

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Іщук Дмитро Миколайович**

УДК 621.359.4

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування та розрахунок перерізу провідників та захисних пристроїв  
зварювального цеху промислового підприємства  
(тема роботи)

Провідників та захисних пристроїв

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Іщук П.М. \_\_\_\_\_  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Фомін Микола Павлович  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
к.т.н., доцент кафедри вищої  
та прикладної математики  
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

## АНОТАЦІЯ

Іщук Д.М. Обґрунтування та розрахунок перерізу провідників та захисних пристроїв зварювального цеху промислового підприємства

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Основною метою роботи є вибір апаратів та провідників мережі зварювального цеху промислового підприємства.

Результатом роботи є розрахунок максимальних струмів, струмів теплового розчеплювача, вибір типів кабелів та вимикачів для розподільчих і електричних пристроїв, щитків освітлення тощо.

**Ключові слова:** головна понижуюча підстанція, щільність струму, кабельна лінія, коефіцієнт перевантаження, термічна стійкість, привод короткозамикачів, щит власних потреб, трансформатори власних потреб.

## ABSTRACT

Ishchuk D.M. Justification of the selection of the cross-section of conductors and protective devices of the welding shop of the industrial enterprise

Qualifying work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The main goal of the work is the selection of devices and network conductors of the industrial enterprise's welding shop.

The result of the work is the calculation of maximum currents, currents of the thermal disconnecter, the selection of types of cables and switches for distribution and electrical devices, lighting panels, etc.

**Key words:** main step-down substation, current density, cable line, overload factor, thermal resistance, short-circuit drive, self-demand shield, self-demand transformers.

## ЗМІСТ

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                       | 4  |
| РОЗДІЛ 1. СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ<br>ЗВАРЮВАЛЬНОГО ЦЕХУ                     | 6  |
| Висновки по розділу 1                                                       | 10 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДНИКІВ<br>ТА ЗАХИСНИХ ПРИСТРОЇВ | 11 |
| Вибір перерізу провідників та захисних пристроїв                            | 11 |
| Висновки по розділу 2                                                       | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ                                                     | 26 |
| 3.1. Загальні положення                                                     | 26 |
| 3.2. Заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху                          | 27 |
| Висновки по розділу 3                                                       | 29 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ                                                           | 30 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ                                                  | 31 |

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Забезпечення надійності роботи, безпеки та зручності обслуговування при мінімальних витратах на споруду є важливим фактором при проектуванні та експлуатації електричних мереж. Це можливо досягти лише при правильному розрахунку і виборі перерізу провідників розрахованих на різні номінали існуючих напруг, розподільчих пристроїв, трансформаторів власних потреб тощо. Так, розподільчі пристрої, якраз і повинні забезпечувати надійність роботи, безпеку та зручність обслуговування при мінімальних витратах на споруду, можливість подальшого розширення.

Тому оптимізація вибору апаратів і провідників мережі є важливою задачею.

**Метою роботи** є підвищення надійності роботи, безпеки та зручності обслуговування мережі зварювального цеху.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються наступні задачі:

1. Аналіз структури та складу електрообладнання зварювального цеху.
2. Вибір перерізу кабелів та типів та вимикачів для розподільчих і електричних пристроїв, щитків освітлення тощо.

**Об'єктом дослідження** є аналіз промислових споживачів електричної енергії, щодо вибору апаратів і провідників проекрованої мережі.

**Предметом дослідження** є система електропостачання зварювального цеху промислового підприємства з розробкою та розрахунком апаратів і провідників проекрованої мережі.

**Методи досліджень.** При виконанні досліджень, використовувалися методи всебічного аналізу, моделювання, оптимальних рішень.

### **Практична значимість результатів роботи:**

Здійснено обґрунтування вибору захистних апаратів і провідників мережі типового промислового об'єкту, що дозволяють ефективно вирішувати такі практичні завдання:

1. Оптимізувати вибір апаратів і провідників мережі.
2. У перспективі реалізувати можливість вдосконалення системи вибору апаратів і провідників мережі за мірою розширення виробництва.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження :**

Іщук П.М. ВИБІР УСТАТКУВАННЯ ВРП 110 КВ.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 172-174.

