

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
кафедра охорони праці та біотехнічних  
систем у тваринництві

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПІБ)

2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: *Енергозбереження при виробництві продукції  
ВРХ з дослідженням подрібнювачів ТВЧ*

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Д.т.н., с.н.с.

(науковий ступінь та вчене звання)

Братішко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

В.С. Хмельовський

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Ю.В. Єфімов

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Хмельовський В.С.  
(підпис) (ПІБ)  
" " 2021 р.

НУБІП України

### ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської роботи студенту

Єфімову Юрію Валентиновичу  
(прізвище, ім'я по батькові)

Спеціальність:

208 «Агроінженерія»  
(код і назва)

НУБІП України

Тема магістерської роботи: Енергозбереження при виробництві продукції ВРХ з дослідженням подрібнювачів ТВЧ

затверджена наказом ректора НУБІП України від "01" лютого 2021р. №189-с

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру

(ррж, місяць, число)

НУБІП України

Вихідні дані до магістерської роботи

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Перелік питань, які потрібно розробити:

НУБІП України

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Перелік графічних документів (за потреби)

НУБІП України

Дата видачі завдання " " 20 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

# НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП..... 8

## 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТА..... 10

### 1.1. Виробнича характеристика господарства ..... 10

### 1.2. Обґрунтування і вибір проекту пункту технічного обслуговування і поточного ремонту обладнання..... 10

### 1.3. Визначення складу діляниць пункту і розрахунок площі діляниць.. 12

## 2. ПРОЕКТУВАННЯ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ..... 16

### 2.1 Вибір основного технологічного і силового обладнання..... 16

### 2.2 Методика розрахунку електричного освітлення..... 17

### 2.3 Розрахунок освітлювальних мереж і вибір освітлювальних щитів... 18

### 2.4. Розрахунок силового обладнання..... 20

### 2.5. Розрахунок та вибір силових електропроводок..... 29

### 2.6. Вибір апаратів керування і захисту..... 31

## 3. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ УСТАНОВКИ ТВЧ В КОРМОПОДРІБНЮВАЧАХ..... 32

### 3.1. Загальні відомості..... 32

### 3.2. Основні методи обробки складових частин подрібнювачів..... 32

### 3.3. Загальна характеристика технології ТВЧ..... 34

### 3.4. Засоби для проведення загартування ТВЧ..... 37

### 3.5. Методи проведення обробки сталі за допомогою установки ТВЧ... 39

### 3.6. Загартування робочих частин подрібнювача за допомогою установки ТВЧ..... 49

## 4. ЗАХОДИ ЩОДО ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГІЇ..... 52

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Розробка заходів по раціональному використанню та економії енергоресурсів..... | 52 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....   | 54 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1 Безпека праці при виконанні робіт.....            | 54 |
| 5.2. Пожежна безпека.....                             | 60 |
| 5.3. Вимоги під час підготовки до вогневих робіт..... | 61 |
| ВИСНОВКИ.....   | 66 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 67 |
| ДОДАТОК А.....                  | 72 |

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

### Анотація

Наведено методику обробки металевих деталей за допомогою технологій СВЧ. Проведений розрахунок виробничих приміщень, силових мереж, а також вибір пуско-захисної апаратури, показана методика розрахунку освітлення.

Детально розглянуто питання застосування технологій СВЧ в подрібнювачах кормів для ВРХ. Розглянуто методику термообробки деталей та робочих органів сільськогосподарських машин та робочих частин подрібнювача за допомогою установки СВЧ.

### Аннотация

Приведена методика обработки металлических деталей с помощью технологий ТВЧ. Произведен расчет производственных помещений, силовых сетей, а также выбор пуско-защитной аппаратуры, показана методика расчета освещения.

Подробно рассмотрен вопрос применения технологий ТВЧ в измельчителях кормов для КРС. Рассмотрена методика термообработки деталей и рабочих механизмов сельскохозяйственных машин и рабочих частей измельчителя с помощью установки ТВЧ.

### Annotation

The method of processing metal parts with the help of microwave technologies is given. The calculation of production facilities, power networks, as well as the choice of start-up and protective equipment, the method of calculation of lighting is shown.

The application of microwave technologies in feed grinders for cattle is considered in detail. The method of heat treatment of parts and working bodies of agricultural machines and working parts of the shredder by means of microwave installation is considered.

## ВСТУП

# НУБІП України

В сільському господарстві на сьогоднішній день триває процес оновлення матеріально-технічної бази, запровадження нових ідей та модернізацій які дозволяють збільшити продуктивність, але такий розвиток супроводжується збільшенням споживання енергії та впливає на вартість кінцевої продукції. Всі види енергії зростають в ціні, але це можна компенсувати за рахунок запровадження нових технологій які дозволяють ефективніше використовувати енергію, та нести менші втрати, в порівнянні з технологічними рішеннями

# НУБІП України

минулого.

З кожним роком з'являється все більше методів і нових технологій які дозволяють мінімізувати втрати енергії. З'являються нові методи ведення господарств, які дозволяють отримувати більше продукції за рахунок раціоналізації виробничого процесу.

# НУБІП України

Враховуючи швидкість розвитку техніки в загальному, вона широкое застосовується в сільському господарстві та конкретно при виробництві продукції, це дає можливість ефективніше використовувати як енергетичні та живі ресурси.

# НУБІП України

Виробництво продукції ВРХ, займає передові місця. Та продукція користується великим попитом, тож очевидно що необхідно розробити стратегію зниження енерго витрат при її виробництві

# НУБІП України

Основною причиною підвищення енерго споживання є зростання попиту на продукцію ВРХ, та використання в ньому застарілих технологій. Наразі триває процес оновлення технологічної складової системи сільськогосподарського виробництва.

# НУБІП України

Метою дипломного проекту магістра є зниження енерго витрат при виробництві продукції ВРХ.

# НУБІП України

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Дослідити технологічні процеси ремонту і обслуговування та варіанти модернізації кормопродювачів з використанням установок ТВЧ;

2. Вивчити та проаналізувати сучасні методи покращення характеристик металів за допомогою ТВЧ;  
3. Розробити методику та показати особливості процесу індукційного нагріву на прикладі кормоподрібнювача.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТА

### 1.1. Виробнича характеристика господарства

Серед харчової продукції в сільськогосподарському секторі продукція ВРХ займає перші місця по об'ємах, та при її виробництві використовують великий спектр технологій. Але не всі з них нові та високоефективні, наразі використовують і застарілі які мають велику кількість недоліків.

До них можна віднести :

- низький рівень продуктивності, в порівнянні з останніми розробками ;
- високе енергоспоживання;
- відсутність сучасної ремонтно-обслуговуючої бази;
- недостатню забезпеченість якісними запасними частинами і ремонтним фондом ;
- недостатню чисельність та низький рівень обслуговування.

Ці недоліки призводять до збільшення собівартості продукції, що виробляється в господарстві.

Метою даного розділу є розробка пропозицій що дозволять підвищити ефективність виробництва та скоротити енерго витрати .

### 1.2. Обґрунтування і вибір проекту пункту технічного обслуговування і ремонту .

Жодне сільськогосподарське підприємство не може обійтися без ремонтної служби. Вона відповідає за належну роботу автотракторного парку та решти обладнання, також ця служба може виконувати завдання з модернізації обладнання.

Найбільш широке розповсюдження набули типові проекти пунктів технічного обслуговування і ремонту обладнання в господарствах на 4200 умовних ремонтів на рік (18060 люд.-год/рік) і на 2100 умовних ремонтів на рік (9030 люд.-год/рік).



Річні затрати праці в господарстві на виконання ТО і ПР обладнання складають 9083,74 люд.-год/рік. Тому, вибирається типовий проект ТП 816-1-19 "Пункт технічного обслуговування і ремонту обладнання на 2100 умовних ремонтів на рік" з річними затратами праці 9030 люд.-год/рік.

Вказаний пункт ПТО і РЕО призначений для проведення технічного обслуговування, поточного ремонту електричного, теплого, теплосилового, холодильного обладнання, усунення раптово виникаючих пошкоджень і несправностей, сушіння, просочування і фарбування, підготовчо-монтажних, налагоджувальних і зварювальних робіт а також може використовуватися для впровадження інноваційних технологій і ідей.

До складу ПТО і РЕО входять наступні виробничі і допоміжні приміщення:

1. Гаражне приміщення для стоянки спецавтомобілів. В ньому передбачено ТО і ремонт автомобілів. Є оглядова яма, слюсарний верстат, секції стелажа для збереження запасних частин і слюсарних інструментів, підйомних гідравлический з ручним приводом.

2. Дільниця фарбування. Призначена для фарбування обладнання у разі необхідності, після виконання ТО і ПР. В приміщенні розташована камера для фарбування, шафа для малярних інструментів, фарбо розпилувальний пристрій та інші необхідні матеріали.

3. Дільниця підготовки. Вона призначена для виконання робіт з очищення, просочування і сушіння деталей та виробів. Є стелаж, сушильна шафа, ванна для миття, витяжна шафа, установки для миття тощо.

4. Приміщення складу. Призначений для зберігання інструменту, монтажних належностей, запасних частин, обладнання яке пройшло ТО або ПР, або демонтовано для проходження ТО або ПР.

5. Дільниця з ремонту і монтажу. Головне виробниче приміщення, в якому проводиться основний об'єм робіт з розбирання, дефектування. Типовим проектом передбачається встановлення стендів для ремонту і регулювання робочих органів сільськогосподарських машин, освітлювальних установок, електродвигунів, пароводозабірної арматури, перевірки приладів автоматики,

консольного підвішеного крану та іншого підвісного обладнання, а також може використовуватися для впровадження іновативних технологій та ідей, наприклад використання установки ТВЧ для покращення робочих характеристик подрібнювачів та робочих частин інших установок сільськогосподарського призначення.

6. Дільниця заготовлення конструкцій. Проводяться не складні роботи з ремонту ремонтнопридатних деталей та вузлів, а також свердлильні та шліфувальні, зварювальні та інші роботи.

7. Побутові приміщення.

8. Кабінет майстра.

9. Венткамера. В ній встановлено витяжний вентилятор для відсмоктування пилу та шкідливих парів із приміщень майстерні.

10. Електрощитова, в ній встановлені електросилові розподільчі пункти та освітлювальні щитки.

### 1.3. Визначення складу дільниць пункту і розрахунок площі дільниць

Пункт технічного обслуговування необхідно правильно розпланувати, для забезпечення зручності та безпеки праці.

Операцій по технічному обслуговуванню:

- проведення ПР обладнання згідно переліку запланованих робіт;
- зберігання матеріалів і запасних частин в об'ємах, необхідних для безперервного забезпечення ТО або робіт при поломках;
- зберігання технічної документації, захисних засобів, інструментів і пристосувань.

Для проведення робіт з ТО та ремонту необхідно передбачити наступні дільниці:

- ремонтно-монтажна;
- заготівлі конструкцій.

# НУБІП України

- фарбування;
- підготовки;
- склад

Таблиця 1.1

Характеристика основних і допоміжних приміщень ПГО і РЕО

| Найменування                   | Площа, м <sup>2</sup> | за умовами оточуючого середовища | Категорія приміщень                      |                            |                                 |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|----------------------------|---------------------------------|
|                                |                       |                                  | за ступенем враження електричним струмом | за ступенем вогнестійкості | за надійністю електропостачання |
| Гаражне приміщення             | 54,1                  | сухе                             | без підвищеної безпеки                   | В                          | III                             |
| Дільниця фарбування            | 11,5                  | сухе                             | без підвищеної безпеки                   | А                          | II                              |
| Дільниця підготовки            | 21,3                  | сухе                             | з підвищеною небезпекою                  | А                          | II                              |
| Склад                          | 34,7                  | сухе                             | без підвищеної безпеки                   | В                          | II                              |
| Ремонтно-монтажна дільниця     | 64,3                  | сухе                             | з підвищеною небезпекою                  | В                          | II                              |
| Дільниця заготівлі конструкцій | 39,3                  | сухе                             | з підвищеною небезпекою                  | В                          | II                              |
| Кабінет майстра                | 9,3                   | сухе                             | без підвищеної безпеки                   | Д                          | III                             |
| - роздягальні                  | 18,0                  | сухе                             | без підвищеної безпеки                   | Д                          | III                             |
| - душова                       | 5,25                  | особливо вологе                  | з підвищеною небезпекою                  | Д                          | III                             |
| - тамбур                       | 10,4                  | сухе                             | без підвищеної безпеки                   | Д                          | III                             |
| - санвузол                     | 9,0                   | вологе                           | без підвищеної безпеки                   | Д                          | III                             |
| Венткамера                     | 56,0                  | сухе                             | з підвищеною небезпекою                  | В                          | II                              |
| Електрощитова                  | 10,0                  | сухе                             | з підвищеною небезпекою                  | В                          | II                              |

# НУБІП України

Загальна виробнича площа кожної ділянки визначається за формулою:

$$F_{\text{вч}} = P \cdot f_p + F_{\text{об}} \quad (1.1)$$

де  $P$  – кількість робочих місць чи стандартних приладів на одне робоче місце;

$f_p$  – питома площа на одне робоче місце,  $m^2$ ;  $f_p = 17 m^2$ ;  
 $F_{\text{об}}$  – сумарна площа контуру, що займає технологічне і допоміжне

обладнання,  $m^2$ .

Визначаються необхідні площі виробничих ділянок.

1. Ремонтно-монтажна ділянка:

$$P=3, f_p=17 m^2, F_{\text{об}}=13,25 m^2;$$

$$F_{\text{д1}} = 3 \cdot 17 + 13,25 = 64,3 m^2.$$

2. Ділянка заготівлі конструкцій:

$$P=2, f_p=17 m^2, F_{\text{об}}=5,3 m^2;$$

$$F_{\text{д2}} = 2 \cdot 17 + 5,3 = 39,3 m^2.$$

3. Ділянка підготовки:  $P=1, f_p=17 m^2, F_{\text{об}}=4,3 m^2$ ;

$$F_{\text{д3}} = 1 \cdot 17 + 4,3 = 21,3 m^2.$$

4. Ділянка фарбування:  $P=1, f_p=9 m^2, F_{\text{об}}=2,7 m^2$ ;

5. Склад:

$$F_{\text{д4}} = 1 \cdot 9 + 2,7 = 11,7 m^2.$$

$$F_{\text{д5}} = 34,7 m^2.$$

6. Кабінет інженера:  $F_{об}=9,3 \text{ м}^2$ .  
7. Вентеляційна камера.  $F_{об}=56 \text{ м}^2$ , вентилятори встановлені в двох приміщеннях площею  $35 \text{ м}^2$  і  $21 \text{ м}^2$ .

