту надлишку шкідливих солей ґрунт промивають водою. Інтенсивність розсолення ґрунту можна підвищити, пропускаючи через нього постійний електричний струм. Для цього на ділянці поля встановлюють систему електродів з металевих труб або стержнів. Відстані між електродами в ряду 10...20 м. Ряди електродів по чергово являються анодами і катодами, до яких підводять постійну напругу 75 В. Аноди занурюють на глибину 1 м, катода – 5 м. При протіканні струму в результаті електролізу солі рондаються і внаслідок електрокінетичних явищ і гравітації витісняються в глибші шари ґрунту. В порівнянні із звичайною технологією електророзсолення в 5 – 6 раз скорочує витрати прісної води і в 6 – 8 раз тривалість обробітку.

Густина струму в ґрунті - 1...10 А/м² , витрата електроенергії - 5 – 20 тис.

кВт · год. на 1 га.

У парниках і теплицях необхідно періодично проводити стерилізацію ґрунту. Ґрунт стерилізують на глибину 0,25 м у теплицях і 0,12...0,15 м - у парниках. Застосовують електродний спосіб електронагрівання ґрунту. Для цього використовують стаціонарні або пересувні установки, які являють собою систему електродів з сталєних пластин, розташованих на відстані 0,2...0,25 м один від одного. Досліди показали, що фітопатогенні гриби в ґрунті гинуть при температурі 55...65 °С.

10.5. Електроплазмоліз рослинної сировини

Відомо, що тривале сушіння трави призводить до значної втрати поживних речовин. Наприклад, при природному сушінні трави на полі втрачається 25...50 % поживних речовин. Ці втрати можна значно знизити завдяки застосуванню плазмолізу - відшаруванню протопласта клітини від її оболонки, яке веде до стиснення протоплазми. При цьому клітина гине, а біологічно зв'язана з нею рідина стає вільною і легко випаровується. Живі ж клітки чинять опір висиханню.

Плазмоліз рослинної сировини можна здійснити механічним, термічним, електричним та іншими способами. Електроплазмоліз рослинної сировини здійснюють в електроплазмолізаторах. Найбільш поширені валкові плазмолізатори. Вони складаються з двох валків, які обертаються назустріч один одному. Електричний струм підводиться до валків через контактні кільця. Напруга електричного поля в зоні обробки рослинної сировини становить 60...75 кВ · м⁻¹.

При застосуванні електроплазмолізу тривалість сушіння трави порівняно з природним сушінням зменшується в 1,5 ...2 рази.

Електроплазмоліз використовують також у харчовій промисловості для збільшення виходу соків при пресуванні ягід, плодів тощо.

Електричний струм використовують при боротьбі з бур'янами, для прорідження культурних рослин, прискорення дозрівання рослин тощо.

Тема 11. Електроімпульсна техніка і технологія

Питання для самостійного вивчення:

1. Електроіскрова обробка металів

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- Область застосування електроіскрової обробки металів

Питання для самоконтролю знань:

1. Що таке електричний імпульс?
2. Назвіть основні параметри електричного імпульсу.
3. В чому полягають особливості електроімпульсної дії на технологічні об'єкти?
4. Які установки сільськогосподарського призначення засновані на застосуванні електричних імпульсів?

11.1. Електроіскрова обробка металів

Електроімпульсна технологія заснована на впливі на предмети праці імпульсів електричного струму. На відміну від традиційних технологій, заснованих на безперервному споживанні електроенергії, електроімпульсна технологія дозволяє підвищити параметри електричних впливів (напруженість поля, густину струму, миттєву потужність) і, як наслідок, суттєво інтенсифікувати процеси, знизити їх енергоємність, здійснити такі процеси, які взагалі неможливо виконати іншими способами (керування поведінкою тварин, виготовлення складних по формі деталей і т. ін).

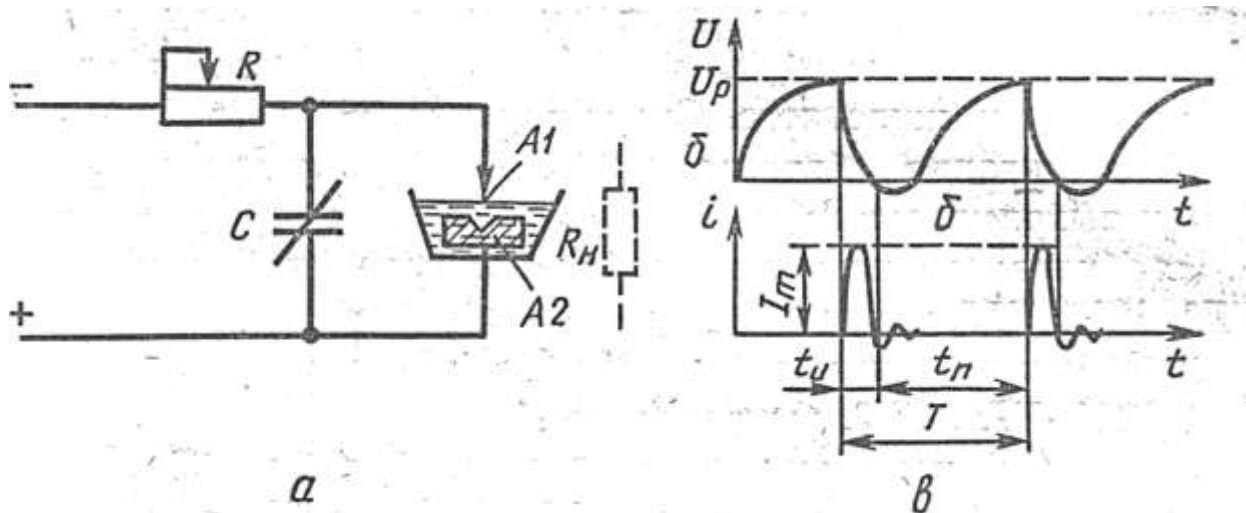


Рис.2.4.1. Схема генератора імпульсів RC (а), криві зміни напруги на конденсаторі (б) і струму в розрядному контурі (в):

R_H – еквівалентний опір навантаження; $A1$ – електрод-інструмент; $A2$ – деталь.