Іщук Д.М., Латиш П.О. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО ОСВІТЛЕННЯ.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 175-176.

Іщук Д.М., Латиш П.О. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 177-178.

## РОЗДІЛ 1

### СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ЦЕХУ

У зварювальному цеху можуть здійснюються наступні роботи: електродугове та автоматичне ручне зварювання.

Технологічне обладнання (рисунок 1.1) має наступний склад та розміщення обладнання.

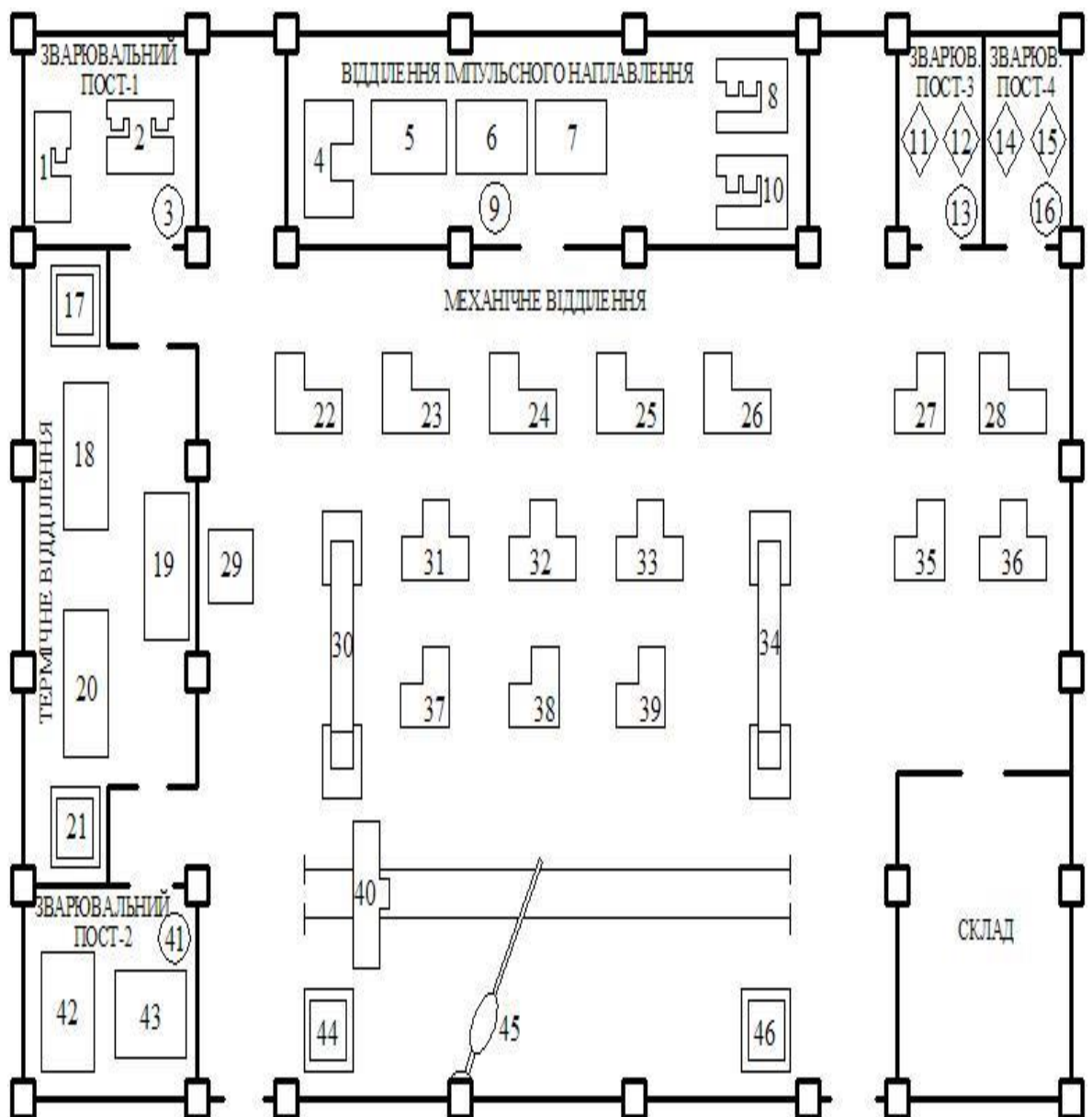


Рис. 1.1 Розміщення технологічного обладнання зварювального цеху

В таблиці 1.1. наведені вихідні дані для розрахунків.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для розрахунку