8. Кімната спецодягу:  $P=11, f_p=1 \text{ м}^2, F_{об}=7 \text{ м}^2$ ;  
 $F_{об}=11/1+7=18 \text{ м}^2$ .  
9. Душова:  $F_{об}=9 \text{ м}^2$ .

10. Санвузол:  $F_{об}=5,25 \text{ м}^2$ .  
11. Електрощитові:  $F_{об}=10 \text{ м}^2$ .

12. Тамбур:  $F_{об}=10,4 \text{ м}^2$ .  
Такі планування площі приміщень обумовлене наявною будівельною спорудою, а також потребами робочого процесу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 2. ПРОЕКТУВАННЯ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

### 2.1 Вибір основного технологічного і силового обладнання

Обладнання на ремонтно-монтажній дільниці забезпечує можливість продуктивного і якісного виконання розбірних робіт, миття вузлів і деталей, дефектування агрегатів, обладнання для обробки деталей, модернізації та транспортування вузлів на з відповідні ремонтні ділянки .

При виборі комплекту технологічного обладнання майстерні будемо орієнтуватися на типовий проект ТП/816-3-6.83 "Спеціалізована майстерня ремонту обладнання на 50 тис. умовних ремонтів на рік".

Всі види робіт з ремонту або монтажу виконуються на спеціально призначених робочих місцях , які відповідають всім вимогам.

Для спрощення процесу розбирання вузлів кормоприготувальних машин та інших робочих органів машин з великою вагою використовують підвісні кран-балки.

Для виконання контрольно-дефектних робіт і комплектування використовуються контрольно-вимірювальні стенди, столи, шафи, вимірювальний інструмент та пристосування для дефектування і сортування деталей.

На слюсарно-механічній ділянці виконуються роботи по механічній обробці деталей і деякі слюсарні роботи по ремонту деталей, виготовлення нестандартного обладнання впроваджуються модернізації технологічної оснастки робочих машин . Технологічне обладнання ділянки включає токарно-гвинтовий верстат, універсально-фрезерувальний верстат, вертикально-свердильний верстат та установку ТВЧ .

В апаратах для подрібнення неодмінно застосовують установку ТВЧ. Це позитивно впливає на строк служби подрібнювача, а також підвищується якість обробки сировини , ножі та інші деталі подрібнювача проходять процес термообробки в установці ТВЧ.

Додатково на ділянці майстерні виконуються роботи по відновлення деталей, виготовлення нових або окремих їх частин в цьому процесі теж можливе використання установки ТВЧ.

## 2.2 Методика розрахунку електричного освітлення

Освітлення є важливим аспектом облаштування робочого простору. Напряга мережі освітлення складає 380/220В залежно від типу. Нормативну освітленість прийнята згідно вимог ДСТУ та документу «Норми проектування освітлення».

Освітлення передбачається світильниками типу ПВЛМ, ПСХ(робоче та аварійне); переносне для зручності використання в ремонті підвищених деталей, або роботи в ремонтній ямі - світильниками РВО-42 УХЛ4 через ящики з понижувальними трансформаторами ЯТП-0,25. Освітлення повинно відповідати таким вимогам: забезпечити необхідну і постійну освітленість робочого місця, деталей, інструментів; не повинно різнитися в освітленні окремих ділянок робочого місця.

У разі використання комбінованої системи освітлення застосовують два види освітлення місцеве і загальне освітлення. Розрахунок освітлення виконується на кожній ділянці допоміжних побутових приміщень, згідно з діючими нормами ДБН П-97.

Розрахунок освітлення здійснюють методом використання коефіцієнта світлового потоку а перевіряється правильність розрахунку точковим методом.

Вибір освітлювальних установок і способів прокладання електропроводів проводиться залежно від умов навколишнього середовища в приміщеннях.

Головними критеріями при розрахунку являються розміри ділянки - 19x10 м., висота приміщення - 6 м. та освітлювальна площа - 190 м<sup>2</sup>. Для освітлення використовують люмінесцентні лампи, які мають ряд переваг:

- висока освітлювальна віддача, довгий період роботи, мала собівартість;
- сприятливий спектр випромінювання, висока якість передачі кольору;
- низька яскравість і температура поверхні лампи.

Використовуються світильники типу ПВЛМ 2x40, в яких встановлено по дві люмінесцентні лампи ЛБ-40. Світловий потік лампи - 4320 лм

## 2.3 Методика розрахунку освітлювальних мереж і вибір освітлювальних щитів

Переріз провідників вибирається за струмом навантаження, втратами напруги та за механічною міцністю проводів.

Розраховуємо параметри освітлювальної мережі ремонтно - монтажної дільниці. Кількість світильників розподіляємо на 6. Освітлювальну мережу виконуємо алюмінієвим проводом з несучим сталевим тросом АПВ -2 (1x2,5).

За умовами механічної міцності найменший переріз для алюмінієвих проводів -  $2,5 \text{ мм}^2$ . За умовою гранично допустимого рівня нагріву :

$$I_{\text{трдоп}} \geq I_{\text{роб}}$$

Для алюмінієвого проводу  $S = 2,5 \text{ мм}^2$ , розташованого відкрито  $I_{\text{трдоп}} = 19 \text{ А}$ .

Струм в роботі визначаємо за формулою:

$$I_{\text{роб}} = \frac{P_{\text{гет}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} \quad (2.11)$$

де  $P_{\text{гет}}$  -групова встановлена потужність, кВт;

$U_{\text{н}}$  -номінальна напруга.

$$I_{\text{роб}} = \frac{2,08 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 3,2 \text{ А}$$

$$19 \text{ А} > 3,2 \text{ А}$$



# НУБІП України

Умова виконується.

Перевірку правильності вибраного проводу перевіряємо за допустимою втратою напруги у лінії з формули:

# НУБІП України

$$\Delta U = \frac{\Delta P_i \cdot l}{\rho S}, \% \quad (2.12)$$

де  $\Delta P_i$  - сума моментів потужностей;

# НУБІП України

$l$  - коефіцієнт, який залежить від кількості фаз, напруги і матеріалу проводу;  
 $S$  - переріз проводу.

Визначаємо суму моментів потужностей потокової лінії зарозрахунковою схемою питомої групової лінії:

# НУБІП України

$$\Delta P_i \cdot l = \left( P_v \cdot \frac{2,3}{2} \right) \quad (2.13)$$

# НУБІП України

$$\Delta P_i \cdot l = 2,08 \cdot 8 \cdot 2,08 \cdot \frac{2,3}{2} = 40,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Визначаємо фактичну втрату напруги в лінії:

# НУБІП України

$$\Delta U = \frac{40,6}{19,5 \cdot 4} = 0,52\%$$

Фактична втрата напруги менша допустимої.

# НУБІП України

Приймається кабель АВВГ 1(4x4), та провід АПВ 4(1x2,5) з несучим сталевим тросом АВТ-1. Розрахунок інших ліній освітлювальної мережі проводиться аналогічно. Керування захистом від аварійних режимів і

освітленням будемо використовувати освітлювальні щитки типу ЯОУ-8501 з автоматичними вимикачами ВА 51-2914.

Групові освітлювальні мережі прокладаємо на скобах і тросах, кабелем АВВГ, проводом АПВ в поліетиленових трубах.

Обслуговування світильників на висоті більше 5 м виконується за допомогою телескопічної вишки. У якості аварійного джерела світла використовують переносний акумуляторний ліхтар.

#### 2.4. Розрахунок силового обладнання

Все технологічне обладнання надходить в комплекті з трансформаторами та електродвигунами. Здійснюємо перевірку електродвигунів на відповідність параметрам мережі живлення і умовам навколишнього середовища.

Перевірку покажемо на прикладі електродвигуна приводу витяжного вентилятора ВЦ4-75, який розміщений на ремонтно-монтажній ділянці.

Технічні дані вентилятора :

- подача  $L = 600 \text{ м}^3/\text{год} = 0,17 \text{ м}^3/\text{с};$
- напір  $p = 19 \text{ кг}/\text{м}^2 = 190 \text{ Па};$
- частота обертання  $n = 1375 \text{ об}/\text{хв}.$

Навантаження на електродвигун сталє, режим роботи електродвигуна тривалий - S1.

Оскільки вентилятор укомплектований електродвигуном, то перевірку на відповідність потужності вентилятора можна не виконувати .

Паспортні дані електродвигуна АИР56А4 :

$$P_{н.ов.} = 0,12 \text{ кВт} \quad \eta = 63\% \quad \cos \varphi_n = 0,66$$
$$n_n = 1350 \text{ об}/\text{хв} \quad M_{пуск}/M_n = 2,2; \quad \mu_k = M_{max}/M_n = 2,2$$

Виконаємо перевірку вибраного електродвигуна на відповідність робочій машині, тобто відцентровому вентилятору ВЦ4-75.

Використовуючи каталожні дані електродвигуна, побудуємо його природну механічну характеристику  $M_{бв.} = f(n)$  за п'ятьма основними точками:

**1 точка** - неробочий хід

НУБІП УКРАЇНИ

$$M_1 = 0; \quad S_1 = 0; \quad w_0 = 2\pi f_1 / p \quad (2.14)$$

$$w_0 = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 / 2 = 157, \text{ рад/с}$$

НУБІП УКРАЇНИ

**2 точка** - номінальний режим роботи

$$M_2 = M_n; \quad S_2 = S_n;$$

$$w_n = w_0(1 - S_n), \text{ рад/с} \quad (2.15)$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$M_n = P_n \cdot 10^3 / w_n \quad (2.16)$$

де  $M_n$  - номінальний обертовий момент електродвигуна, Н·м;

$P_{н.дв.}$  - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

НУБІП УКРАЇНИ

$$S_n = (n_c - n_n) / n_c, \quad (2.17)$$

де  $S_n$  - номінальне ковзання двигуна;

$n_c$  - синхронна частота обертання, об/хв;

$n_n$  - номінальна частота обертання електродвигуна, об/хв.

НУБІП УКРАЇНИ

Під ставивши дані в (2.16) і (2.17), отримаємо:

НУБІП УКРАЇНИ

$$S_n = (1500 - 1350) / 1500 = 0,1;$$

$$w_n = 157(1 - 0,1) = 141,3, \text{ рад/с}$$

$$M_n = 1,2 \cdot 1000 / 141,3 = 8,49 \text{ Н·м};$$

3 точка - точка критичного (максимального) моменту

$$M_3 = M_{max} \cdot M_n; \quad S_3 = S_{max} = S_{кр}; \quad (2.18)$$

$$M_3 = 2,2 \cdot 8,49 = 18,68 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$S_{кр} = \frac{S_n \left[ M_{max} + \sqrt{M_{max}^2 - 1 + 2S_n (M_{max} - 1)} \right]}{1 - 2S_n (M_{max} - 1)} \quad (2.19)$$

$$S_{кр} = \frac{0,1 \left[ 2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1 + 2 \cdot 0,1 (2,2 - 1)} \right]}{1 - 2 \cdot 0,1 (2,2 - 1)} = 0,33$$

$$W_{кр} = w_0 (1 - S_{кр}), \text{ рад/с} \quad (2.20)$$

$$w_{min} = 157 (1 - 0,33) = 105,19 \text{ рад/с}$$

4 точка - точка мінімального моменту двигуна

$$M_4 = (M_{min} / M_n) \cdot M_n; \text{ при } S_4 = 0,85 \quad (2.21)$$

$$M_4 = 1,8 \cdot M_n = 1,8 \cdot 8,49 = 15,28 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$w_{min} = w_0 (1 - S_{min}), \text{ рад/с}$$

$$w_{min} = 157 (1 - 0,85) = 23,55 \text{ рад/с}$$

5 точка - точка пускового моменту

$$M_5 = (M_{пуск} / M_n) \cdot M_n; \quad \text{при } S_5 = 1;$$

$$M_5 = 2,1 \cdot 8,49 = 17,83 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (2.22)$$

$$w_{пуск} = 0, \text{ рад/с}$$

Визначимо дані для побудови штучної механічної характеристики

$M'_{дв} = f(n)$  при зниженні напруги у споживача на  $-5\% U_{ном}$ .

При цьому використовується формула:

$$M' = (0,95)^2 \cdot M, \quad (2.23)$$

# НУБІП УКРАЇНИ

де  $M$  - відповідні значення моментів електродвигуна, Н·м.

Одержимо:

$$M'_{ном} = (0,95)^2 \cdot 8,49 = 7,64 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M'_{max} = (0,95)^2 \cdot 18,68 = 16,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M'_{min} = (0,95)^2 \cdot 15,28 = 13,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M'_{пуск} = (0,95)^2 \cdot 17,83 = 16,05 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Другу штучну механічну характеристику  $M''_{дв} = f(\omega)$  визначають відхилення моментів.

$$\Delta M_{кр(max)} = -10\%; \quad \Delta M_{min} = -20\%; \quad \Delta M_{пуск} = -15\%.$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Тоді

$$M''_{max} = 0,9 \cdot M_{max} = 0,9 \cdot 18,68 = 16,81 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M''_{min} = 0,8 \cdot M_{min} = 0,8 \cdot 15,28 = 12,22 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M''_{пуск} = 0,85 \cdot M_{пуск} = 0,85 \cdot 17,83 = 15,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M''_{н} = M_{н} = 8,49 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Розрахункові дані для побудови механічних характеристик електродвигуна АІР56А4У3 зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.2

Розрахункові дані для побудови механічних характеристик двигуна АІР56А4

|  |                    |     |       |        |   |       |   |
|--|--------------------|-----|-------|--------|---|-------|---|
|  | $\omega,$<br>рад/с | 157 | 141,3 | 105,19 | 0 | 23,55 | 0 |
|--|--------------------|-----|-------|--------|---|-------|---|

| Найменування характеристики                | $S$                          | 0 | 0,1  | 0,33  | 0,85  | 1     |
|--|------------------------------|---|------|-------|-------|-------|
| природна $M=f(\omega)$                     | $M, \text{Н}\cdot\text{м}$   | 0 | 8,49 | 18,68 | 15,28 | 17,8  |
| штучна, при $\Delta U = -5\%$              | $M', \text{Н}\cdot\text{м}$  | 0 | 7,64 | 16,8  | 13,75 | 16,05 |
| штучна, при відхиленні моментів $\Delta M$ | $M'', \text{Н}\cdot\text{м}$ | 0 | 8,49 | 16,81 | 12,22 | 15,1  |

Механічну характеристику (рис.2.1) робочої машини, в нашому випадку це вентилятор, будемо, використовуючи рівняння:

$$M_c = M_{\text{поч}} + (M_{c,\text{ном}} - M_{\text{поч}}) \cdot (\omega/\omega_n) \quad (2.24)$$

де  $M_c$  - момент статичних опорів вентилятора при частоті обертання  $\omega$ , Н·м;

$M_{\text{поч}}$  - момент статичних опорів тертя, Н·м;

$M_{c,\text{ном}}$  - момент статичних опорів при номінальній частоті обертання вентилятора  $\omega_{\text{ном}}$ , Н·м;

$x$  - показник степеня, що характеризує групу машин.