Технічну основу електроімпульсної технології складають генератори імпульсів. Найпростіші із них – це залежні релаксаційні конденсаторні генератори типу RC (рис. 2.4.1). При подачі постійної напруги струм протікає по зарядному контуру і заряджає конденсатор C до напруги початку розряду U_p , яка визначається електричною міцністю між електродного проміжку. При пробиванні конденсатор C розряджається на між електродний проміжок.

Суть цього способу обробки металів полягає в тому, що при електроіскровому розряді між

електродом і оброблюваним металом утворюється плазма високої температури (до 10^4 К). Обробляють метали в посудині з рідким діелектриком. Тривалість імпульсів розряду $10^{-5} \dots 10^{-7}$ с, тому теплота виділяється лише на поверхні. Поверхня металу нагрівається. Маленькі краплинки металу вилітають за межі електродів і охолоджуються робочою рідиною.

Електроерозійна обробка дає можливість створювати в металі отвори складної форми діаметром менше 0,3 мм, виготовляти інструменти з будь-якими механічними властивостями тощо.

Тема 12. Ультразвукова техніка і технологія

Питання для самостійного вивчення:

1. Ультразвукові дефектоскопи і прилади

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- Принцип дії найпростішого дефектоскопа
- Основні параметри електричного імпульсу

Питання для самоконтролю знань:

1. Що таке електричний імпульс?
2. Назвіть основні параметри електричного імпульсу.
3. В чому полягають особливості електроімпульсної дії на технологічні об'єкти?
4. Які установки сільськогосподарського призначення засновані на застосуванні електричних імпульсів?

12.1. Ультразвукові дефектоскопи і прилади

В ультразвукових дефектоскопах і приладах використовують в основному такі властивості ультразвуку: властивість при певних частотах поширюватися в твердих речовинах на велику глибину без помітного послаблення і властивість відбиватися і переломлюватися на межі розділення двох речовин, різна швидкість поширення і ступінь поглинання в різних середовищах і речовинах.

Принцип дії найпростішого дефектоскопа можна пояснити на наступному прикладі. Якщо до досліджуваного предмету з однієї сторони підвести ультразвукові коливання, а з протилежної сторони ці коливання будуть прийматися приймачем, наприклад, в вигляді п'єзoeлектричної пластини, яка коливаючись, створює електричні потенціали, підсилювані за допомогою підсилювача, то покази приладів і характер зміни вихідних електричних величин будуть характеризувати внутрішній стан речовини матеріалу.

Якщо всередині досліджуваного об'єкту є дефект, то частина ультразвукових хвиль відбивається від межі дефекту і не попадає на приймальну п'єзoeлектричну пластинку, створюючи звукову тінь за дефектом і викликаючи відповідні зміни в показах електричних приладів, запису осцилографа або зображення на екрані дисплея.

За допомогою ультразвуку можна в різних деталях визначати дефекти, їх розміри, глибину залягання і склад окремих компонентів речовини. Ультразвуковими дефектоскопами контролюють якість зварювання, цілісність болтів т. ін.

Існують ультразвукові прилади, які дозволяють вимірювати відстань, виявити перешкоду, визначити товщину сального шару у свиней, вимірювати концентрацію багатьох газів, ступінь запиленості повітря і т. ін.

В сільськогосподарському виробництві ультразвук високої інтенсивності застосовується в процесах очищення і миття деталей і вузлів в ремонтному виробництві миття доїльної апаратури, молочної посуду, пастеризації і гомогенізації молока, стерилізації парникового ґрунту, передпосівної обробки насіння.

Тема 13. Магнітна обробка матеріалів

Питання для самостійного вивчення:

1. Використання магнітного поля для очищення насіння.

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- Магнітне очищення насіння, кормів та води

Питання для самоконтролю знань:

1. Поясніть принцип дії магнітних сепараторів.
2. В яких технологічних процесах використовують магнітні поля.
3. З якою ціллю і яким чином воду обробляють магнітним полем

13.1. Використання магнітного поля для очищення насіння.

Вплив магнітного поля на живі організми вивчено ще недостатньо. Однак вже тепер у сільському господарстві магнітне поле застосовують для очищення насіння проса та багаторічних трав від насіння бур'янів, для видалення залізних предметів з кормів та з шлунка великої рогатої худоби, для магнітної обробки води тощо.

В перелічених вище процесах використовують електромагніти і постійні магніти. Постійні магніти прості за конструкцією, дешеві, для них не потрібно джерел живлення. Однак їх магнітне поле з часом зменшується, а регулювання магнітної індукції пов'язане з великими труднощами. Цих недоліків позбавлені електромагніти.

Магнітне очищення насіння. Для очищення насіння проса і багаторічних трав від насіння бур'янів використовують машину ЭМС-1А (електромагнітний сепаратор). Насіння перед очищенням змішують з магнітним порошком. До гладенької поверхні насіння культурних рослин порошок не пристає, а шорстка поверхня насіння бур'янів добре тримає на собі порошок. Оброблене магнітним порошком насіння надходить на поверхню барабана, який обертається. Барабан виготовлений із феромагнітного матеріалу (латуні). В середині барабана вміщено електромагніт, який займає приблизно половину внутрішньої поверхні його. Насіння бур'янів затримується на поверхні барабана і поступає у бункер, розташований під барабаном. Насіння культурних рослин зісковзують з барабана значно раніше і потрапляють в інший бункер.