| Номер               | Найменування                            | Кіль-<br>сть | $P_n$ ,<br>кВт | $\cos \varphi / \operatorname{tg} \varphi$ | $K_\epsilon$ |
|---------------------|-----------------------------------------|--------------|----------------|--------------------------------------------|--------------|
| 1                   | 2                                       | 3            | 4              | 5                                          | 6            |
| 11, 12, 14,<br>15   | Зварювальні агрегати                    | 4            | 6,5            | 0,55/1,52                                  | 0,35         |
| 1, 4                | Зварювальні перетворювачі               | 2            | 12             | 0,55/1,52                                  | 0,35         |
| 8, 10               | Токарні верстати імпульсної<br>наплавки | 2            | 15,1           | 0,6/1,33                                   | 0,14         |
| 2                   | Зварювальний напівавтомат               | 1            | 30             | 0,55/1,52                                  | 0,35         |
| 22-26, 28           | Злиткообдирні верстати                  | 6            | 4,5            | 0,65/1,17                                  | 0,17         |
| 40                  | Зварювальний стенд                      | 1            | 11,2           | 0,55/1,52                                  | 0,35         |
| 3, 9, 13, 16,<br>41 | Вентиляційні установки                  | 5            | 6              | 0,8/0,75                                   | 0,65         |
| 27, 35, 37-39       | Свердлильні верстати                    | 5            | 1,8            | 0,6/1,33                                   | 0,14         |
| 5, 6, 7             | Зварювальні випрямлячі                  | 3            | 8,8            | 0,55/1,52                                  | 0,35         |
| 42, 43              | Зварювальні трансформатори<br>ТВ-4%     | 2            | 3,6            | 0,65/1,17                                  | 0,3          |
| 45                  | Електроталь ТВ-25%                      | 1            | 1,3            | 0,45/1,98                                  | 0,15         |
| 31, 32, 33,<br>36   | Обдирно-шліфувальні<br>верстати         | 4            | 5              | 0,6/1,33                                   | 0,14         |
| 17, 21, 44,<br>46   | Кондиціонери                            | 4            | 16             | 0,8/0,75                                   | 0,65         |
| 30, 34              | Конвеєри стрічкові                      | 2            | 4,5            | 0,75/0,88                                  | 0,6          |
| 18, 19, 20          | Електропечі опору                       | 3            | 48             | 0,85/0,62                                  | 0,5          |
| 29                  | Кран-балка ТВ-60%                       | 1            | 9,3            | 0,45/1,98                                  | 0,15         |

Картограма електричних навантажень та схема електропостачання цеху наведені на рис.1.2 та 1.3.