Для вентилятора  $x = 2$ .

$$M_{c,\text{ном}} = M_{\text{н.дв}} = 8,49 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{поч}} = 0,1 \cdot M_{c,\text{ном}} = 0,1 \cdot 8,49 = 0,849 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.25)$$

Тоді

$$\omega_n = \pi \cdot n_n / 30 = 3,14 \cdot 1350 / 30 = 141,3 \text{ рад/с} \quad (2.26)$$

Таблиця 2.3

Розрахункові дані для побудови механічної характеристики  
вентилятора ВП4-75

|             |       |      |     |        |       |
|-------------|-------|------|-----|--------|-------|
| W, рад/с    | 23,55 | 40   | 80  | 105,19 | 141,3 |
| Mвент., Н·м | 0,2   | 0,68 | 2,7 | 4,7    | 8,49  |

На основі даних таблиць 2.2 і 2.3 будуюмо механічні характеристики

електродвигуна і вентилятора( рис. 2.1)

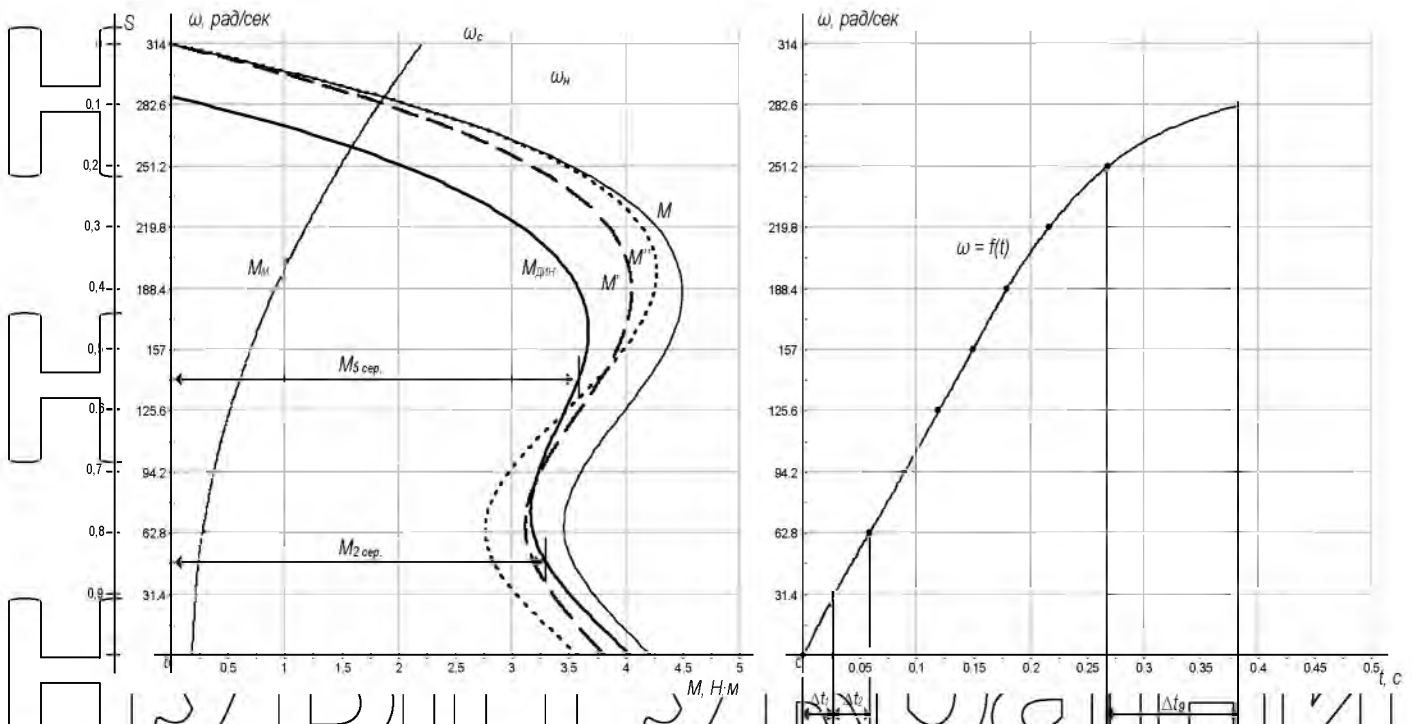


Рис. 2.1. Механічні характеристики електродвигуна і робочої машини

Розбиваємо на 7 ділянок вісь  $\omega$ :

$$\omega_1 = 0 \text{ рад/с}, \quad \omega_2 = 20 \text{ рад/с},$$

$$\omega_3 = 40 \text{ рад/с}, \quad \omega_4 = 60 \text{ рад/с},$$

$$\omega_5 = 80 \text{ рад/с}, \quad \omega_6 = 100 \text{ рад/с},$$

$$\omega_7 = 120 \text{ рад/с}, \quad \omega_8 = 141 \text{ рад/с},$$

На кожній ділянці визначасмо динамічний момент привода  $M_{дин}$  за формулою:

$$M_{дин} = M_{ов} - M_{в}, \quad (2.27)$$

$$M_{дин1} = 17,8 - 0,2 = 17,6 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин2} = 15,6 - 0,4 = 15,2 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин3} = 15,7 - 0,6 = 15,1 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин4} = 16,1 - 1,3 = 14,8 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин5} = 16,9 - 2,6 = 14,3 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин6} = 17,8 - 4,4 = 13,4 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин7} = 15,7 - 6,5 = 9,2 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин8} = 8,46 - 8,46 = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Усереднюємо динамічний момент на ділянках.

$$M_{дин1сер} = 15,9 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин2сер} = 15,15 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин3сер} = 14,95 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин4сер} = 14,55 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин5сер} = 13,88 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин6сер} = 11,3 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{дин7сер} = 4,6 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Визначаємо на кожній ділянці  $\Delta t$ :

$$\Delta t_i = j_{пр} \frac{\Delta \omega_i}{M_{iсер}} \quad (2.28)$$

де  $j_{пр}$  - приведений момент інерції до валу електродвигуна,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;

$\Delta \omega_i$  - частота обертання на  $i$ -тій ділянці,  $\text{рад}/\text{с}$ ;

$M_{iсер}$  - середній динамічний момент на  $i$ -тій ділянці,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ .



НУБІП України  $J_{np} = J_{p.m} + J_{дв}$  (2.29)

де  $J_{p.m}$  - момент інерції робочої машини,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$J_{дв}$  - момент інерції ротора двигуна,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

НУБІП України  $J_{дв} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

Момент інерції робочої машини - вентилятора визначається за формулою:

НУБІП України  $J_{p.m} = m \rho^2$ , (2.30)

де  $m$  - маса робочого колеса вентилятора,  $\text{кг}$ ,

$\rho$  - радіус інерції робочого колеса вентилятора,  $\text{м}$ .

НУБІП України  $\rho^2 = R^2 / 2$  (2.31)

де  $R$  - радіус робочого колеса вентилятора,  $\text{м}$ .  $R = 0,2 \text{м}$

НУБІП України Тоді, підставивши в (2.31), отримаємо:  
 $\rho^2 = 0,2^2 / 2 = 0,02 \text{м}^2$

НУБІП України Далі за формулою (2.30) отримаємо:  
 $J_{p.m} = 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{м}^2$

$$J_{np} = 0,01 \cdot 10^{-3} + 0,7 \cdot 10^{-3} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{м}^2.$$

НУБІП України  $\Delta t_1 = \frac{0,0008 \cdot 20}{15,9} = 0,001 \text{с}$ ;  
 $\Delta t_2 = \frac{0,0008 \cdot 20}{15,15} = 0,00106 \text{с}$ ;

$$\Delta t_3 = \frac{0,0008 \cdot 20}{14,95} = 0,0011c;$$

$$\Delta t_4 = \frac{0,0008 \cdot 20}{14,55} = 0,00109c;$$

$$\Delta t_5 = \frac{0,0008 \cdot 20}{13,88} = 0,00115c;$$

$$\Delta t_6 = \frac{0,0008 \cdot 20}{11,3} = 0,0014c;$$

$$\Delta t_7 = \frac{0,0008 \cdot 20}{4,6} = 0,0034c;$$

Визначення часу пуску електродвигуна:

$$t_{\text{пуск}} = \sum \Delta t_i \cdot c \quad (2.32)$$

$$t_{\text{пуск}} = 0,001 + 0,00106 + 0,0011 + 0,00109 + 0,00115 + 0,0014 + 0,0034 = 0,0102c.$$

Перевірку за тепловим режимом під час пуску виконуємо виходячи з умови:

$$\theta_{\text{доп. ізол.}} > \theta_{\text{пуск}} \quad (2.33)$$

$$\theta_{\text{доп. ізол.}} - 40 > \theta_{\text{пуск}} + 40;$$

Визначимо температуру нагріву ізоляції під час пуску електродвигуна за формулою.

$$\theta_{\text{пуск}} = V \cdot t_{\text{пуск}}; \quad (2.34)$$

де  $V$  - швидкість нагрівання обмотки статора,  $^{\circ}\text{C}/\text{c}$ ,  $V = 5,9^{\circ}\text{C}/\text{c}$ .

Тоді

$$\theta_{\text{пуск}} = 5,9 \cdot 0,0102 = 0,06^{\circ}\text{C}$$

Клас нагрівостійкості ізоляції двигуна В, що відповідає допустимій температурі нагрівання обмотки статора 130°C.  
Отже умова виконується.

## 2.5. Розрахунок та вибір силових електропроводок

Переріз кабелів і проводів вибираємо з умови достатньої механічної міцності і гранично допустимого нагрівання:

$$I_{т. доп} > I_{max. т. доп}, \quad (2.35)$$

де  $I_{т. доп}$  - тривало допустимий струм нагріву провідника, А;

$I_{max. т. доп}$  - максимальний тривало допустимий струм нагріву провідника, А.

Вибір та розрахунок проводки для двигуна вентилятора ремонтно-монтажної ділянки. Електродвигун працює з постійним навантаженням. За максимальний робочий струм приймаємо його номінальний струм:

$$I_{max. т. доп} = I_{н. від} = \frac{P_{нон} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \quad (3.19)$$

$$I_{max. т. доп} = I_{н. від} = \frac{0,25 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84 \cdot 0,83} = 0,54 \text{ А}$$

За результатом розрахунку вибираємо провід марки АПВ з алюмінієвими жилами з прокладенням в сталевих трубах в підлозі. Поперечний переріз проводу/жили 2,5 мм<sup>2</sup>.

Діаметр труби визначемо за формулою:

НУБІП України

$$D \geq 1,2 \cdot d, \quad (3.20)$$

де  $d$  - діаметр проводки, мм; для трижильного проводу АПВ діаметр складає

НУБІП України

$$d = 9,0 \text{ мм, тоді:}$$
$$D = 1,2 \cdot 9,0 = 10,8 \text{ мм}$$

Приймаємо трубу з найбільш стандартним близьким значенням по внутрішньому діаметру - 15 мм. По такому ж принципу вибираємо силову електропроводку для інших струмоприймачів.

Живлення струмоприймачів здійснюється від головної розподільчої шафи

типу ПР8501-074-ІР21У3 із автоматичними вимикачами ВА51-35 тарозподільчих шаф типу ПР8501-023-ІР21У3 з вимикачами ВА51-35.

Захисною та пусковою апаратурою для електродвигунів вибираємо електромагнітні пускачі ПМЛ з кнопками керування.

Підключення переносних струмоприймачів передбачається від силових ящиків із дштепельними роз'єднаннями і розетками типу РШ-30, ШТ - 10.

На ввіді встановлений триполюсний вимикач ВА51-35 на 160А. Розподільча частина електромережі виконана кабелем АВВГ, який прокладений по будівельних конструкціях, проводом ПВ або АПВ в поліетиленових або сталевих трубах. Живлення вводу здійснюється кабелем АВВГ 1(4х120).

## 2.6. Вибір апаратів керування і захисту

Для захисту від перевантажень і коротких замикань вибираємо автоматичний вимикач типу ВА. Вибір здійснюємо для установок ТВЧ напруга живлення мережі 340...430 (три фази). Максимальний струм споживання 60 А.

Максимальна вхідна потужність 40 кВт. Коливальна частота індуктора – 30...80 кГц. Струм індуктора 400...1800 А. Робочий тиск охолоджуючої рідини 0,08...0,16 МПа, кількість ОЖ - 7,6 л/м. Максимальна температура рідини, що охолоджує, - не більше 40 грд. Цельсія. Розміри/вага: основний блок - 620 x 250 x 530 мм/34,5 кг; блок трансформатора - 480 x 260 x 410 мм/31,5 кг.

Параметри установки  $P_H=40$  кВт;  $I_{н.уст.}=10$  А;  $I_{макс}=60$  А.

Вибір здійснюємо з наступних умов, при цьому  $I_{ав}=63$  А:

1.  $U_{де} \geq U_{мер}$ ;  $U_{де}=380В \geq U_M=380В$ ; 2.

$I_{ав} \geq I_{н.дв}$ ;  $I_{ав}=63А > I_{н.уст.}=20 А$ ;

3.  $I_{тр} \geq I_{н.дв}$ ;  $I_{тр}=29А \geq I_{н.дв}=20А$ ;

4.  $I_{відс. ел.магн. р} \geq (1,45...1,65) \cdot I_{макс}$  ;

$I_{відс. ел.магн. р}=12I_{ав}=12 \cdot 25=300А > 1,65 \cdot I_{макс}=99А$ ;

5.  $I_{гр.к} \geq I_{з.ф.з}$ ;  $I_{гр.к}=3 кА \geq I_{з.ф.з}=1,5 кА$ .

Вибираємо автоматичний вмикач ВА51-35 на 63 А.

Апаратуру керування і захисту для всіх інших струмоприймачів вибирається за схожим принципом з урахуванням його особливостей і результати розрахунків та вибору заносимо в розрахунково-монтажну таблицю силової мережі.

### **3. Дослідження методики застосування установки ТВЧ в кормоподрібнювачах.**

#### **3.1. Загальні відомості.**

Для виробництва продукції необхідно велика кількість різних видів кормів для годівлі ВРХ, на сьогодні існує велика кількість сучасних засобів та способів, кожен з яких відрізняється за типом сировини, яка є основою кормової суміші.

Технологія кормоприготування обирається в залежності від кормових компонентів та їх якості, віком та видом, заданим методом годівлі.

Кормоприготування в загальному це структура і послідовність способів та заходів обробки сировини, метою яких є отримання готової кормосуміші для згодовування.