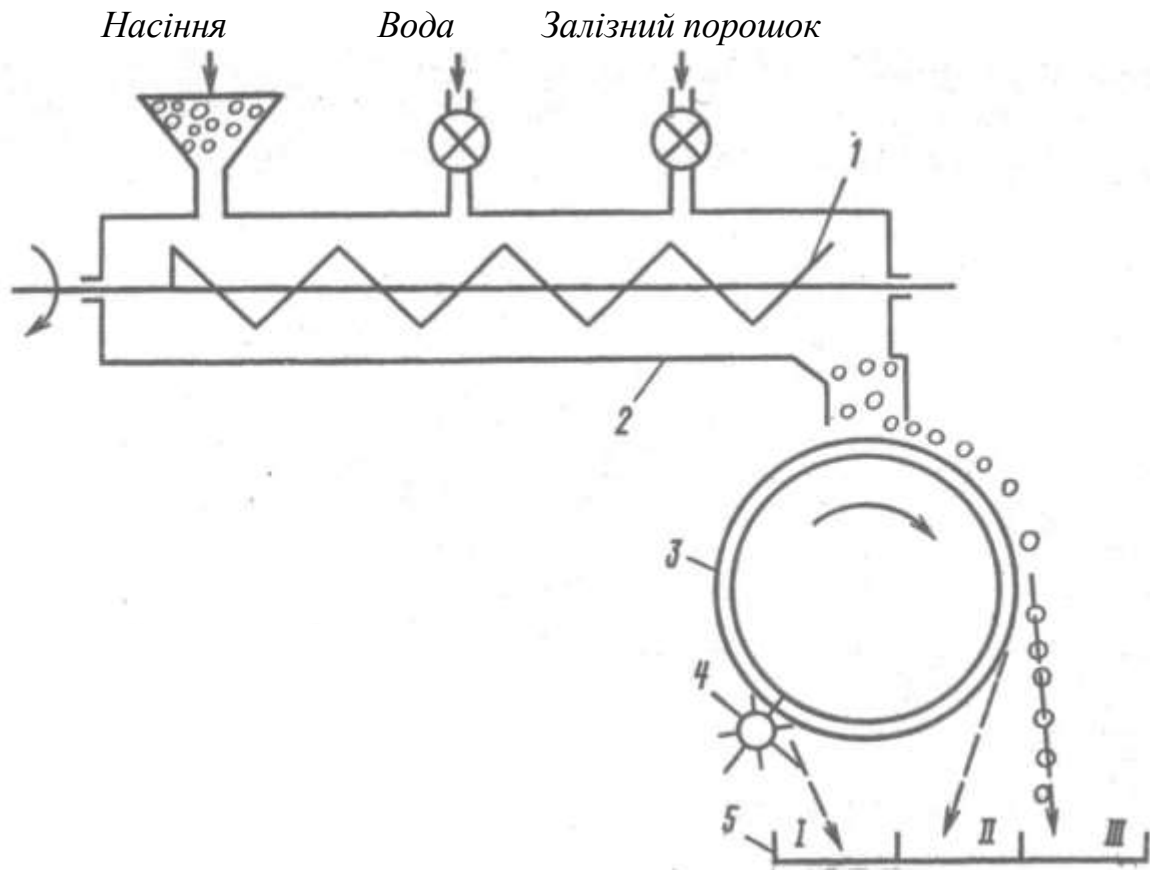


Рис. 2.6.1. Схема магнітної сепарації зерна:

1 – шнек; 2 – змішувальна камера; 3 – магнітний барабан; 4 – щітка; 5 – класифікатор.

На рис.2.6.1. показана схема магнітної сепарації насіння по структурі їх поверхні, яка складається із попередньої підготовки насіння і пропусканням його над магнітним барабаном.

Магнітне очищення кормів від залізних предметів. У концентровані та інші види кормів можуть потрапляти залізні предмети (цвяхи, гайки тощо). Тому корми доводиться очищати від металевих предметів. Суть такого очищення полягає в тому, що насипані тонким шаром корми переміщують під полюсами електромагнітів або постійних магнітів. При цьому металеві предмети притягуються до полюсів магнітів і таким способом відокремлюються від корму.

Видалення залізних предметів із шлунка великої рогатої худоби.

Поїдаючи корм, корови часто проковтують дрібні металеві частини. Потрапивши в шлунок, металеві предмети можуть поранити оболонку шлунка і спричинити хворобу.

Для видалення металевих предметів із шлунка коровам періодично вводять у шлунок через рот і стравохід сильний електромагніт, виготовлений у вигляді стержня. Металеві предмети притягуються до намагніченого стержня і разом з ним їх витягують з шлунка.

Магнітна обробка води. Під час роботи електричних котлів на внутрішніх стінках їх відкладається накип. Для зменшення відкладання накипу застосовують магнітну обробку води. Для цього воду з невеликою швидкістю пропускають через апарат (рис. 2.6.2), в якому чергується полярність магнітного поля. В корпусі 7 апарата розміщена котушка електромагніту 2 з кільцевими пазами, в яких розташовані секції котушки. Котушка закрыта кожухом 8, заповненим трансформаторним маслом. Вода протікає через зазор між кожухом і корпусом знизу вгору. Зазор не повинен перевищувати 10 мм, бо при збільшенні зазору сильно зростає опір магнітного поля. Температура води повинна становити 60...70 °С.

Фізичну суть магнітної обробки води спрощено можна пояснити так. При пропусканні води через магнітне поле, полярність якого змінюється, у воді утворюються центри кристалізації солей. Тому при нагріванні такої води солі кристалізуються і випадають на дно котла. В необробленій у

магнітному полі воді таких центрів кристалізації немає, тому створюються сприятливі умови для кристалізації солей на стінках котла.

Обробляти в магнітному полі воду потрібно безпосередньо перед подаванням її в котел, бо утворені центри кристалізації нестійкі і поступово розпадаються.