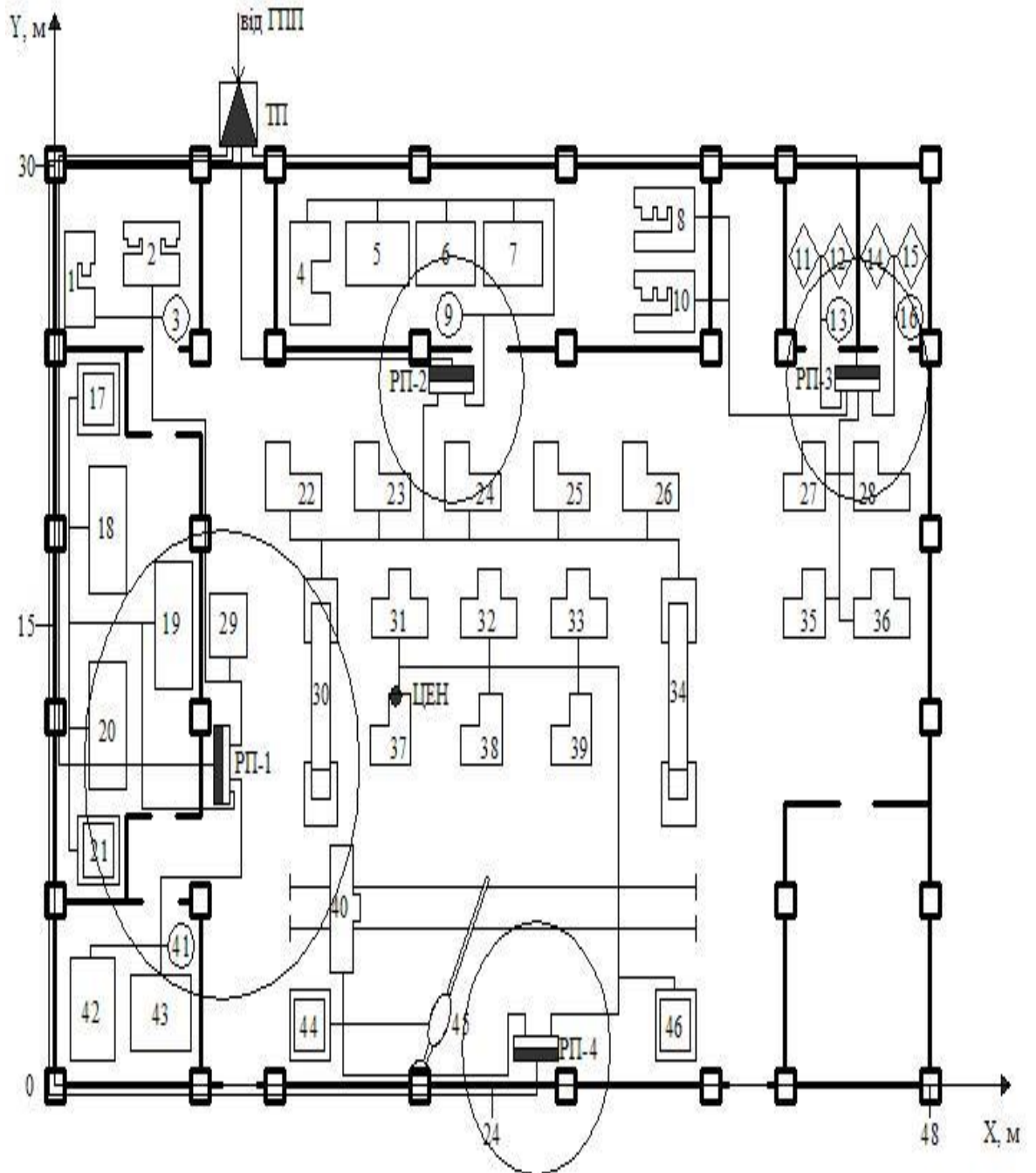


Рисунок 1.2. Картограма навантаження цеху.