Багаторічним досвідом визначені раціональні технологічні заходи стосовно конкретних видів кормів. Окремі з них є обов'язковими для багатьох видів кормової сировини такі як подрібнення та очищення. Для отримання найбільш ефективної технології годівлі тварин, важливими є операції з змішування та дозування, а в окремих випадках також хімічний або тепловий обробіток.

Та для самих машини для подрібнення неодмінно застосовують технології ТВЧ. Це суттєво впливає на строк служби подрібнювача, а також від цього процесу наряду залежить якість обробки сировини, ножі та інші деталі подрібнювача в обов'язковому порядку проходять процес термообробки на сучасній установці ТВЧ.

#### **3.2. Основні методи обробки складових частин подрібнювачів.**

Наразі з появою та доступністю нових технологій їх широко застосовують для модернізації кормоприготувальних апаратів. Ставляться завдання введення прогресивних методів обробки деталей для підвищення їх

поверхневої міцності, що запобігає швидкому зносу поверхні в процесі експлуатації.

Сучасні методи зміцнення поверхневого шару, який в більшості випадків визначається службовими характеристиками деталей кормоприготувальних апаратів, що включає в себе ряд методів обробки: загартування ТВЧ, хіміко-термічну, лазерну обробку, механічну і т.д.

### 1. Хіміко-термічна обробка.

Метод хіміко-термічної обробки полягає в поєднанні хімічного та термічного впливу на метал з метою зміни його хімічного складу та структури, для покращення властивостей поверхневого шару металевої деталі.

### 2. Лазерна обробка.

Метод лазерної полягає у локальному нагріванні, локальне випаровування чи локальне плавлення матеріалу, процес обробки проходить за рахунок впливу тепла що, поглинає матеріал в місці впливу лазерного променя.

Лазерний вплив залежить від величини щільності потужності, матеріал може нагрітися, випаруватися, чи розплавитися.

Щільність потужності це величина потужності, віднесена до одиниці площі, зазвичай, квадратному сантиметру. Більшість металів випаровується при щільності потужності, що перевищує кілька мільйонів ват на квадратний сантиметр

### 3. Метод поверхневого пластичного деформування.

Метод поверхневого пластичного деформування використовується для зміцнення поверхневого шару металевих деталей відповідно до призначення. Він полягає в обкатуванні роликami або карбуванням бойками. Для покращення зовнішнього товарного вигляду та підвищення зносостійкості

поверхневого шару застосовується чистове ППД, а для підвищення зносостійкості використовують зміцнюючу обробку.

В масовому виробництві широке застосування для зміцнення поверхневих шарів деталей машин знайшло обкатування роликком. При здійсненні технологічного процесу обкатування найбільш широко застосовуються сферичні або тороподібні ролики та головним недоліком цього методу є те, що при великих кутах вдавлювання ролика у напрямку його подачі на обкатаній поверхні деталі з'являється хвилястість з кроком, відмінним від величини подачі.

#### 4. Загартування ТВЧ

Метод загартування ТВЧ є одним із найбільш прогресивних методів обробки. Він покликаний збільшити строк служби машини, та направлений на окремі найбільш навантажені вузли машини, з метою підвищення їх ерозійної та механічної стійкості шляхом гартування з використанням швидкісного нагрівання струмами високої частоти (установка ТВЧ).

Саме використання ТВЧ установки дозволяє швидко та якісно усунути залишкову напругу, на відміну від застарілого пічного методу який є невиправдано трудомістким та економічно невигідним.

Детально розглянемо застосування технології ТВЧ

### 3.3. Загальна характеристика технології ТВЧ

Від стану вузлів залежить міцність елементів в особливо відповідальних сталевих конструкціях, поверхнева міцність деталей теж відіграє важливу роль. Для надання їй необхідних, в'язкості чи стійкості проводять операції з термічної обробки. Зміцнення поверхні деталей проводять різними способами.

Загартування струмами високої частоти, один з них. Він відноситься до дуже продуктивних і є широко поширеним. Подібна термообробка застосовується як до деталей різного призначення.



Метою обробки є досягнення певного рівня міцності, тим самим збільшувати термін експлуатації та експлуатаційні характеристики. Технологія використовується для посилення вузлів технологічного обладнання та транспорту, а також загартовування різного інструменту.



Рис 3.1 Зображення установки ТВЧ в роботі.

ТВЧ загартування працює за рахунок здатності електричного струму (зі змінною амплітудою) проникати в поверхню деталі, піддаючи її нагріванню це дозволяє покращити характеристики міцності деталей. Глибина проникнення завдяки магнітному полю може бути різною.

Одночасно з поверхневим гартуванням і нагріванням серцевина вузла може бути не прогріта повністю або трохи підвищити свою температуру. Поверхневий шар виробу, що обробляється, утворює необхідну товщину, достатню для провідження електричного струму. Цей шар є глибиною проникнення електроструму. Експерименти довели, що збільшення частоти струму сприяє зменшенню глибини проникнення. Даний факт відкриває можливість для регулювання та отримання деталей з мінімальним загартованим шаром.

Термообробка ТВЧ здійснюється у спеціальних установках;

# НУБІП України

- генераторах ;
- помножувачах;
- перетворювачах частоти.

Перетворювачі частоти дозволяють здійснювати регулювання у необхідному діапазоні.

# НУБІП України

На кінцеве загартування впливає не тільки частота , а і габарити і форма деталі та матеріал , а також індуктор, який використовується . Також відомо

# НУБІП України

, що менші розміри і простіша об'єкта форма, то краще проходить процес загартовування . Та знижується витрата енергоресурсів.

На внутрішній поверхні часто є додаткові отвори для подачі води при охолодженні. У цьому випадку процес супроводжується первинним

# НУБІП України

нагріванням та подальшому охолодженні без подачі струму. Зміни індукторів різні. Пристрій безпосередньо залежить від оброблюваної заготовки. У деяких апаратах відсутні отвори. У такій ситуації охолоджується деталь в особливому загартованому баку.

# НУБІП України

Основною вимогою до процесу ТВЧ гартування є збереження постійного зазору між індуктором та виробом. За збереження заданого зазору якість загартовування покращується.

Зміцнення може бути одним із способів:

# НУБІП України

- Безперервно-послідовний: деталь нерухома, а індуктор рухається вздовж її осі;
- Одночасний: виріб рухається, а індуктор — навпаки ;
- Послідовний: відбувається послідовна обробка різних елементів.

# НУБІП України

### 3.4. Засоби для проведення загартування ТВЧ

Для проведення загартування ТВЧ використовують індукційні установки.

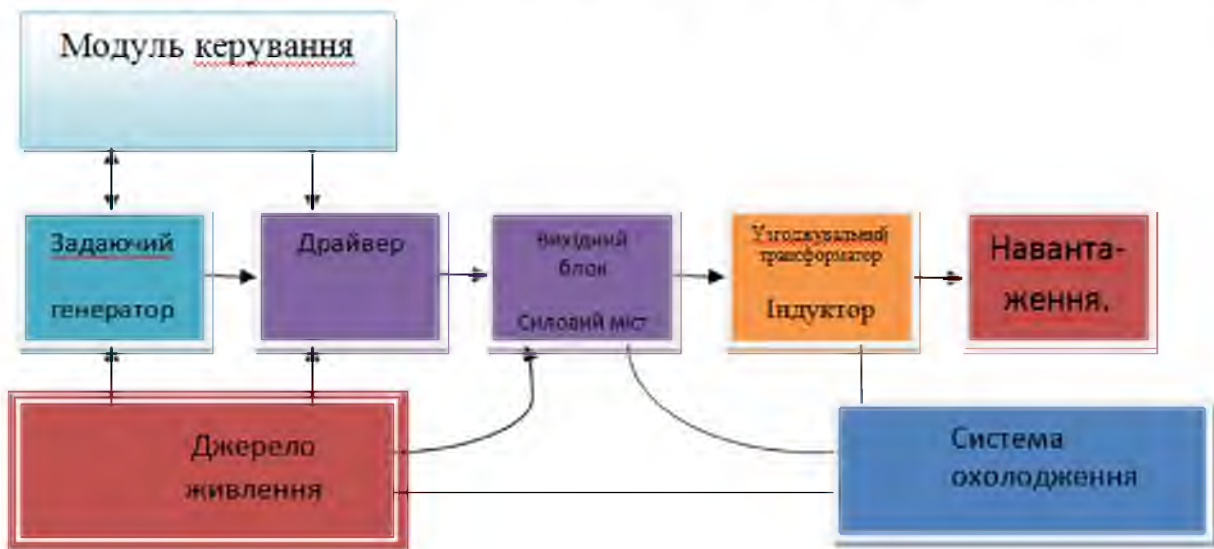


Рис 3.2 Технологічна схема типової установки ТВЧ.

#### Модуль керування

Виконується або на мікроконтролер або на логічних елементах. Аналізує режим роботи всієї установки. Керує генератором, можлива реалізація, де генератор, поєднаний з МК.

#### Драйвер

Розгойдує по потужності (напрузі і струму) генератор, що задає, до рівня, достатнього для управління силовими транзисторами. Як правило гальванічно розв'язаний із генератором, що задає. Як елементи, що забезпечують гальванічну розв'язку зазвичай використовуються оптореле або трансформатори.

#### Силовий блок

Ключ, виконаний на потужних транзисторах. Керується блоком драйверів. Виконує роль ключа на джерелі живлення. Переносить енергію



джерела живлення у вихідній резонансний контур. Де за допомогою індуктора змінним полем індуктора переноситься у навантаження.

Узгоджувальний трансформатор

Знижує напругу на виході силового блоку. Перетворює напругу на електричний струм.

Система охолодження

Охолоджує силовий міст, що узгоджує трансформатор та індуктор. Як правило являє собою систему патрубків по якій циркулює охолоджуюча рідина

Навантаження

Заготовка/деталь, на яку передається енергія для її нагрівання.



Рис 3.3 Загальний вигляд промислової установки ТВЧ.

Установка ТВЧ є високочастотним генератором спільно з індуктором.

Виріб, який підлягає обробці, може розташовуватися як у самому індукторі, так і поруч з ним. Він є котушкою, на якій накручена трубочка з міді.

Принцип роботи: Змінний електричний струм при проходженні через індуктор створює електромагнітне поле, що проникає у деталь. Воно призводить до розвитку вихрових струмів, які проникають у деталь та взаємодіючи з нею підвищують її температуру.

Головною особливістю технології є проникнення вихрового струму до поверхневої структури металу. З підвищенням частоти струму з'являється можливість для концентрації тепла на малій ділянці деталі, це в свою чергу збільшує швидкість нагріву яка може досягати до 100 – 200 град/сек. Ступінь твердості збільшується до 4 одиниць, що виключено під час об'ємного загартовування.



Рис 3.4 Приклад об'ємного загартування.

### 3.5. Методи проведення обробки сталі за допомогою установки ТВЧ

Продовження терміну служби, підвищення надійності та відновлення деталей та вузлів машин шляхом їх зміцнення, нанесення різних зносостійких покриттів є пріоритетною ціллю. Це стосується швидко зношувальних деталей, таких як робочі органи (РО) сільськогосподарських машин. В даний час у машинобудуванні найбільшого поширення набуло зміцнення РО шляхом

індукційної обробки різних твердих сплавів, а також хімікотермічною обробкою

# НУБІП УКРАЇНИ

## Хімікотермічна обробка

Це спосіб зміцнення робочих органів при швидкісному ТВЧ-бурванні,

він дає змогу отримувати на поверхні сталевий деталі шар композиційних зміцнювальних борідних покриттів потрібної системи Fe-B-Fe<sub>3</sub>B, завтовшки 350-600 мкм за час 1-2 хв

Недоліком цього способу є складний характер фізичних та хімічних процесів при формуванні захисних покриттів, окислення та підплавлення основної деталі, ускладнюють технічну та технологічну реалізацію цього способу.

Приклад математичної моделі процесу отримання борідних покриттів на сталі при ТВЧ-нагріві.

Покриття потрібної системи Fe-B-Fe<sub>3</sub>B отримували на зразках сталі при ТВЧ-нагріві, за відомою методикою, професора С.С.Дьяченко. Швидкість ТВЧ-нагріву та температуру контролюють за допомогою термопари.

Значимість коефіцієнтів регресії математичної моделі визначали за t-критерієм Стьюдента, а адекватність моделі - за допомогою F критерію Фішера.

Так як основна маса сучасних робочих органів вітчизняних та зарубіжних сільгоспмашин виконані з марганцевих, хромистих та хромомарганцевих

конструкційних легированих сталей 65Г, 45Х, 50ХГА та інших з яких вироюляють окремі частини які виконуються іншими марками сталей в залежності в потрібних характеристик для певного роду процесів.

Математичне моделювання проводиться у два етапи. Спочатку проводять оптимізацію процесу отримання ізольованих композиційних борідних покриттів Fe-B-Fe<sub>3</sub>B на сталі за усіченим ортогональним планом ПФЕ типу 32, коли в якості основних факторів, що впливають, розглядалися температура



ТВЧ-нагріву, час борування та швидкість нагріву, як цільові функції - відносна зносостійкість та товщина борідного покриття.

Після знаходження оптимального часу, швидкості та температур нагріву процес оптимізувався за насиченим ортогональним планом ПФЕ 23, коли в якості основних факторів, що впливають, розглядалися вміст флюсу П-0,66 у складі, що борує, і час витримки зразка при оптимальній температурі борування, а як цільова функція - товщина борідного покриття.

Перший етап.

Для борування зразків сталі будують експериментальні рівняння регресії вони пов'язують основні параметри процесу швидкісного ТВЧ-борування з цільовими функціями таким чином як товщиною  $h$  та відносною зносостійкістю  $\varepsilon$  покриттів, що виходять. В результаті проведення ПФЕ плану 32, статистичної обробки та переходу до декодованим факторам, нами була отримана математична модель для цільової функції відносною зносостійкістю одержуваного композиційного зміцнюючого борідного покриття  $\varepsilon$  залежно від основних параметрів - температури нагріву  $T$ , 0

З часу борування  $t$ , з швидкості ТВЧ-нагріву  $V$ , °C/c у вигляді наступної системи рівнянь:

$$\varepsilon = 537,938 - 0,557 \cdot x_1 - 10,569 \cdot x_2 - 17,487 \cdot x_3 + 0,011 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,018 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,339 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,0003 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

$$h = 1206,143 - 0,376 \cdot x_1 - 37,633 \cdot x_2 - 18,071 \cdot x_3 + 0,010 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,012 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,517 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,001 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

де:  $x_1$  - температура нагріву, °C;  $x_2$  – час витримки при заданій температурі, с;  $x_3$  – швидкість нагрівання, °C

Силу відносного впливу окремих факторів у моделі визначають за принципом Парето, представляючи їх як діаграми. Проаналізовані дані показують, що найбільш сильний вплив на відносну зносостійкість борідного

покриття чинить час витримки та швидкість нагріву при заданій температурі, помітний вплив спричиняє температура нагріву і потрібна взаємодія факторів, ефект від подвійної взаємодії факторів слабший.