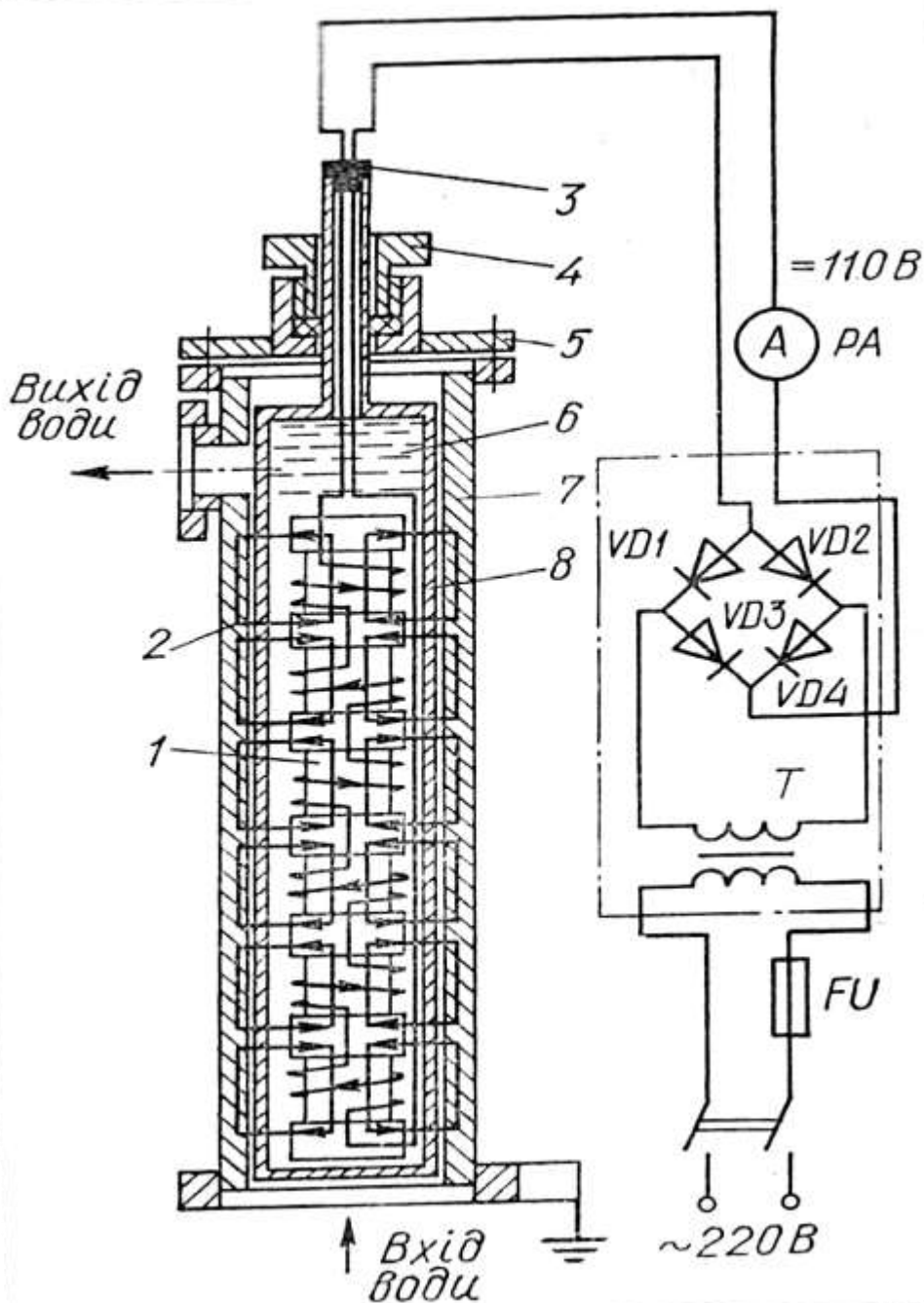


Рис. 2.6.2. Апарат для магнітної обробки води:

1- керн; 2 - котушка електромагніту; 3 - пробка; 4 - штуцер; 5 - кришка; 6 - трансформаторне масло; 7 - корпус; 8 - латунний кожух.

Загальна жорсткість оброблюваної води не повинна перевищувати 12...14 мг · екв/л, а вміст солі – 1100 мг/л.

Із зростанням жорсткості води ефективність магнітної обробки значно зменшується.

Швидкість води повинна бути 0,4...1 м/с, напруженість магнітного поля 120...150 кА/м. Вода, оброблена в магнітному полі має і інші корисні властивості. При поливанні такою водою підвищується енергія проростання і урожайність цукрового буряка, рису, гороху, овочів.

Тема 14. Вітроенергетика у сільському господарстві

Питання для самостійного вивчення:

1. Вступ: значення вітроенергетики в аграрному секторі
2. Принцип роботи вітроенергетичних установок
3. Типи вітрових установок
4. Використання вітроенергетики у сільському господарстві
5. Економічна ефективність вітроенергетики

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- Значення вітроенергетики в АПК
- Порівняльні характеристики типів вітрових установок

Питання для самоконтролю знань:

1. Поясніть принцип роботи вітряних енергетичних установок.
2. В яких технологічних процесах використовують вітроенергетику.
3. Переваги та недоліки вітроустановки

1. Вступ: значення вітроенергетики в аграрному секторі

Вітроенергетика – це галузь відновлюваної енергетики, що використовує силу вітру для виробництва електроенергії. Вітрові установки є альтернативою традиційним джерелам енергії та допомагають агропідприємствам скоротити витрати на електроенергію. Вітроенергетика особливо ефективна у **віддалених фермерських господарствах**, де немає доступу до централізованої електромережі.

Переваги використання вітроенергетики у сільському господарстві:

- **Зниження витрат на електроенергію**
- **Енергонезалежність фермерських господарств**
- **Екологічність** – відсутність шкідливих викидів
- **Можливість поєднання з іншими джерелами енергії (сонячними панелями, біогазовими установками)**

2. Принцип роботи вітроенергетичних установок

Вітряки перетворюють кінетичну енергію вітру на механічну, а потім – на електричну.