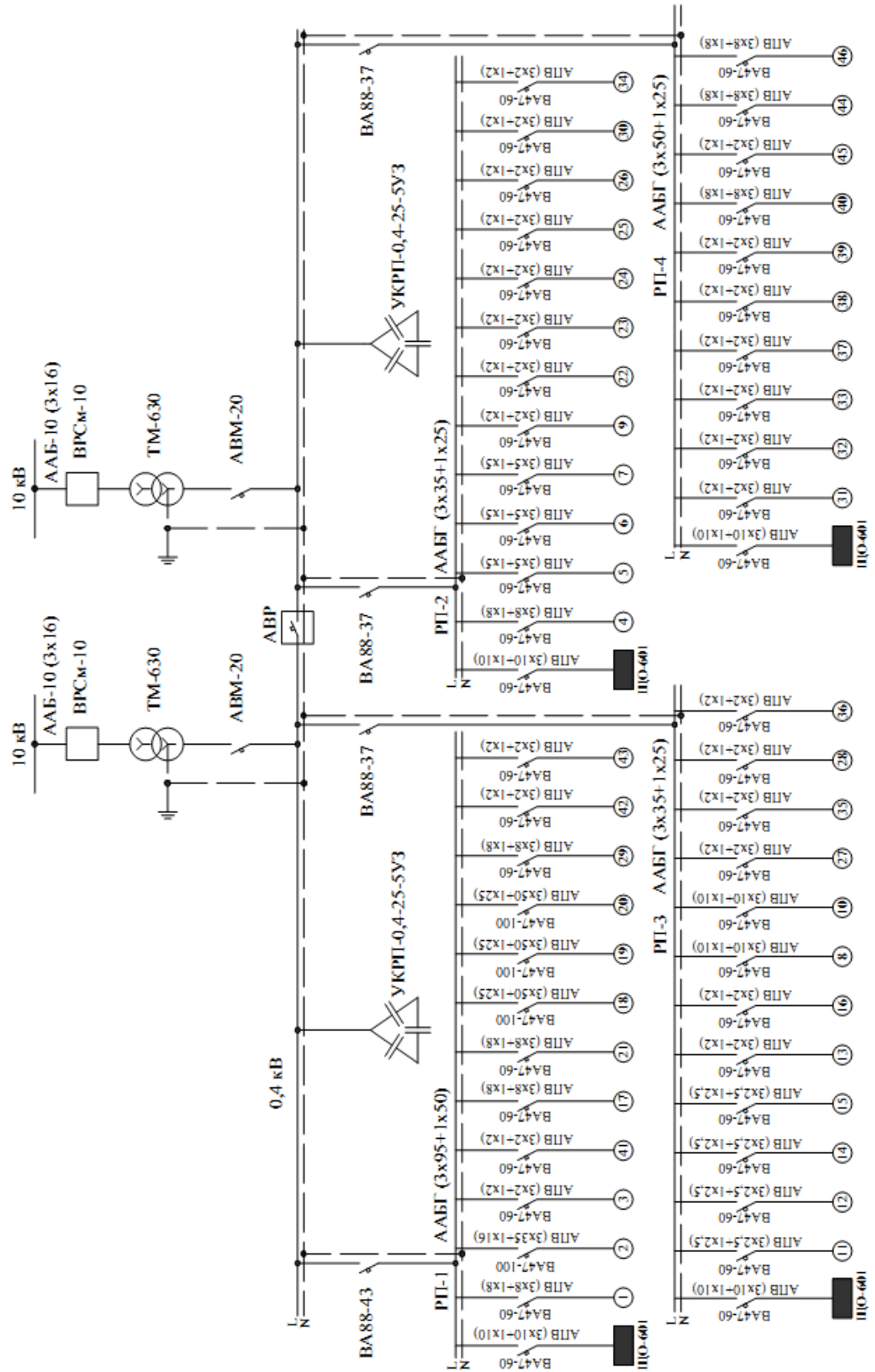


Рисунок 1.3. Живлення цеху

### **Висновки по першому розділу**

Приведено склад електрообладнання цеху, варіант розташування технологічного обладнання цеху, картограма електричних навантажень та розміщення основних елементів електропостачання цеху.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДНИКІВ ТА ЗАХИСНИХ ПРИСТРОЇВ

#### Вибір перерізу провідників та захисних пристроїв

Для вибору провідників цехової мережі та захисних пристроїв визначимо струми приєднань [4]:

Лінія ТП-РП1:

Розрахунковий максимальний струм:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} , \quad (2.1)$$

$$I_{\text{м}} = \frac{309,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 470,2 \text{ А} ,$$

де  $S_{\text{м}} = 309,1 \text{ кВА}$  - розрахункова максимальна потужність [5];

$U_{\text{ном}}$  - номінальна напруга живлення.