Аналіз правильності моделі по співвідношення між експериментальними і сталими значеннями зносостійкості можемо спостерігати на графіку.

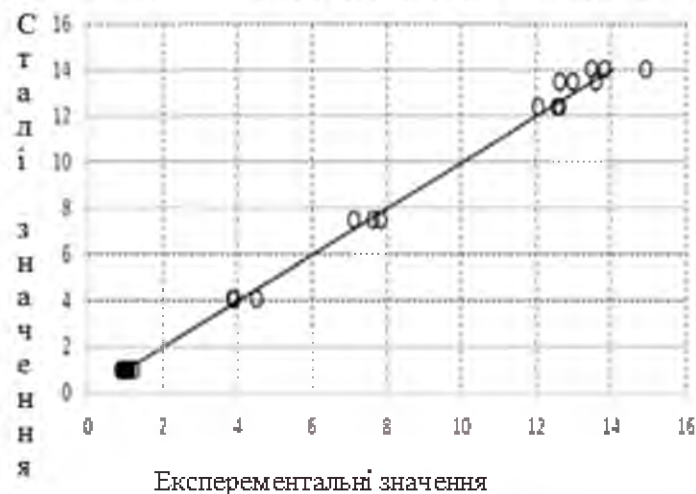


Рис. 3.5. Графік співвідношення між експериментальними і сталими значеннями зносостійкості

Другий етап.

Як фактори планування можуть використовуватися боруючі суміші з вмістом флюса П-С,66 і час витримки заготовки при оптимальній температурі, а в якості цільової функції товщина боридного покриття  $\mu$ . Вміст основного боруючого агента В4С може не братися до уваги, так як його кількість може бути скорегована за рахунок товщини обмазки. Оптимальна температура боридування, розраховується з системи рівнянь і підтверджена експериментально, складає 1100-1250 °С.

В результаті розробляється математична модель товщини боридного покриття в залежності від параметрів, вміст флюса і часу витримки при заданій температурі.



Технологічний процес швидкісного ТВЧ борірування, діапазон досліджуваних параметрів при якому виходить боридне покриття товщиною від 300 до 400 мкм складає для кількості флюса П-С, 66 в складі боруючої суміші – від 11 до 16 мас.% для часу витримки – від 70 до 125 сек.

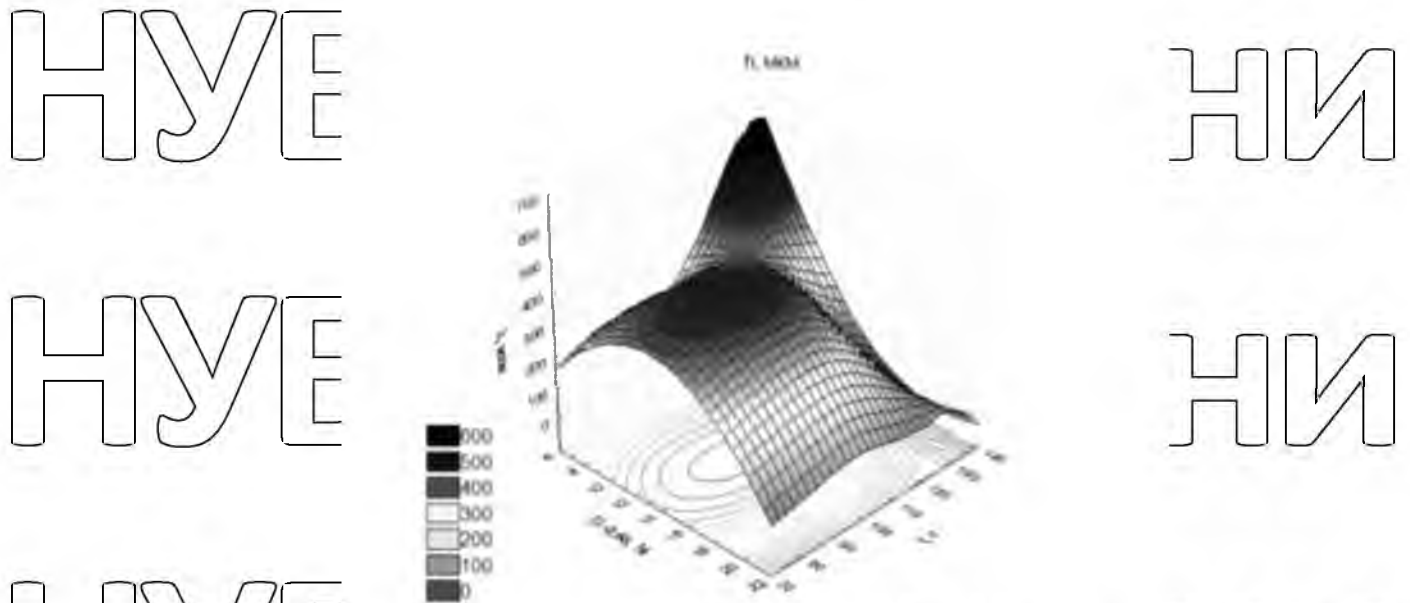


Рис.3.6. Поверхня реакції цільової функції-товщини покриття на поле факторів наявності флюса і часу витримки образця при оптимальній температурі в ТВЧ установці.

### Термічна обробка

Термічна обробка та подальший рентгеноструктурний аналіз

проводились на зразках у вихідному стані після поліпшення – гартування в печі

1050 °С (масло) + пічний відпуск 680 °С. Розмір зразків – 20×30×5 мм

Швидкісне нагрівання проводилось за допомогою генератора струмів високої частоти ВЧГ-60/0,44 (частота  $\nu = 440$  КГц) з використанням прямого мідного індуктора діаметром 6 мм.

Для отримання високих показників питомої потужності за індукторі застосовувався феритовий магнітопровід. Зразки піддавались поверхневому гартуванню з використанням СВЧ – нагрівання до 1150 °С зі швидкістю  $\nu_{нагр}$

$\approx 1000 \text{ }^\circ\text{C/s}$  та подальше охолодження воляним спресом. Через достатньо високу частоту генератора СВЧ товщина загартованого шару  $h \approx 1 \text{ мм}$ , що становить 20% від загальної товщини зразка. Проміжок між індуктором та поверхнею зразків складає  $z \approx 0,95 \text{ мм}$ , швидкість переміщення зразків уздовж індуктора –  $V_{\text{пер}} \approx 5,75 \text{ мм/с}$ .

Для порівняння було проведено об'ємне гартування в печі від температури  $1050 \text{ }^\circ\text{C}$  з охолодженням у маслі.

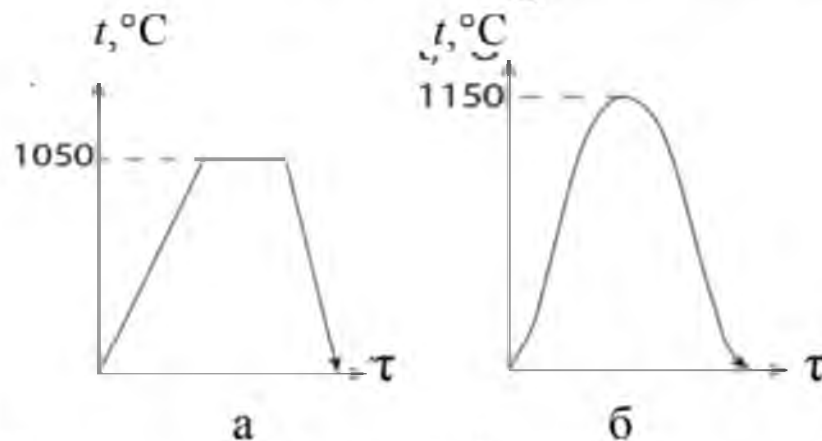


Рис.3.7. Схема проведення гартування: а – у печі, б – за допомогою СВЧ

Після гартування з різними швидкостями нагрівання був проведений відпуск за двома методами з повільним пічним нагріванням ( $V_{\text{нагр}} \approx 0,1 \text{ }^\circ\text{C/s}$ ) та швидкісним за допомогою СВЧ ( $V_{\text{нагр}} > 100 \text{ }^\circ\text{C/s}$ ). Швидкісний відпуск СВЧ проводився за тих же технологічних параметрів, що і гартування ( $v, z, V_{\text{пер}}$ ), лише з пониженням питомої потужності генератора для досягнення заданої температури відпуску в поверхневому шарі.

Попередньо загартований СВЧ шар був рівномірно прогрітий на задану глибину ( $h \approx 1 \text{ мм}$ ) до температур відпуску, що підтверджується результатами математичного моделювання.

Для визначення температури на поверхні зразків під час нагрівання СВЧ використовують окремі термопари із записом кривої нагрівання через аналогово-цифровий перетворювач на комп'ютер.

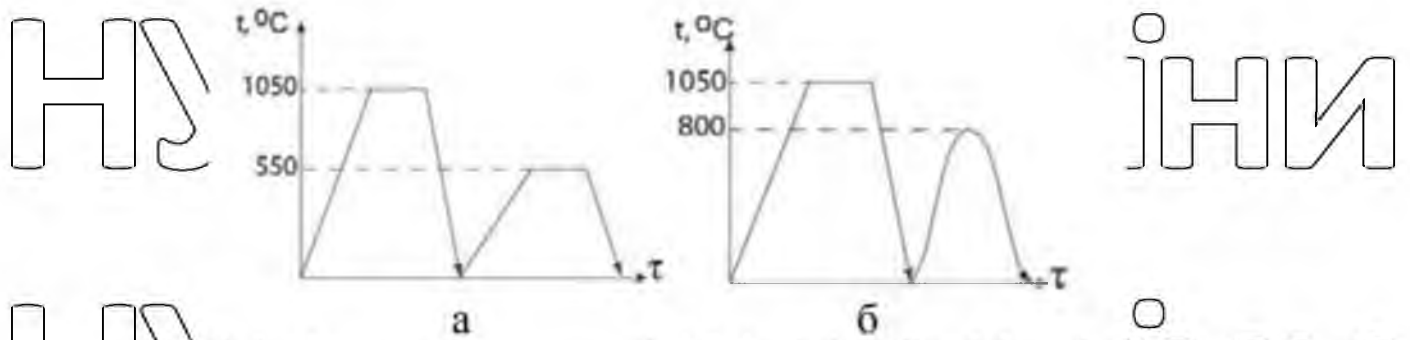


Рис.3.8.Схема пічного гартування та подальшого відпуску: а – пічний відпуск 550 °С; б – відпуск СВЧ 800 °С

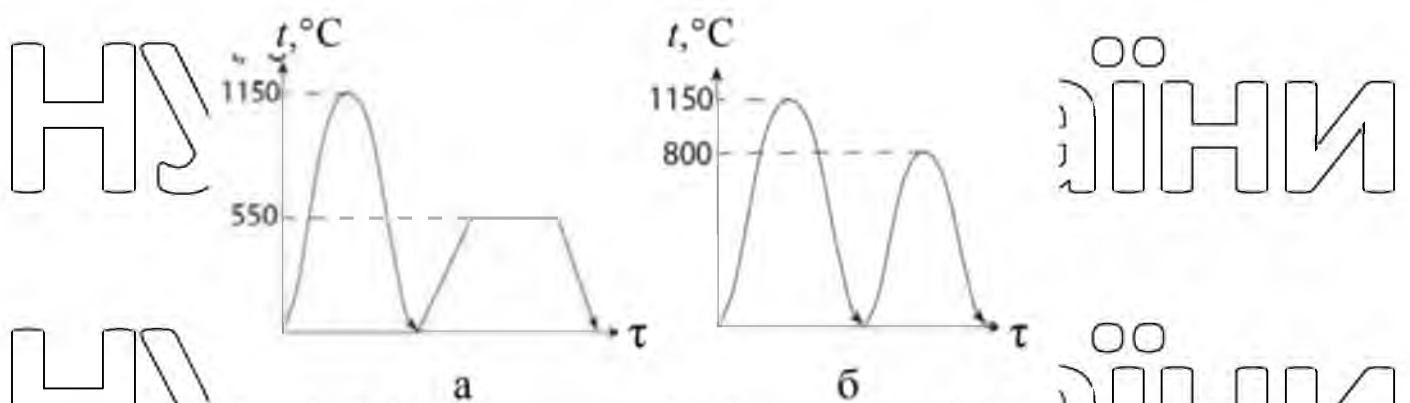


Рис.3.9.Схема гартування СВЧ та подальшого відпуску: а – пічний відпуск 550 °С, б – відпуск СВЧ 800 °С

Різницю значень характеристик структури під час проведення відпуску з різною швидкістю нагрівання за однакової температури критерієм порівняння впливу швидкості нагрівання було обрано твердість поверхневих шарів. Тому температури відпуску були підбрані з використанням результатів попередніх досліджень впливу швидкості нагрівання та температури на твердість сталі.

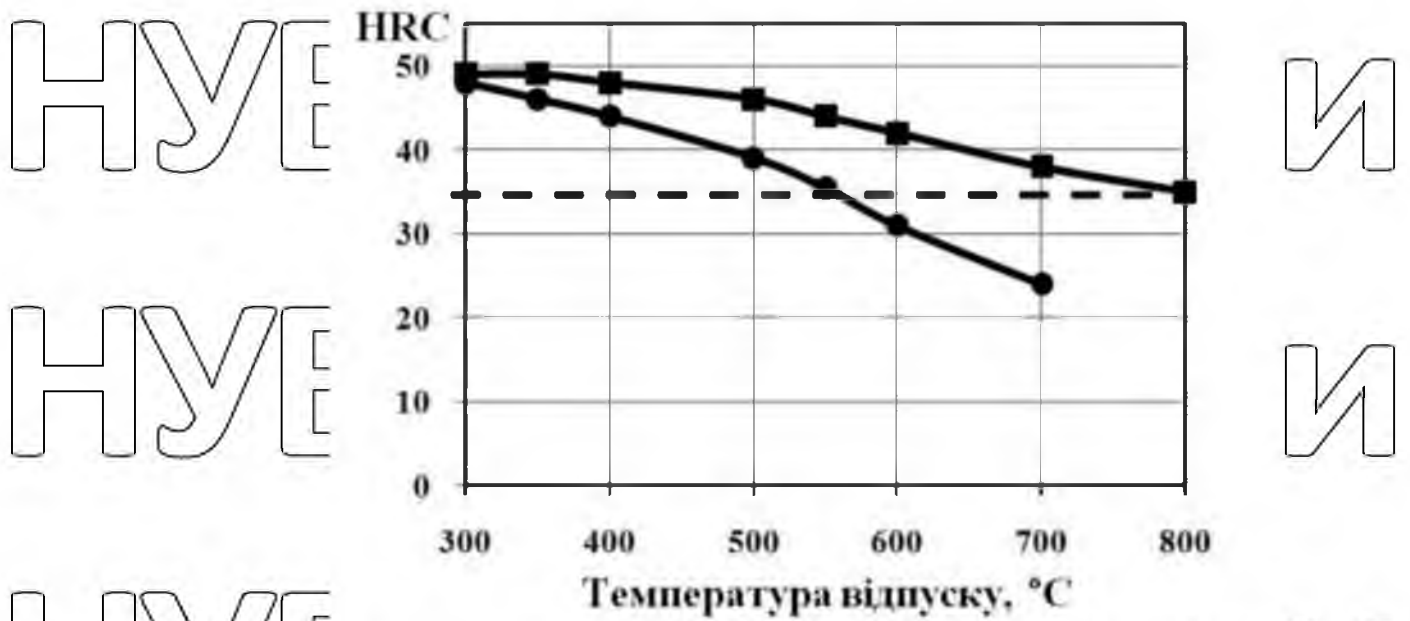


Рис. 3.10. Вплив температури та швидкості нагрівання під час відпуску на твердість сталі: ■ – відпуск СВЧ; ● – пічний відпуск.