✦ Основні компоненти вітрової електростанції:

- 1 ☐ **Лопаті (ротор)** – захоплюють енергію вітру.
- 2 ☐ **Гондола з генератором** – перетворює механічну енергію в електричну.
- 3 ☐ **Щогла (вежа)** – забезпечує висоту для ефективного захоплення вітру.
- 4 ☐ **Контролер та інвертор** – регулюють подачу електроенергії.
- 5 ☐ **Акумуляторні батареї (за потреби)** – накопичують енергію.

Чим вище вежа вітрогенератора – тим більше енергії виробляється!

3. Типи вітрових установок

3.1. Вітроустановки з горизонтальною віссю (HAWT – Horizontal Axis Wind Turbine)

Найпоширеніший тип вітрогенераторів. Висока ефективність у відкритій місцевості. Потребують складних систем орієнтації на вітер.

3.2. Вітроустановки з вертикальною віссю (VAWT – Vertical Axis Wind Turbine)

Можуть працювати при вітрі з будь-якого напрямку. Компактні, підходять для невеликих господарств. Менш ефективні, ніж горизонтальні.

✦ Порівняння типів вітрових установок:

Характеристика	Горизонтальна вісь	Вертикальна вісь
Ефективність	Вища	Нижча
Вплив напрямку вітру	Потрібна орієнтація	Працює з будь-якого напрямку
Простота конструкції	Складніша	Простіша
Довговічність	20-25 років	15-20 років

4. Використання вітроенергетики у сільському господарстві

4.1. Живлення ферм та віддалених господарств

Фермерські господарства можуть використовувати **вітрогенератори для освітлення, роботи насосів та вентиляційних систем**. Використання **аккумуляторних батарей** дозволяє накопичувати електроенергію для використання в безвітряні періоди.

✦ **Приклад:** ферма, розташована у вітряній зоні, встановлює 10-кіловатний вітряк, який покриває 70% її енергопотреб.

4.2. Вітроенергетика для поливу

Вітрові насоси можуть використовуватися для підняття води зі свердловин та заповнення резервуарів. Поєднання вітрової та сонячної енергії дозволяє **забезпечити ефективний полив** навіть у посушливих регіонах.

✦ **Приклад:** фермер використовує вітровий насос для подачі води до крапельної системи зрошення.

4.3. Автономні системи живлення для тваринницьких комплексів

Вітроенергетика може живити **системи освітлення, доїльні установки, вентиляцію та обігрів води**. Зменшуються витрати на електроенергію та паливо для дизельних генераторів.

✦ **Приклад:** невелика молочна ферма використовує 5-кіловатний вітряк для живлення доїльного обладнання.

5. Економічна ефективність вітроенергетики

5.1. Вартість установки та термін окупності

- Вартість малого вітрогенератора **від 3000 до 15000 USD** залежно від потужності.
- Термін окупності **5-10 років** залежно від вітряних умов та вартості електроенергії.
- Можливість **державних дотацій та грантів** для аграрного сектору.

Фермери можуть продавати надлишки електроенергії в мережу за "зеленим тарифом"!

5.2. Приклад розрахунку економії

- Середнє господарство споживає **10 000 кВт·год/рік**.
- Вітрогенератор на 5 кВт виробляє **7500 кВт·год/рік**.
- Економія на електроенергії – **70-80% щорічно!**

6. Переваги та недоліки вітроенергетики

6.1. Переваги

- **Безкоштовне джерело енергії** після встановлення.
- **Екологічність** – нульові викиди CO₂.
- **Енергетична незалежність** – автономне забезпечення фермерських господарств.
- **Можливість комбінування з іншими ВДЕ (сонячною енергетикою, біогазовими установками).**

6.2. Недоліки

- **Висока початкова вартість** встановлення.
- **Залежність від вітру** – необхідність встановлення у відповідних регіонах.
- **Шум та вібрація** – може створювати незручності у житлових зонах.

7. Висновки Вітроенергетика – перспективний напрямок для сільського господарства, що забезпечує **енергетичну незалежність та економію витрат**. Найбільш ефективна у поєднанні з іншими джерелами енергії (сонячними панелями, біогазовими установками). Незважаючи на високу початкову вартість, **окупність вітрових систем становить 5-10 років**. Використання вітроенергетики дозволяє зменшити витрати на електроенергію до **80%** у довгостроковій перспективі.

Тема 15. Економічна ефективність та екологічні аспекти електротехнологій з альтернативними джерелами енергії (АДЕ)

Питання для самостійного вивчення:

1. Вступ: необхідність переходу на альтернативну енергетику
2. Економічна ефективність використання електротехнологій з АДЕ
3. Екологічні аспекти використання електротехнологій з АДЕ
4. Державна підтримка впровадження ВДЕ у сільському господарстві
5. Використання АДЕ у поєднанні з електротехнологіями

Після вивчення теми здобувач вищої освіти має засвоїти:

- Процеси переходу на альтернативну енергетику
- Сучасні економічні і екологічні аспекти використання електротехнологій з альтернативними джерелами енергії

Питання для самоконтролю знань:

4. Основні фактори економічної ефективності
5. Переваги та недоліки вітроустановки
6. Порівняння витрат на традиційні та альтернативні джерела енергії
7. Екологічні переваги використання АДЕ

1. Вступ: необхідність переходу на альтернативну енергетику

Сільське господарство є **одним із найбільших споживачів енергії**. Традиційні джерела енергії (вугілля, газ, дизельне паливо) стають **дорожчими та неекологічними**. Використання альтернативних джерел енергії (АДЕ) дозволяє **зменшити витрати та знизити вплив на довкілля**.

✦ **Приклад:** В ЄС та США фермери активно переходять на ВДЕ (сонячну, вітрову, біогазову енергію), отримуючи державні субсидії.

2. Економічна ефективність використання електротехнологій з АДЕ

2.1. Основні фактори економічної ефективності

Зменшення витрат на електроенергію – після окупності ВДЕ працюють майже безкоштовно. **Можливість продажу надлишкової електроенергії в мережу** за "зеленим тарифом". **Державні програми підтримки** (гранти, пільгові кредити, субсидії на встановлення АДЕ). **Збільшення рентабельності виробництва** – ферми з автономною енергією мають **нижчі витрати**. **Зниження витрат на обслуговування** – АДЕ не вимагають постійного постачання пального.