Найбільший пусковий струм:

$$I_{\text{п.макс}} = 5 \cdot I_{\text{н.макс}} , \quad (2.2)$$

де  $I_{\text{н.макс}}$  - номінальний струм електроприймача, пусковий струм якого найбільший;

$$I_{\text{н.макс}} = \frac{P_{\text{н.макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} , \quad (2.3)$$

де  $P_{n.макс}$  - номінальна потужність електроприймача, потужність якого найбільша.

$$I_{n.макс} = \frac{48 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 85,89 \text{ A},$$

$$I_{n.макс} = 5 \cdot 85,89 = 429,49 \text{ A}.$$

Піковий струм лінії ТП-РП1:

$$I_{нік.ст.} = I_{м} + I_{n.макс}, \quad (2.4)$$

$$I_{нік.ст.} = 470,2 + 429,49 = 899,69 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-43 з номінальним максимальним струмом  $I_{nm} = 1600 \text{ A}$ , номінальним струмом теплового розчеплювача  $I_n = 1000 \text{ A}$ . Для ВА88-43 відключаюча здатність  $I_{cs} = 50 \text{ кА}$ .

Вибираємо кабель типу ААБГ 2(3х95+1х50).

Лінія ТП-РП2:

Розрахунковий максимальний струм визначаємо (2.1):

$$I_{м} = \frac{83,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 127,17 \text{ A}.$$

$$I_{н.макс} = \frac{12 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,55} = 33,19 \text{ A},$$

$$I_{н.макс} = 5 \cdot 33,19 = 66,38 \text{ A}.$$

$$I_{нік.ст.} = 127,17 + 66,38 = 193,55 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-37 з номінальним максимальним струмом  $I_{nm} = 400 \text{ A}$ , номінальним струмом теплового розчеплювача  $I_n = 315 \text{ A}$ . Для ВА88-37 відключаюча здатність  $I_{cs} = 35 \text{ кА}$ .

*Вибираємо кабель типу ААБГ (3×35+1×25).*

Лінія ТП-РПЗ:

Розрахунковий максимальний струм:

$$I_{м} = \frac{80,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 123,06 \text{ A}.$$

$$I_{н.макс} = \frac{15,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,6} = 38,28 \text{ A},$$

$$I_{н.макс} = 5 \cdot 38,28 = 191,4 \text{ A}.$$

$$I_{нік.ст.} = 123,06 + 191,4 = 314,46 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-37 з номінальним максимальним струмом  $I_{nm} = 400 \text{ A}$ , номінальним струмом теплового розчеплювача  $I_n = 315 \text{ A}$ . Для ВА88-37 відключаюча здатність  $I_{cs} = 35 \text{ кА}$ .

Вибираємо кабель типу ААБГ (3х35+1х25).

Лінія ТП-РП4:

Розрахунковий максимальний струм (2.1):

$$I_{\text{м}} = \frac{96,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 146,18 \text{ A},$$

$$I_{\text{н.макс}} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 30,42 \text{ A},$$

$$I_{\text{п.макс}} = 5 \cdot 30,42 = 152,1 \text{ A}.$$

$$I_{\text{пик.ст.}} = 146,18 + 152,1 = 298,28 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-37 з номінальним максимальним струмом  $I_{nm} = 400 \text{ A}$ , номінальним струмом теплового розчеплювача  $I_n = 315 \text{ A}$ . Для ВА88-37 відключаюча здатність  $I_{cs} = 35 \text{ кА}$ .

Вибираємо кабель типу ААБГ (3х50+1х25).

Розрахунок струмів та вибір провідників для кожного ЕП:

ЕП 1, 4:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{12}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,55} = 33,2 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 40 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х8+1х8).

ЕП 2:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,55} = 82,9 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-100. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 100 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 10 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х35+1х16).

ЕП 3, 9, 13, 16, 41:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{6}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 11,4 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 16 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

ЕП 5-7:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{8,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,55} = 24,3 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 25 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х5+1х5).

ЕП 8, 10:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{15,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 38,3 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 40 \text{ А}$ , відключаюча здатність  $I_{\text{сз}} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х10+1х10).

ЕП 11, 12, 14, 15:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{6,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,55} = 17,9 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 25 \text{ А}$ , відключаюча здатність  $I_{\text{сз}} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2,5+1х2,5).

ЕП 17, 21, 44, 46:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{16}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 30,4 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 32 \text{ А}$ , відключаюча здатність  $I_{\text{сз}} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х8+1х8).

ЕП 18-20:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{48}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 85,9 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-100. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 100 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 10 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х50+1х25).