З рис. Рис. 3.10. видно, що твердість 34-35 HRC може бути досягнута шляхом швидкісного відпуску СВЧ 800 °C або пічного відпуску 550 °C. Ці дані взяті за основу подальшого порівняння. За допомогою рентгеноструктурного аналізу для кожного із дослідних зразків були отримані значення розширення дифракційних максимумів інтерференційних ліній (110) та (211).

В усіх випадках співвідношення істинних фізичних розширень знаходиться між співвідношенням косинусів та тангенсів

$$\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} < \frac{\beta_2}{\beta_1} < \frac{\operatorname{tg} \theta_2}{\operatorname{tg} \theta_1}$$

Отже, фізичне розширення ліній викликане як мікродеформацією, так і подрібненням кристалів. Методом апроксимації визначаються розміри областей когерентного розсіяння та значення мікродеформацій кристалічної ґратки.

Густина дислокацій (з точністю до напівпорядку) розраховують за формулою:

$$\rho = \frac{4}{s} \frac{etg^2\theta}{b^2} \beta^2,$$

де  $b$  – вектор Бюргерса,  $\beta$  – фізичне розширення, рад.

Результати дослідження

На Рис.3.11. наведені порівняльні діаграми впливу швидкості нагрівання під час гартування та відпуску на субструктурні характеристики сталі

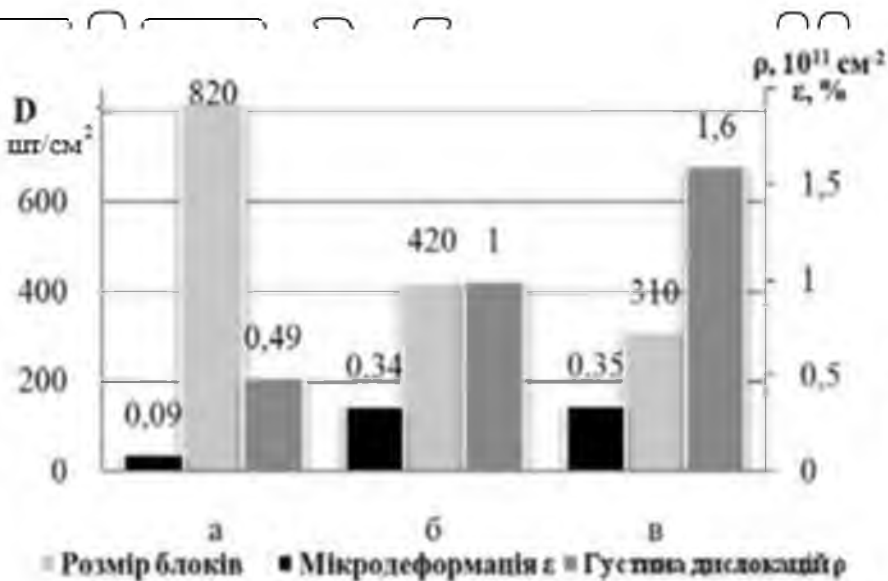


Рис.3.11. Субструктурні характеристики сталі у вихідному стані та після гартування з різними швидкостями нагрівання: а – вихідний сталі, б – після гартування; в – гартування СВЧ

Гартування в печі і за допомогою СВЧ порівняно із вихідним станом приводить до подрібнення блочної структури майже у 2–2,5 рази, збільшення показників мікродеформації – у 3,5 рази та густини дислокацій у 2–3 рази. Завдяки високій швидкості нагрівання процес гартування СВЧ

приводить до отримання більш розвиненої субструктури, на відміну від пічного



гартування. Це тому, що внаслідок високої швидкості нагрівання аустенітне зерно подрібнюється і спадково передається отриманому після гартування СВЧ дрібногоччатому мартенситу.

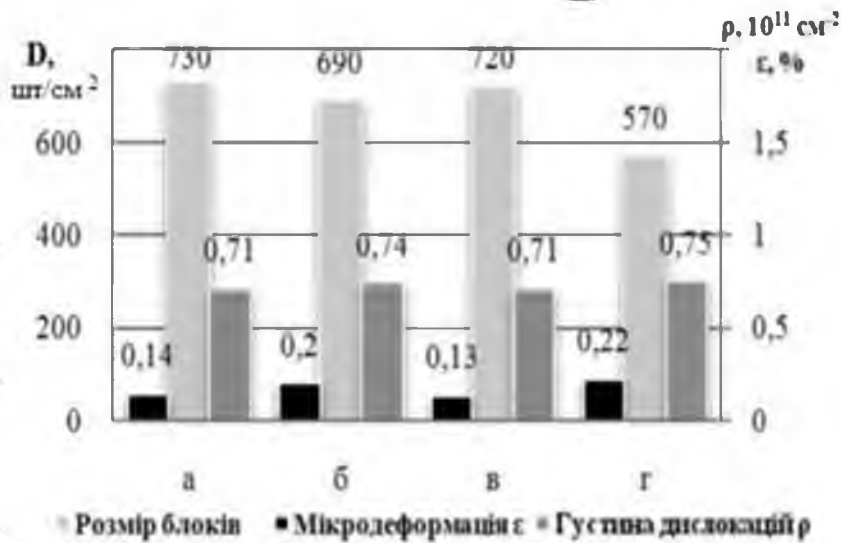


Рис.3.12. Субструктурні характеристики сталі після термообробки з різними швидкостями нагрівання: а – пічне гартування і пічний відпуск 550 °С; б – пічне гартування і відпуск СВЧ 800 °С; в – гартування СВЧ і пічний відпуск 550 °С; г – гартування СВЧ і відпуск СВЧ 800 °С

Після гартування обох типів відпуск з різними швидкостями нагрівання на однакову твердість призводить до збільшення розміру блоків і зменшення мікродеформації та густини дислокацій. Порівнюючи обидва типи відпуску після обох типів гартування, помітно, що відпуск СВЧ в порівнянні з пічним приводить до затримки процесів розслаблення мікронапружень та процесів збільшення блоків  $\alpha$ -фази. Це пояснюється набагато меншим часом витримки в інтервали відпускових температур при нагріванні СВЧ ( $t \approx 1-2$  с). Незалежно від типу гартування подальший пічний відпуск приводить до отримання рівноважної структури майже з однаковими значеннями субструктурних характеристик, що пояснюється тривалою витримкою ( $\tau = 2$  години) в печі.

При порівнянні субструктурних характеристик після гартування з різними швидкостями нагрівання поєднуючи його з відпуском СВЧ отримують

високі показники мікродеформації, густини дислокацій та високої дисперсності блочну структуру  $\alpha$ -фази мають зразки, що піддавалися послідовному гартуванню та швидкісному відпуску за допомогою СВЧ. Попереднє гартування СВЧ внаслідок короткочасної витримки при аустенітизації дозволило зберегти більш високу дисперсність блоків.

Висновки що до покращення характеристик сталі та застосування високої швидкості нагрівання.

Висока швидкість нагрівання під час процесу відпуску ( $V_{\text{нагр}} > 100 \text{ }^\circ\text{C/s}$ ) призводить до отримання такого структурного стану в сталі, що в порівнянні з пічним відпуском характеризується більш високими значеннями мікродеформації кристалічної ґратки, густини дислокацій і вищим ступенем дисперсності когерентних областей (блоків).

З досліджених типів термообробки проведення поверхневої комплексної швидкісної термообробки за допомогою СВЧ (гартування та відпуску) приводить до отримання найбільш розвиненої субструктури в сталі, що, вочевидь, сприятиме отриманню вигідного поєднання властивостей міцності і пластичності порівняно із традиційною об'ємною термообробкою в печі.

### **3.6 Загартування робочих частин подрібнювача за допомогою установки ТВЧ.**

Методику застосування установки ТВЧ розглянемо на прикладі подрібнювача кормів ИКВ-5А «Волгарь-5»

Подрібнювач кормів ИКВ-5А «Волгарь-5» призначений для подрібнювання соковитих і грубих кормів (солома, коренебульбоплоди, баштанні культури, зелена маса, сінаж, сіно), а також риби. Його можна використовувати як в потокових лініях кормоцехів, так і окремо.

Подрібнювач складається з горизонтального і похилого конвеєрів, ножового барабана першого ступеня подрібнювання, протирізальної пластини, заточувального пристрою, шнека, подрібнювального апарата

другого ступеня і електричного урухомника.

Сировину, що підлягає переробці, подають на горизонтальний конвеєр який, взаємодіючи з похилим конвеєром, ущільнює її спрямовує до різального апарата першого ступеня, де відбувається попереднє подрібнення.

Після цього шнек подає проміжний продукт до апарата другого ступеня, в якому сировина подрібнюється до заданого розміру часточок. Готовий продукт вивантажується крізь нижнє вікно у корпусі.

Установку ТВЧ можна використовувати для поліпшення характеристик міцності різальних апаратів за рахунок здатності електричного струму (зі змінною амплітудою) проникати в поверхню деталі, піддаючи її нагріванню та надаючи їй необхідних механічних і фізичних властивостей металу.

Обробку робочих частин кормоподрібнювача проводять як додаткову модернізацію на підприємстві або в процесі його виробництва, також за необхідності та за наявності технічної можливості самостійно. Для цього необхідно мати установку ТВЧ, працівника з навиками роботи з такими установками.



Рис.3.13. Приклад загартування ножа кормоподрібнювача .

Установка ТВЧ може використовуватися для покращення характеристик робочих органів наприклад валу шнека а також різального апарату



подрібнювача чи інших складових частин. Процес та метод обробки деталі залежить від марки сталі яка використовується та характеристик які потрібно отримати. За правильного виконання обробки надійність та якість роботи кормоподрібнювача зростає.



Рис. 3.14. Приклад поверхневого загартування валу щнека кормоподрібнювача

А також окремих складових частин які знаходяться під великим навантаженням, це дозволить покращити їх фізичні властивості за допомогою обробки проведення поверхневої комплексної швидкісної термообробки за допомогою СВЧ (гартування та відпуску) приводить до отримання найбільш розвиненої субструктури в сталі, що, вочевидь, сприятиме отриманню вигідного поєднання властивостей міцності і пластичності, що значно продовжить їх строк служби та підвищить надійність подрібнювача кормів.

Проведення цих операцій дозволять продовжити термін служби кормоподрібнювача, підвищать надійність його деталей та вузлів машин.

## 4. ЗАХОДИ ЩОДО ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ ВРХ

### 4.1 Розробка заходів по раціональному використанню та економії енергоресурсів.

В зв'язку з прогресом впровадження нових технологій та автоматизації всіх процесів виробництва продукції ВРХ, ми можемо спостерігати значний ріст споживання енергетичних ресурсів. Отже, потрібно форсувати запровадження сучасного обладнання та робочих машин які дозволять підвищити ефективність її використання. Подальше збільшення споживання енергетичних ресурсів на сільськогосподарських підприємствах необхідно здійснювати так, щоб знизити її витрату в розрахунку на одиницю виробленої продукції. Для виконання цієї умови необхідно вибирати потужність застосовуваного устаткування виходячи з потреб господарства, та намагатися досягти оптимального режиму роботи при якому буде максимальний коефіцієнт корисної дії при умові збереження нормального режиму роботи обладнання.

Енергетичні ресерси в господарствах спеціалізованих на виробництві продукції ВРХ в більшій мірі витрачається на виробничі потреби (80%) і, у зв'язку з нестабільною економічною ситуацією в нашій країні існує можливість зростання в ціні енергетичних ресурсів, це безпосередньо впливає на собівартість продукції, що випускається.

Для запобігання такому розвитку подій необхідно запроваджувати сучасне обладнання яке дозволить максимально використовувати виробничі потужності технологічного устаткування, що на пряму пов'язане з поліпшенням використання енергетичного устаткування.

Для цього розробляють і здійснюють організаційно-технічні заходи щодо економії всіх енергоресурсів.

Раціональне використання електроенергії це максимально корисне її використання на виробництво продукції та використання роботи при найменших

втрат на шляху від джерела до споживача. Рациональне використання характеризується коефіцієнтом рациональності. З метою економії та рационального використання електроенергії робітники енергетичної служби повинні постійно звертати увагу на:

- стан обліку енергії;
- правильний вибір електродвигунів до робочих машин;
- заміну недовантажених двигунів на двигуни меншої потужності;
- вимикання електроприводів, робочих машин під час роботи на холостому ході;
- компенсацію реактивної потужності;
- високий рівень експлуатації робочих установок та експлуатації всього обладнання;
- очищення від бруду який негативно впливає на роботу робочої машини;
- автоматизацію вмикання та вимикання чергового та зовнішнього освітлення.

Установка ТВЧ відмінно підходить для обробки металів. Вироби, що пройшли теплову обробку в індукційній установці, мають більш високу якість та більший термін експлуатації. Завдяки нагріванню ТВЧ можна підвищити продуктивність на підприємстві та значно знизити витрати.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Безпека праці при виконанні робіт техобслуговування та ремонту сільгоспобладнання.

До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж на робочому місці. Працівник повинен користуватися спецодягом і засобами індивідуального захисту, виконувати тільки ту роботу, за якою він проінструктований і яка доручена керівником робіт. На робочих місцях повинні бути відповідні інструкції з охорони праці під час роботи з інструментом, обладнанням і пристроями. Не дозволяється виконувати роботи на несправному обладнанні та використовувати обладнання та інструмент не за призначенням.