2.2. Порівняння витрат на традиційні та альтернативні джерела енергії

Джерело енергії	Початкові витрати	Витрати на обслуговування	Термін окупності
Електромережа	Низькі	Високі (оплата тарифів)	Немає
Дизельний генератор	Середні	Дуже високі (паливо, ремонт)	3-5 років
Сонячна енергія	Високі	Низькі	5-8 років

Джерело енергії	Початкові витрати	Витрати на обслуговування	Термін окупності
Вітрова енергія	Високі	Низькі	7-10 років
Біогазові установки	Високі	Середні	4-6 років

★ **Фактичні дані:** Фермери, які встановлюють сонячні панелі або вітряки, економлять до **70-80%** витрат на електроенергію!

2.3. Приклади економії завдяки АДЕ

★ Приклад 1: Сонячні панелі на молочній фермі

- Потужність: **30 кВт**
- Вартість установки: **20 000\$**
- Річна економія на електроенергії: **4 000\$**
- Окупність: **5 років**

★ Приклад 2: Біогазова установка для тваринницького комплексу

- Потужність: **50 кВт**
- Вартість установки: **50 000\$**
- Річна економія на електроенергії та опаленні: **12 000\$**
- Окупність: **4-5 років**

3. Екологічні аспекти використання електротехнологій з АДЕ

3.1. Вплив традиційної енергетики на довкілля

Викиди парникових газів (CO_2 , CH_4). Забруднення водних ресурсів (вуглеводні, хімікати). Виснаження природних ресурсів (газ, вугілля, нафта)

Факти: Теплова електростанція викидає 800-1000 г CO_2 на 1 кВт·год електроенергії.

Вітрові та сонячні електростанції викидають **менше ніж 50 г CO_2 на 1 кВт·год.**

3.2. Екологічні переваги використання АДЕ

Зменшення викидів CO_2 – до 90% порівняно з традиційною енергетикою. **Раціональне використання відходів** – біогазові станції переробляють гній, харчові залишки. **Енергонезалежність регіонів** – локальні ВДЕ скорочують залежність від імпортного палива.

★ **Приклад:** Біогазова установка переробляє **1 тону гною на добу**, зменшуючи викиди метану та забезпечуючи ферму електрикою.

4. Державна підтримка впровадження ВДЕ у сільському господарстві

4.1. Світовий досвід

ЄС: Фермери отримують до **50% субсидій** на встановлення сонячних панелей та біогазових установок.

США: Податкові пільги до **30%** вартості обладнання.

Україна: "Зелений тариф" дозволяє фермерам продавати електроенергію у мережу.

★ **Приклад:** У Німеччині 80% тваринницьких ферм використовують біогазові установки.

5. Використання АДЕ у поєднанні з електротехнологіями

5.1. Приклади застосування

Автономні сонячні системи – живлення насосів для поливу. **Гібридні системи (сонце + біогаз)** – обігрів теплиць та генерація електроенергії. **Вітрові електростанції** – електропостачання ферм у віддалених районах.

★ **Приклад:** В Україні працює кілька сотень сільськогосподарських підприємств, які використовують ВДЕ для забезпечення своїх виробничих процесів.

6. Висновки Використання альтернативних джерел енергії у поєднанні з електротехнологіями – **ефективний спосіб зменшення витрат** у сільському господарстві. Сонячні, вітрові та біогазові установки мають **високу рентабельність та короткий термін окупності (5-10 років)**. Впровадження ВДЕ дозволяє зменшити викиди CO_2 , покращити екологічну ситуацію та **забезпечити енергонезалежність аграрного сектору**. Світові тенденції свідчать про **активний розвиток "зеленої" енергетики** в агросекторі.

Факт: У розвинених країнах до 50% електроенергії в аграрному секторі вже виробляється за рахунок ВДЕ!

Електротехнології є невід'ємною частиною сучасного агропромислового комплексу (АПК), забезпечуючи ефективне використання електроенергії для виконання різних технологічних процесів. Вони сприяють автоматизації виробництва, підвищенню продуктивності, зниженню енергоспоживання та покращенню якості кінцевої продукції.

У даній методичці розглядаються основні електротехнологічні процеси, що застосовуються в АПК, зокрема:

- **Електротермічні процеси** (електронагрівання, електрозварювання, індукційний і контактний нагрів);
- **Електрохімічні методи** (гальванічні покриття, електроліз, антикорозійний захист металів);
- **Електрофізичні технології** (обробка електромагнітними хвилями, використання плазми, іонізація повітря);
- **Електромеханічні процеси** (робота електроприводів, автоматизовані системи контролю та управління).

Для покращення засвоєння матеріалу здобувачам освіти запропонований **тестовий контроль у Додатку А**, що дозволяє оцінити рівень отриманих знань і навичок.

1. Вкажіть переваги електронагрівальних установок перед іншими тепловими установками:

- 1) низький коефіцієнт використання енергоресурсів, низькі капіталовкладення й експлуатаційні витрати
- 2) простота обслуговування, високий рівень автоматизації і точності підтримання температури, екологічна чистота
- 3) Високий коефіцієнт використання енергоресурсів, великі затрати праці
- 4) низькі експлуатаційні витрати

2. Який один із напрямів ефективного використання палива:

- 1) автономне застосування
- 2) централізація систем теплопостачання
- 3) застосування палива з високим паливним еквівалентом
- 4) оптимальна децентралізація систем теплопостачання

3. Паливним еквівалентом називають число, яке показує:

- 1) скільки палива необхідно витратити на нагрівання 1 кг матеріалу
- 2) скільки умовного палива міститься в 1 кг дійсного палива
- 3) скільки теплоти необхідно витратити для підвищення температури тіла на °C
- 4) скільки палива необхідно витратити на нагрівання 1 кг води

4. Залежно від способу перетворення електричної енергії на теплову розрізняють електронагрівальні установки ...