ЕП 22-26, 28:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{4,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 10,5 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 16 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

ЕП 27, 35, 37-39:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{1,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 4,6 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 10 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

ЕП 29:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{9,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,45} = 31,4 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 32 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х8+1х8).

ЕП 30, 34:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{4,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,75} = 9,1 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 10 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{\text{cs}} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

ЕП 31, 32, 33, 36:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 12,7 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 16 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{\text{cs}} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

ЕП 40:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{11,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,55} = 30,9 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 32 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{\text{cs}} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х8+1х8).

ЕП 42, 43:

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{3,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 8,4 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 10 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

ЕП 45:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{1,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,45} = 4,4 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 10 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х2+1х2).

Для ЩО:

$$I = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5,4}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,92} = 8,93 \text{ A}.$$

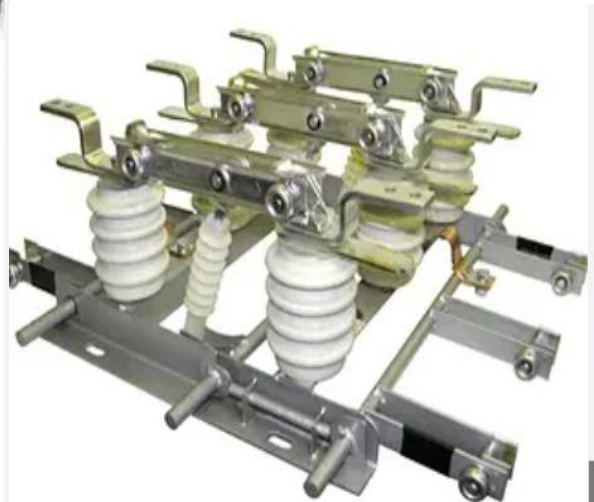
Вибираємо щит освітлення виробництва Аско: ЩО-601. Номінальний струм якого  $I_n = 63 \text{ A}$ , ступінь захисту IP 21.

Вибираємо автоматичний вимикач виробництва ІЭК: ВА47-60. Чотири полюсний, номінальний струм  $I_n = 10 \text{ A}$ , відключаюча здатність  $I_{cs} = 6 \text{ кА}$ .

Обираємо провід марки АПВ (3х10+1х10).

Результати розрахунку заносимо до таблиці 2.1.

| Лінія                  | $I_m$ ,<br>А | $I_{нік.ст.}$ ,<br>А | Тип<br>захисного<br>апарата | $I_{nm}$ ,<br>А | $I_n$ ,<br>А | $I_{cs}$ ,<br>кА | Тип<br>провідника | $S$ , мм <sup>2</sup> ,<br>мм <sup>2</sup> |
|------------------------|--------------|----------------------|-----------------------------|-----------------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------------------------|
| ТП-РП1                 | 470,2        | 899,69               | ВА88-43                     | 1600            | 1000         | 50               | ААБГ              | 2(3x95+1x50)                               |
| ТП-РП2                 | 127,17       | 193,55               | ВА88-37                     | 400             | 315          | 35               | ААБГ              | 3x35+1x25                                  |
| ТП-РП3                 | 123,06       | 314,46               | ВА88-37                     | 400             | 315          | 35               | ААБГ              | 3x35+1x25                                  |
| ТП-РП4                 | 146,18       | 298,28               | ВА88-37                     | 400             | 315          | 35               | ААБГ              | 3x50+1x25                                  |
| ЕП 1, 4                | 33,2         | -                    | ВА47-60                     | -               | 40           | 6                | АПВ               | 3x8+1x8                                    |
| ЕП 2                   | 82,9         | -                    | ВА47-100                    | -               | 100          | 10               | АПВ               | 3x35+1x16                                  |
| ЕП 3, 9, 13, 16,<br>41 | 11,4         | -                    | ВА47-60                     | -               | 16           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |
| ЕП 5-7                 | 24,3         | -                    | ВА47-60                     | -               | 25           | 6                | АПВ               | 3x5+1x5                                    |
| ЕП 8, 10               | 38,3         | -                    | ВА47-60                     | -               | 40           | 6                | АПВ               | 3x10+1x10                                  |
| ЕП 11, 12, 14,<br>15   | 17,9         | -                    | ВА47-60                     | -               | 25           | 6                | АПВ               | 3x2,5+1x2,5                                |
| ЕП 17, 21, 44,<br>46   | 30,4         | -                    | ВА47-60                     | -               | 32           | 6                | АПВ               | 3x8+1x8                                    |
| ЕП 18-20               | 85,9         | -                    | ВА47-100                    | -               | 100          | 10               | АПВ               | 3x50+1x25                                  |
| ЕП 22-26, 28           | 10,5         | -                    | ВА47-60                     | -               | 16           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |
| ЕП 27, 35, 37-<br>39   | 4,6          | -                    | ВА47-60                     | -               | 10           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |
| ЕП 29                  | 31,4         | -                    | ВА47-60                     | -               | 32           | 6                | АПВ               | 3x8+1x8                                    |
| ЕП 30, 34              | 9,1          | -                    | ВА47-60                     | -               | 10           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |
| ЕП 31-33, 36           | 12,7         | -                    | ВА47-60                     | -               | 16           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |
| ЕП 40                  | 30,9         | -                    | ВА47-60                     | -               | 32           | 6                | АПВ               | 3x8+1x8                                    |
| ЕП 42, 43              | 8,4          | -                    | ВА47-60                     | -               | 10           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |
| ЕП 45                  | 4,4          | -                    | ВА47-60                     | -               | 10           | 6                | АПВ               | 3x2+1x2                                    |