Ремонтно-технологічне обладнання повинно бути забезпечено зручними в експлуатації запобіжними пристроями, що забезпечують добрий огляд і видимість виробу, що ремонтується (оброблюється) та захист очей. У випадку неможливості за технічними причинами використання запобіжного щитка власник повинен видати працівникам захисні окуляри.

Для виконання постійних робіт пневматичним ударним інструментом повинно бути виділено спеціальне приміщення або окреме робоче місце, яке необхідно огородити переносними або стаціонарними звукопоглинаючими екранами. З метою запобігання вібраційній хворобі у працівників із механізованим (пневматичним) ручним інструментом необхідно застосовувати пневматичні молотки з пристроями для гасіння вібрації та видавати працівникам засоби індивідуального захисту рук від вібрації. Ручний пневматичний інструмент (молотки для клепання та рубання, свердловальні та шліфувальні машинки тощо) повинен бути обладнаний ефективними глушителями шуму й викиду стисненого повітря.

Пристрої, призначені для роботи під навантаженням (металеві підставки, домкрати тощо), слід щоденно оглядати перед початком роботи.

Ручні важільно-рейкові домкрати повинні виключати самовільне опускання вантажу при знятті зусилля з важеля або рукоятки, забезпечуватися стопорами, що виключають вихід гвинта або рейки при знаходженні штоку у верхньому крайньому положенні. Витікання рідини або повітря з робочих циліндрів домкратів або підйомників під час переміщення вантажів не допускається.

Виготовлення, ремонт та заточування інструменту повинні проводитися централізовано спеціально навченим працівником. Використання нового або відремонтованого інструменту та пристроїв допускається тільки після випробування та приймання в експлуатацію.

Для перенесення інструменту, якщо це потрібно за умовами роботи, кожному працівникові видається сумка або легкий переносний ящик. Для складання дрібних нарізаних заготовок повинна бути передбачена спеціальна тара, що забезпечує зручне транспортування і безпечне зачеповання при транспортуванні краном. Тара повинна бути міцною, розрахованою на необхідну вантажопідйомність, мати напис про максимально допустиме навантаження і періодично перевірятись та випробовуватися.

Правила є обов'язковими для працівників підприємств, які займаються організацією технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва.

В правилах визначено перелік вимог до роботодавців щодо:

- території, будівель та споруд;
- організації робочих місць;
- безпеки до інструменту, обладнання, приладів;
- безпеки під час ремонту і технічного обслуговування машин і обладнання;
- безпеки до застосування засобів захисту працівників.

Наказом регламентуються особливості використання електроустановок та електричного обладнання, організація навчання та вимоги до персоналу, пожежна безпека, режим праці та відпочинку працівників зайнятих на роботах з технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва.

1. Термообробка деталей з індукційним нагріванням струмами високої частоти повинна проводитись з дотриманням вимог, передбачених главою 10 розділу VII цих Правил.

2. Експлуатація генераторних установок ТВЧ дозволяється за умови забезпечення на робочих місцях рівнів опромінення, що не перевищують допустимих, та за умови виключення опромінення осіб, які не обслуговують дані установки.

3. Приміщення, в яких розміщуються установки ТВЧ, мають бути обладнані загальнообмінною вентиляцією.

4. При виділенні в повітря робочої зони шкідливих речовин, що утворюються в процесі нагрівання деталей струмами високої частоти, нагрівальний індуктор повинен бути обладнаний місцевим відсмоктуванням.

5. Усі установки ТВЧ, які при роботі створюють електромагнітні поля високих частот, повинні допускатися в експлуатацію в такому виконанні, щоб розсіювання та втрати енергії були мінімальними. Установки ТВЧ повинні бути обладнані блокованими огорожами, світловою сигналізацією.

6. Забороняється свідомо порушувати працездатність блокувальних пристроїв, а також працювати без заземлення корпусу генератора або індуктора.

7. Подання деталей до індуктора та зняття їх мають бути по можливості механізовані та автоматизовані.

8. При термічній обробці металів із застосуванням високочастотного нагріву в солях, які можуть виділяти отруйні гази, установки, приміщення та виконання робіт, повинні відповідати вимогам, викладеним у пунктах 6.1-6.34 глави 15 цього розділу (обробка в ціанистих ваннах).

9. У приміщенні, де розміщені електротермічні установки, на видному місці мають бути вивішені: інструкція з експлуатації устаткування; інструкція з охорони праці; правила подання першої допомоги постраждалим від електричного струму.

10. Огляд усіх вузлів обладнання необхідно проводити систематично за встановленим графіком.

11. Вимірювання електромагнітних полів має здійснюватися один раз на рік. Результати вимірювань заносяться до журналу реєстрації або протоколу.

Індукційні установки повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.9-93, НПА ОП 40.1-1.32-01 та експлуатуватися відповідно до вимог НПА ОН 40.1-1.01-97 та НПА ОП 40.1-1.24-98. Параметри електромагнітних випромінювань на робочих місцях мають відповідати вимогам ДСН 3.3.6.096-2002.

2. Індукційні генератори повинні бути обладнані огорожувальними та блокуючими (механічними, електричними та іншими) пристроями, що виключають при обслуговуванні обладнання доступ персоналу до всіх частин установок, що знаходяться під напругою. Конструктивне виконання цих пристроїв визначається при розробці обладнання в кожному конкретному випадку, виходячи з умови безпечного проведення робіт та допустимих рівнів електромагнітних полів за ГОСТ 12.1.006-84 та ДСН 3.3.6.096-2002.

3. Металеві конструктивні частини установок мають бути заземлені.

Заземлення необхідно виконувати і для вузлів, які при порушенні нормальної роботи установки можуть опинитися під напругою

4. Конденсаторні батареї у виробничому приміщенні необхідно встановлювати в металевій шафі або в спеціальному приміщенні з дверцятами, що закриваються. В обох випадках дверцята повинні бути обладнані пристроями, що блокують, які відключають конденсатори при відкриванні дверцят.

5. Електропроводка від генератора до первинної обмотки калільного трансформатора повинна бути надійно захищена від пошкоджень (укладена у металеву, добре заземлену трубу або виконана у вигляді шин, покладених на ізоляторах у каналі під підлогою).

6. Силовий трансформатор і випрямляючий пристрій повинні розміщуватись у екрануючій шафі, передбаченій заводом-виробником.

7. У багатовітковому індукторі витки мають бути ізольовані для запобігання можливості їх замикання.

8. Якщо огороджувальний пристрій перешкоджає нормальній роботі нагрівального поста установки, допускається робота з неогородженим індуктором, включеним через понижувальний високочастотний трансформатор, що узгоджує.

9. Вода для охолодження індуктора має подаватися шлангом з діелектричного матеріалу.

На кінці шланга, через який здійснюється злив води у вирву, повинен бути заземлений металевий наконечник.

Блокуючий пристрій повинен унеможливитипуск установки за відсутності води в системі охолодження.

10. Пульт управління процесом нагріву повинен розміщуватися в безпосередній близькості від нагрівального індуктора у зручному для терміст місці та повинен бути екранований від електромагнітного, в т.ч. інфрачервоного (теплого) випромінювання.



11. В індукційній установці повинна бути забезпечена можливість зняття залишкового заряду конденсатора при генераторі, що не працює, шляхом: закорткування затискачів конденсатора в момент відключення мережі живлення за допомогою блокувальних пристроїв;

підключення до затискачів конденсатора постійного опору; розрядження конденсатора за допомогою спеціального розрядника з баластовим опором або без нього.

12. Для захисту працівників від електромагнітного випромінювання, що виникає при електричному імпульсному розряді, слід застосовувати огорожувальні пристрої (кожухи, щитки, екрани та ін.).

В установках з винесеною контурною котушкою та конденсатором має бути забезпечене їхнє роздільне екранування.

13. У разі необхідності захисту працівників від шуму імпульсні індукційні генератори слід поміщати у звукоізолювані камери.

## 5.2. Пожежна безпека

При організації виробничого процесу велику пожежну небезпеку становлять вогневі роботи. Це виробничі операції, пов'язані із застосуванням відкритого вогню, іскроутворенням або нагріванням деталей до температур, здатних викликати спалахування матеріалів і конструкцій (індукційний нагрів, газове зварювання, плазмове зварювання, газова різка, електродугове зварювання, пайка, механічна обробка металу з виділенням іскр тощо)

На основі статистичних даних можна зробити висновок, що через порушення правил пожежної безпеки під час проведення різних вогневих робіт трапляється від 10 до 12 % виробничих пожеж.

Безпека при виконанні вогневих робіт здебільшого залежить від рівня професійної майстерності працівника, його знань та дотримання ним правил безпеки праці. Тому відповідно до Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444, особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання (за програмою пожежно-технічного мінімуму). Працівники, які безпосередньо зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, проходять один раз на рік перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) — навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки. Інструктажі та перевірка знань проводяться у порядку, визначеному підприємством на основі вимог нормативно-правових актів у сфері цивільного захисту.

### 5.3. Вимоги під час підготовки до вогневих робіт

Згідно з Правилами пожежної безпеки в Україні, затвердженими наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 р. № 1417, під час підготовки до проведення вогневих робіт необхідно дотримуватися таких загальних вимог:

1. Місця проведення вогневих робіт, пов'язаних із нагріванням деталей до температур, здатних викликати займання матеріалів та конструкцій, можуть бути постійними, які організуються у спеціально обладнаних для цього цехах, майстернях чи на відкритих майданчиках, а також тимчасовими, коли вогневі роботи проводяться безпосередньо в будинках, які зводяться або експлуатуються, спорудах та на території об'єктів при проведенні монтажних робіт.

2. Постійні місця проведення вогневих робіт визначаються наказами, розпорядженнями, інструкціями власника підприємства. Огороджувальні конструкції в цих місцях (перегородки, перекриття, підлоги) повинні бути з негорючих матеріалів.

3. Керівник підприємства чи структурного підрозділу, де проводяться вогневі роботи на тимчасових місцях (крім будівельних майданчиків та приватних домоволодінь), зобов'язаний оформити наряд-допуск на виконання тимчасових вогневих робіт, форма якого наведена у Додатку 1. За наявності на підприємстві відомчої пожежної охорони наряди-допуски на виконання тимчасових вогневих робіт повинні бути погоджені з нею напередодні виконання робіт з установленням відомчою пожежною охороною відповідного контролю.

4. Проведення вогневих робіт на постійних та тимчасових місцях дозволяється лише після вжиття заходів, які виключають можливість виникнення пожежі: очищення робочого місця від горючих матеріалів, захисту горючих конструкцій, забезпечення первинними засобами пожежогасіння (вогнегасником, ящиком з піском та лопатою). Вид та кількість первинних засобів пожежогасіння, якими повинно бути

забезпечене місце робіт, визначаються з урахуванням вимог щодо оснащення об'єктів первинними засобами пожежогасіння і вказуються в наряді-допуску на виконання тимчасових вогневих робіт.

5. Після закінчення вогневих робіт виконавець зобов'язаний ретельно оглянути місце їх проведення, за наявності горючих конструкцій полити їх водою, усунути можливі причини виникнення пожежі.

6. Посадова особа, відповідальна за пожежну безпеку місць, де проводилися вогневі роботи, повинна забезпечити перевірку місця проведення цих робіт упродовж двох годин після їх закінчення. Про приведення місця

вогневих робіт у пожежобезпечний стан виконавець та відповідальна за пожежну безпеку посадова особа роблять відповідні позначки у наряді-допуску на виконання тимчасових вогневих робіт.

7. Технологічне обладнання, на якому передбачається проведення вогневих робіт, повинно бути приведенне у вибухопожежобезпечний стан до початку цих робіт.

8. Місце проведення вогневих робіт має бути очищене від горючих речовин та матеріалів у радіусі, вказаному у таблиці 5.1

Таблиця 5.1  
Місце проведення вогневих робіт

|  |     |   |   |    |    |    |    |          |
|--|-----|---|---|----|----|----|----|----------|
| Висота точки обробки над рівнем підлоги, м | 0-2 | 2 | 3 | 4  | 6  | 8  | 10 | Понад 10 |
| Мінімальний радіус зони, м                 | 5   | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14       |

9. Розміщені в межах указаних радіусів будівельні конструкції, настили підлог, оздоблення з матеріалів груп горючості Г2, Г3, Г4, а також горючі частини обладнання та ізоляція мають бути захищені від потрапляння на них

іскор металевими екранами, покривалами з негорючого теплоізоляційного матеріалу чи в інші способи і за необхідності полити водою.

**10.** Щоб уникнути потрапляння розпечених часток металу в суміжні приміщення, на сусідні поверхи, близько розташоване устаткування, всі оглядові, технологічні й вентиляційні люки, монтажні та інші отвори в перекриттях, стінах і перегородках приміщень, де здійснюються вогневі роботи, повинні бути закриті негорючими матеріалами.

**11.** Приміщення, в яких можливе скупчення парів ЛЗР, ГР та горючих газів, перед проведенням вогневих робіт мають бути провентильовані.

**12.** Двері, що з'єднують приміщення, де виконуються вогневі роботи, з суміжними приміщеннями, повинні бути зачинені.

**13.** Місце для проведення зварювальних та різальних робіт у будинках і приміщеннях, у конструкціях яких використані горючі матеріали, має бути огорожене суцільною перегородкою з негорючого матеріалу. При цьому висота перегородки повинна бути не менше 1,8 м, а відстань між перегородкою та підлогою — не більше 50 мм. Щоб запобігти розлітання розпечених часток, цей зазор повинен бути огорожений сіткою з негорючого матеріалу з розміром чарунок не більше 1 x 1 мм.

**14.** Під час проведення вогневих робіт у вибухопожежобезпечних місцях має бути встановлений контроль за станом повітряного середовища шляхом проведення експрес-аналізів із застосуванням газоаналізаторів.

**15.** Під час перерв у роботі, а також у кінці робочої зміни зварювальну апаратуру необхідно відключати від електромережі, шланги від'єднувати і звільняти від горючих рідин та газів, а у паяльних лампах тиск має бути повністю знижений. Після закінчення робіт усю апаратуру й устаткування слід прибрати в спеціально відведені приміщення (місця).

**16.** Якщо організуються постійні місця проведення вогневих робіт більше ніж на десяти постах майстерні, має бути передбачене централізоване електро- та газопостачання.

17. У майстерні для кожної установки ТВЧ дозволяється мати по одному запасному баллону з охолоджуючою рідиною.

18. Вогневі роботи дозволяється проводити на відстані не ближче 15 м від відчинених отворів фарбувальних та сушильних камер. Місце обробки слід огороджувати захисним екраном.