- 1) з електронагріванням опором, електричною дугою, індукційним, діелектричним
- 2) прямого і побічного електронагрівання
- 3) періодично її безперервної дії
- 4) основні і допоміжні

5. За способом передачі теплової енергії розрізняють електронагрівальні установки ...

- 1) періодичної і безперервної дії
- 2) з електронагріванням опором, електричною дугою, індукційним, діелектричним
- 3) прямого і побічного електронагрівання
- 4) основні і допоміжні

6. Пряме нагрівання опором буває ...

- 1) електродне і елементне
- 2) елементне і електроконтактне
- 3) електроконтактне і електродне
- 4) індукційне і діелектричне

7. Електротермія включає процеси, в яких:

- 1) використання електричної енергії пов'язане з її перетворенням у механічну енергію
- 2) використання електричної енергії пов'язане з її перетворенням у теплову
- 3) електричну енергію в вигляді електричного струму, електромагнітних полів та інших форм електрики використовують для безпосереднього впливу на предмети праці без попереднього (як правило) перетворення її в інші види
- 4) використання електричної енергії пов'язане з її перетворенням у світлову енергію

8. Електронно-іонна технологія охоплює технологічні та біологічні процеси, в яких:

- 1) використання електричної енергії пов'язане з її перетворенням в теплову й оптичну енергію

2) електричну енергію в вигляді електричного струму, електромагнітних полів й інших форм електрики використовують для безпосереднього впливу на предмети праці без попереднього (як правило) перетворення її в інші види

3) використання електричної енергії пов'язане з її перетворенням у механічну енергію

4) використання електричної енергії пов'язане з її перетворенням у світлову енергію

9. При прямому способі електронагрівання:

1) енергія електричного поля перетворюється в теплову в спеціальних нагрівальних пристроях, а потім теплова енергія передається речовині, що нагрівається

2) енергія електричного поля перетворюється на теплову безпосередньо в речовині, що нагрівається

3) енергія електричного поля перетворюється в механічну, а потім у теплову

4) енергія електричного поля перетворюється в теплову, а потім у механічну

10. При побічному способі електронагрівання:

1) енергія електричного поля перетворюється на теплову безпосередньо в речовині, що нагрівається

2) енергія електричного поля перетворюється в механічну, а потім у теплову

3) енергія електричного поля перетворюється у теплову в спеціальних нагрівальних пристроях, а потім теплова енергія передається речовині, що нагрівається

4) енергія електричного поля перетворюється в теплову, а потім у механічну

11. Найбільш простий і економічний спосіб нагрівання матеріалів:

1) індукційний

2) елементний

3) електроконтактний

4) електродний

12. Провідність звичайної води обумовлена наявністю в ній:

1) водню

2) мікроелементів

3) солей, кислот, лугів

4) кисню

13. Найчастіше електроди виготовляють...

1) чавунними

2) мідними і латунними

3) вугільними і графітними

4) стальними

14. Найбільш розповсюджений матеріал для нагрівальних елементів:

1) сплав нікелю і хрому

2) нержавіюча сталь

3) сплав хрому і заліза

4) вольфрам

15. Марки нагрівальних проводів:

1) КНРПВ і КНРПЗВ

2) АПВ, АПР, АППВ

3) ПОСХП, ПОСХВ і ПОСХВТ

4) АППВ, NUM, АВРГ

16. Марки нагрівальних кабелів:

- 1) АПВ, АПР, АППВ
- 2) ПОСХП, ПОСХВ і ПОСХВТ
- 3) КНРПВ і КНРПЗВ
- 4) АППВ, NUM, АВРГ

17. Потужність електронагрівальної установки з елементними нагрівниками можна регулювати:

- 1) змінюючи частоту струму
- 2) змінюючи подачу матеріалу, що нагрівається
- 3) перекриваючи шлях проходження струму між електродами за допомогою ізоляційних труб або пластин
- 4) Змінюючи напругу живлення або еквівалентний опір нагрівальних елементів

18. Потужність електродних водо нагрівників можна регулювати:

- 1) змінюючи подачу матеріалу, що нагрівається
- 2) перекриваючи шлях проходження струму між електродами за допомогою ізоляційних труб або пластин
- 3) змінюючи напругу живлення або еквівалентний опір нагрівальних елементів
- 4) змінюючи частоту струму

19. Статична вольт-ампер на характеристика дуги—це:

- 1) залежність струму дуги від часу
- 2) залежність спаду напруги на дузі відзначення струму
- 3) залежність струму дуги від відстані між електродом і деталлю
- 4) залежність спаду напруги від відстані між електродом і деталлю

20. Для загального обігрівання тваринницьких і птахівничих приміщень використовуються такі електронагрівні установки:

- 1) електрокотельні, теплогенератори, електрокалориферні установки, електроконвектори, припливно-витяжні установки з підігрівом повітря, кондиціонери повітря
- 2) електрообігрівна підлога, електробрудери, інфрачервоні опромінювачі, електрообігрівальні килимки, напівпровідникові плівкові нагрівники, електрообігрівальні панелі
- 3) теплогенератори, газові котельні
- 4) електрообігрівальні панелі

21. Величину зварювального струму можна регулювати:

- 1) зміною відстані між первинною і вторинною обмотками, перемиканням обмоток на послідовне й паралельне з'єднання, зміною повітряного зазору дроселя
- 2) зміною опору обмоток площі поперечного перерізу магнітопроводу
- 3) зміною потужності трансформатора, діаметра проводу обмоток
- 4) частотою струму

22. При індукційному нагріванні глибина проникнення струму в деталь залежить від:

- 1) температури індуктора
- 2) охолодження індуктора
- 3) частоти струму
- 4) товщини деталі

23. Інтенсивне нагрівання діелектриків можливе при частоті:

- 1) 100–10000Гц
- 2) 10000–100000Гц
- 3) 0,5–10кГц
- 4) 0,5–10МГц

24. Перевагами електродних водонагрівачів порівняно з елементними є:

- 1) вода не забруднюється продуктами електрохімічних реакцій
- 2) простота будови, невеликі розміри й металомісткість, не бояться "сухого ходу", зменшується забруднення води бактеріями в результаті дії на них електричного струму
- 3) безпечніші відносно ураження електричним струмом
- 4) всі відповіді правильні

25. Типи елементних водонагрівачів періодичної дії:

- 1) ЕПЗ, КЕПР, КЕВЗ
- 2) ЕПВ-2А, ВЭП-600, САЗС
- 3) УАП, САОС
- 4) КЕВЗ, САЗС

26. Типи елементних водонагрівачів безперервної дії:

- 1) УАП, САОС
- 2) ЕПЗ, КЕПР, КЕВЗ
- 3) ЕПВ-2А, ВЭП-600, САЗСКЕВЗ, САЗС

27. Електродний нагрів здійснюється на:

- 1) змінному струмі промислової частоти
- 2) постійному струмі
- 3) струмах високої частоти
- 4) всі відповіді правильні

28. Чому електричні водонагрівачі під'єднуються до трубопроводів холодної і гарячої води через ізолюючі вставки?

- 1) для захисту від роботи при несиметричному живленні
- 2) для захисту людей і тварин від ураження електричним струмом
- 3) для вирівнювання електричного потенціалу
- 4) для збільшення ККД

29. Який спосіб нагрівання використовується в електродному водонагрівачі?

- 1) діелектричний
- 2) індукційний
- 3) побічний нагрів опором
- 4) прямий нагрів опором

30. Потужність електродного водонагрівача ЕПЗ-100 І2 регулюється:

- 1) зміною напруги живлення, частоти струму
- 2) зміною схеми вмикання ТЕНа
- 3) повертанням у горизонтальній площині електродів на кут від 0 до 60°
- 4) не регулюється

31. У чому полягає небезпечність роботи трифазного електродного водонагрівача на двох фазах?

- 1) виникнення короткого замикання
- 2) вибух бака
- 3) виникнення небезпечного потенціалу напруги на корпусі
- 4) вихід з ладу нагрівальних елементів

32. Який із перерахованих водонагрівачів призначений для підігріву води під час автонапування тварин?

- 1) ВЭП-600
- 2) САОС-400/90
- 3) ЭПЗ-100
- 4) КЕВЗ

33. Регулювання теплопродуктивності електрокалориферних установок СФОЦ-Х/0,5-И1 здійснюється:

- 1) перемиканням кількості секцій електронагрівників
- 2) зміною кутової швидкості вентилятора
- 3) зміною напруги живлення секцій електронагрівників
- 4) зміною частоти струму

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електротехнологія. Навч. посібник / П.С. Кашенко; За ред. С.В. Світельської; Немішаєве: НМЦ 2007. 286 с.
2. Електронагрівні сільськогосподарські установки. Навч. посібник / В.М. Гайдук; К.: Урожай, 1986. 144 с.
3. Електричне освітлення і опромінення. Конспект лекцій / Г. С. Логвинов, В. В. Мельничук ; Житомир: ЖАТФК, 2013. 144 с.
4. Експлуатація і ремонт електрообладнання та засобів автоматизації. Навч. посібник / С.О. Єрмолаєв, В. Ф. Яковлев ; К.: Урожай, 1996. 334с.
5. Електричне освітлення та опромінення [Текст]: посібник / Л. С. Червінський, Л. О. Сторожук ; За ред. Л. С. Червінського. К. : ТОВ "Аграр Медіа Груп", 2011. 214 с.
6. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р.В. Кушлик, В. Ф. Яковлев, Ю. М. Куценко, М. Л. Лисиченко, М. П. Кунденко, Ю. М. Федюшко, Х: ТОВ «Планета-прінт», 2016. 332 с.
7. Кашенко П. С. Електричне освітлення та опромінення: навч. посібн. НМЦ «Агроосвіта», 2003. 134 с.
8. Кашенко П. С. Електричне освітлення: методичні рекомендації щодо виконання курсової роботи. НМЦ «Агроосвіта», 2002. 60 с.
9. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева. // В.Ф.Яковлев, Р.В.Кушлик, О.С.Квітка, Ю.М.Куценко. - Мелітополь, 2010.-106 с.
10. Матвійчук В. А. Електротехнології в АПК: навчальний посібник [Текст] / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. П. Стаднійчук. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 272 с.
11. Терешкевич, Л. Б. Освітлення промислових споруд та житлових будинків : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 123 с.
12. Кунденко М. П. Освітлювальні та опромінювальні установки в агропромисловому комплексі [Електронний підручник] / М. П. Кунденко, О. Ю. Єгорова. – АС. № 75245, 2017.
13. Яковлев В. Ф. Електротехнології та електроосвітлення : конспект лекцій (частина 1) для студентів 2 с.т. (4) курсу денної і дистанційної форм навчання, напрям підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронне видання] / В.Ф. Яковлев, О. В. Рясна. – Суми : СНАУ, 2020. – 62 с.
14. Електроосвітлення та опромінення: методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електротехнології та електроосвітлення» для студентів очної та дистанційної форм навчання ОС «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронне видання] / укл. В. Ф. Яковлев, О. В. Рясна. – Суми : СНАУ, 2020. – 48 с.
15. Навчально-інформаційний портал ТДАТУ <http://nip.tsatu.edu.ua>

Савойський Олександр Юрійович
Рясна Ольга Василівна
Тесленко Олена Володимирівна

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ

Методичні вказівки по виконанню самостійної роботи

Частина 1 - Електротехнології

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Кондратьєва, 160

Підписано до друку: січень 2025 р.

Формат А5:

Гарнітура Times New Roman

Тираж: ____ примірників

Замовлення _____ Ум. друк. арк. 3,4