**Забороняється:**

— приступати до роботи при несправній апаратурі;

— розміщувати постійні місця для проведення вогневих робіт у пожежонебезпечних та вибухопожежонебезпечних приміщеннях;

— допускати до зварювальних та інших вогневих робіт осіб, які не мають кваліфікаційних посвідчень та не пройшли у встановленому порядку навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму та щорічної перевірки знань з одержанням спеціального посвідчення;

— зварювати, різати або паяти свіжопофарбовані конструкції та вироби до повного висихання фарби;

— виконуючи вогневі роботи, користуватися одягом та рукавицями зі слідами масел та жирів, бензину, гасу й інших ГР;

— зберігати у зварювальних кабінах одяг, ГР та інші горючі предмети і матеріали;

— допускати стикання електричних проводів з балонами зі стисненими, зрідженими й розчиненими газами;

— виконувати вогневі роботи на апаратах і комунікаціях, заповнених горючими й токсичними матеріалами, а також на тих, що перебувають під тиском негорючих рідин, газів, парів та повітря або під електричною напругою;

— здійснювати вогневі роботи на елементах будинків, виготовлених із металевих конструкцій з горючими й важкогорючими утеплювачами.

Необхідна кількість засобів пожежогащення в ремонтній майстерні представлено в табл. 5.2.

## Засоби пожежогасіння

| Найменування засобу пожежогасіння                      | Тип, марка  | Кількість | Місце встановлення                 |
|--|-------------|-----------|------------------------------------|
| Пінні вогнегасники.<br>Ящики з піском, багри, лопати   | ОХП         | 2<br>1    | Біля входу в<br>майстерню, на щиті |
| Хімічні, пінні вогнегасники.<br>Ящики з піском, лопати | ОХП         | 2<br>1    | Дільниця<br>термообробки           |
| Вогнегасник  | ОХП         | 2         | Дільниця миття                     |
| Вогнегасник хімічний.<br>Вогнегасник кислотний         | ОХП<br>ОУ-5 | 1<br>1    | Акумуляторна                       |
| Вогнегасник хімічний.<br>Ящики з піском, лопата        | ОХП         | 1<br>1    | Дільниця<br>фарбування             |

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

НУБІП України

В дипломному проекті магістра були проаналізовані умови роботи дільниці з ремонту обладнання. Широко розкрито питання технології ремонту і методів модернізації, повністю розрахована ремонтна дільниця.

НУБІП України

Розглянуто питання застосування установки ТВЧ в кормоприготувальних апаратах. Показані найкращі методи обробки деталей як дозволяють усунути ненадійність в окремих вузлах, а також покращити надійність кормоподрібноувачів в загальному. Також з'являється можливість використання

НУБІП України

установки ТВЧ для модернізації інших установок чи машин господарства.

Установка ТВЧ відмінно виконує завдання з обробки робочих органів сільськогосподарських машин. Вироби, що пройшли теплову обробку в індукційній установці, мають більш високу якість та більший термін експлуатації. Завдяки нагріванню ТВЧ можна підвищити продуктивність на підприємстві та значно знизити витрати.

НУБІП України

За наявності установки ТВЧ на підприємстві, можна приймати замовлення з інших господарств чи організацій, що матиме додатковий позитивний економічний ефект.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Система планово-запобіжного ремонту и технічного обслуговування обладнання сільськогосподарських підприємств // Госагропром -М.: ВО Агропромиздат, 1987. -191 с.

2. ДБН А.2.2. -1 - 2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище(ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.

3. Закон України «Про енергетику». В редакції від 1 липня 2010 року N 2388-VI

4. Закон України «Про енергозбереження». ( Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 15, ст.126 )

5. Закон України №555-IV від 20.02.2003р «Про альтернативні джерела енергії»

6. ДБН А.2.2. -3 - 2012 Склад та зміст проектної документації

7. ДБН В.2.5. - 23 - 2003. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Державний комітет України з будівництва та архітектури. - К.: 2004. - 128 с.

9. ДНАОП 0.00. - 1.32 - 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. - К.: ПП «Форма Гранма», 2001. - 117 с.

10. Фізичні основи електротермічного змінення сталі / В. Н. Гриднев и др. - К.: Наукова думка, 1973. - 336 с.

11. Головин Г. Ф. Високочастотна термічна обробка : питання метало введення і технології / Г. Ф. Головин, М. М. Замятин. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. - 240 с.

12. Белоус М. В. Перетворення при відпуску сталі / М. В. Белоус, В. Т. Черепин, М. А. Васильев. - М.: Металлургия, 1973. - 232 с.

13. Погрібний М. А. Математичне моделювання температурних полів під час відпуску з нагріванням струмами високої частоти / М. А. Погрібний, О. Є. Вуєць // Проблемы машиностроения. - 2013. - Т. 16, № 2. - С. 11-18.

14. Вуєць О. Є. Особливості формування структур та властивостей сталей при випуску в умовах швидкісного нагріву // О. Є. Вуєць, М. А. Погрібний // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції 12–14 травня 2010 р., Харків. Ч. II. – X., 2010. – С. 13.

15. Металовведення і термічна обробка сталі : справ. вид. в 3 т. / під ред. М. Л. Бернштейна, А. Г. Рахштадта. – 3-е вид., перероб. и доп. – М.: Металлургия, 1983. – Т. I. Методи випробувань і досліджень. – 1983. – 352 с..

16. Правила користування електричною енергією. Затверджено постановою НКРЕ 31.07.96 N 28 у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005 N 910. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 2005 р. за N 1399/11679

17. Система планово-запобіжного ремонту и технічного обслуговування обладнання сільськогосподарських підприємств / Госагропром -М.: ВО Агропромиздат, 1987. -191с.

18. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька І.О. Оформлення конструкторської документації: Навчальний посібник. – К.: Каравела, 2003.- 160 с.

19. Александров К. К, Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 87с.

20. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципові схеми/ Укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006.- 48 с.

21. Машини і обладнання для тваринництва. підручник для студентів аграрних навчальних закладів I-II рівнів акредитації / І. І. Ревенко, В. С. Хмельовський, О. О. Заболотько та ін.. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., - 2017. – 304 с.

22. Машини та обладнання для тваринництва : посібник-практикум [Ревенко І. І. та ін.]. – Київ : Кондор, 2011. – 396 с.

23. Ревенко І. І. Посібник майстра-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплексів / Ревенко І. І., Мозоленко С. М., Чоб М. М. – Київ : Урожай, 1992.

24. Ревенко І. І., Щербак В. М., Побігун А. М. Машина та обладнання для тваринництва: практикум. – Мелітополь: ТОВ “Видавничий будинок”, 2010. – 155 с.

25. Механізація і автоматизація тваринництва: підручник / [Ревенко І. І. та ін.]. – Київ : Вища освіта, 2004 – 399 с. : іл.

26. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів: науково-практичний посібник / Кравчук В. І., Луценко М. М., Мечта М. П. – Київ : Фенікс, 2008. – 104 с.

27. Будівельна техніка: довідник URL: <https://budtehnika.pp.ua/page/669>  
(дата звернення 01.01.21)

28. НПА ОП 28.5-1.02-07 Правила охорони праці при термічній обробці металів. : URL: <http://ohranatruda.in.ua/pages/10677>.

29. Основні підходи до ремонту підвищення рівня сервісу сільськогосподарської техніки Черноіванов В. І., Горячев С. А. Техніка і обладнання. – 2012. – № 12. – С. 2-4.

30. Індукційна наплавка твердих сплавів / В. Н. Ткачєв [та інш.]. – М. : Машинобудування, 1970. – 183 с.

31. Хіміко-теплова обробка металів і сплавів: довідник / Г. В. Бєрисєнок [та інші.]; під ред. Л. С. Ляховича. – М. : Металлургія, 1981. – 424 с.

32. Отримання зносостійких композиційних борідних покриттів на ствлі при ТВЧ нагріві / В. Ф. Аулов [та інші.] // Труды ГОСНІПІ. – 2014. – Т. 115. – С. 139–145.

33. Термодинамічний обґрунтування хімічних реакцій у системі В4С-боридний флюс-Fe при ТВЧ-нагріві // А. В. Лшков [та ін.] // Вісті державного університету. - 2014. - № 3-1 (83). - С. 199-203.

34. Флик Е. П. Розвиток деталей і вузлів сільгоспмашин // Трактори та сільгоспмашини. - 2008. - № 12 - С. 12-14.

35. Айвазян С. А., Єнюков І. С., Мешалкін Л. Д. Прикладна статистика, за ред. С.А. Айвазяна. - М.: Фінанси та статистика, 1985. - 487 с.

36. Методи зміцнення поверхні деталей машин: зб.наук .ст./ред. Г.І.Москвітін. - М.: Красард, 2008. -400с.

37. Основні підходи до ремонту і підвищеного рівня сервіса сільськогосподарської техніки .-2012-№12.-С.2-4.

38. Прикладна статистика . Дослідження залежностей: довідник /під ред.С.А.Айвазяна. -М.:Фінанси та статистика, 1985. -487с

39. Физические основы электротермического упрочнения стали / В. Н. Гриднев и др. – К.: Наукова думка, 1973. – 336 с.

40. Головин Г. Ф. Высокочастотная термическая обработка: вопросы металлургии и технологии / Г. Ф. Головин, М. М. Замятин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 240 с.

41. Белоус М. В. Превращение при отпуске стали / М. В. Белоус, В. Т. Черепин, М. А. Васильев. – М.: Металлургия, 1973. – 232 с.

42. Погрібний М. А. Математичне моделювання температурних полів під час відпуску з нагріванням струмами високої частоти / М. А. Погрібний, О. Є. Вуєць //Проблемы машиностроения. – 2013. –Т. 16, № 2. – С. 11–18.

43. Вуєць О. Є. Особливості формування структур та властивостей сталей при відпуску в умовах швидкісного нагріву /О. Є. Вуєць, М. А. Погрібний // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези

доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції 12–14 травня 2010 р., Харків. Ч. II – X., 2010. – С. 13.

44. Металловедение и термическая обработка стали: справ. изд.: в 3 т. / под ред. М. Л. Бернштейна, А. Г. Рахштадта. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1983. – Т. 1. Методы испытаний и исследования. – 1983. – 352с.

45. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. Хільчевський В. В. К.: Либідь, 2002. – 328с.

46. Основы металлостроения. — М.: Металлургия, Лахтин Ю. М. 1988. — 320с.

47. Химико-термическая обработка металлов. Учебное пособие для вузов. / Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. — М.: Металлургия, 1985. — 256 с.

48. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник — Суми. Будник А. Ф. : Вид. СумДУ, 2008. — 212 с.

49. Седов Ю. Е., Адашкин А. М. Справочник молодого термиста. — М.: Высшая школа, 1986. — 239 с.

Бучинський М. Я., Горик О. В., Чернявський А. М., Яхін С. В. ОСНОВИ ТВОРЕННЯ МАШИН / [За редакцією О. В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. — Харків: Вид «НТМТ», 2017. — 448 с. : 52.

50. Механізація трудомістких робіт у малих фермах / [Ясенцький В. А. та ін]. — Київ : Урожай, 1990.

51. Машини і обладнання для тваринництва та птахівництва: посібник / [за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника]. — Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Погорілого, 2009. — 207 с.



## ДОДАТОК А

Картка болку–використання стандартів у дипломному проєкті на тему  
«ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІ ВРУЗ ДОСЛІДЖЕННЯМ  
ПОДРІБНЮВАЧІВ ТУЧ»

| Етапи застосування стандартів при виконанні магістерської роботи                      | ДСТУ, ГОСТ, гармонізовані стандарти, стандарти IEC, ISO   |  |   |
|---|---|--|---|
|   | Назва ДСТУ  | Назва міжнародного стандарту (ISO, EN, IEC та ін.) | Джерело посилання   |
| Розробка мультифункціональних модульних пристроїв захисту асинхронних електродвигунів | ГОСТ 9098-78. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Выключатели автоматические низковольтные. Общие технические условия ГОСТ 3699-82. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Реле напряжения защиты низковольтные. Общие технические требования ГОСТ 16308-84. Реле электротепловые токовые. Общие технические условия ГОСТ 27888-88 (МЭК 34-11-1-78) Машины электрические вращающиеся. Встроенная температурная защита. Правила защиты. |  | <a href="http://www.normativ.ua">www.normativ.ua</a><br><a href="http://www.document.ua">www.document.ua</a><br><a href="http://www.iecctr.ru">www.iecctr.ru</a><br><a href="http://standarts.net/dstv">http://standarts.net/dstv</a> |
| Розробка питань організації діяльності технічної служби                               | ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения  |  |   |

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| <p>НУБІП</p>  | <p>ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).</p>   | <p>України</p> |
| <p>НУБІП</p>  | <p>ГОСТ 15543-70 Изделия электротехнические. Исполнения для различных климатических районов. Общие технические требования в части воздействия климатических факторов внешней среды.</p> | <p>України</p> |
| <p>НУБІП</p>  | <p>ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи рус</p>   | <p>України</p> |
| <p>НУБІП</p>  | <p>ДСТУ ГОСТ 2.610:2006 Єдина система конструкторської документації. Правила виконання експлуатаційних документів рус</p>   | <p>України</p> |
| <p>НУБІП</p>  | <p>ГОСТ 2.602-95 Ремонтные документы</p>  | <p>України</p> |
| <p>НУБІП</p>  | <p>ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические требования.</p>  | <p>України</p> |
| <p>Проектування ремонтно-обслуговуючої бази енергетичної служби</p> | <p>ГОСТ 6825-91 (МЭК 81-84) Лампы люминесцентные</p>  | <p>України</p> |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | <p>трубчатые для общего<br/>освещения.<br/>ГОСТ 2.701-<br/>84. Правила выпол-<br/>нения схем</p>   |  |  |
| <p>Розробка питань<br/>електропостачання<br/>та економії<br/>енергетичних<br/>ресурсів і<br/>енергоносіїв</p> | <p>ГОСТ 11677-85<br/>Трансформаторы<br/>силовые. Общие<br/>технические условия.<br/>ГОСТ 14209-97 (МЭК<br/>354-91) Руководство по<br/>нагрузке силовых<br/>масляных<br/>трансформаторов.<br/>ГОСТ 839-80. Провода<br/>неизолированные для<br/>воздушных линий<br/>электропередачи.<br/>Технические условия<br/>ГОСТ 16442-80. Кабели<br/>силовые с<br/>пластмассовой<br/>изоляцияей.<br/>Технические условия</p> |  |  |
| <p>Охорона праці</p>  | <p>ГОСТ 12.0.003-74 (СТ<br/>СЭВ 790-77). Опасные<br/>и вредные<br/>производственные<br/>факторы<br/>Классификация<br/>ГОСТ 12.1.004-91<br/>Пожарная<br/>безопасность. Общие<br/>требования<br/>ГОСТ 12.1.030-81<br/>Электробезопасность.<br/>Защитное заземление.<br/>Зануление</p>  |  |  |

НУБІП України



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України