### **Висновки по другому розділу**

У другому розділі було проведено розрахунок перерізу кабелів, вибір устаткування захисних пристроїв. Для цього були розраховані максимальні струми, струми теплового розчеплювача, обрані типи кабелів та вимикачів для розподільчих і електричних пристроїв, щитків освітлення тощо.

### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 3.1. Загальні положення

Охорона праці – являє собою систему заходів та засобів спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [4].

У таблиці 3.1 наведені [4] гранично припустимі значення струмів залежно від часу протікання їх через тіло людини для шляхів «рука - рука», «рука - ноги».

Таблиця 3.1 – Гранично припустимі значення струмів частотою 50 Гц

|                                  |           |      |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |
|----------------------------------|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| $t, c$                           | 0,01–0,08 | 0,01 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1  | 1 |
| Для промислових електроустановок |           |      |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |
| $I, mA$                          | 650       | 400  | 190 | 160 | 140 | 125 | 105 | 90  | 75  | 65  | 50 | 6 |
| Для побутових електроустановок   |           |      |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |
| $I, mA$                          | 220       | 200  | 100 | 70  | 55  | 50  | 40  | 35  | 30  | 27  | 25 | 2 |

З урахуванням зазначених вище факторів можливі такі види дії електричного струму на організм людини [4]:

- біологічна – ураження таких систем життєдіяльності, як нервова, серцева та дихання;
- теплова – опіки;
- механічна – розриви тканин тіла.

Згідно з класифікацією приміщень [1] даний виробничий цех відносимо до приміщення з підвищеною небезпекою, адже в цеху є можлива небезпека ураження струмом через струмопровідну металеву підлогу, а також дотику до гострих елементів станків, які обертаються.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що працівники які перебувають в тому чи іншому підприємстві, установі, повинні керуватися певними правилами, ці ж правила і закладені в документах [1] з охорони праці.

### **3.2. Заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху**

#### **3.2.1. Загальні вимоги безпеки**

Згідно вимог, що встановлені в досліджуваному цеху [1]:

- допускаються до самостійної роботи особи віком не молодші вісімнадцяти років, які пройшли попередній медогляд, попереднє професійне навчання і контроль знань з питань охорони праці, пройшли вступний інструктаж та первинний інструктаж по охороні праці на робочому місці.

Виконання вимог безпеки передбачає виключення:

- дотикання до робочого інструменту верстата;
- виліт з верстата різального інструменту або його частин, а також заготовок і деталей, що обробляються;
- попадання у верстатника або інших осіб, що знаходяться поруч з верстатом, ошурків і зрізків матеріалу, що обробляється;
- травмування при встановленні і заміні різальних інструментів;
- доторкання до механізмів, що рухаються, електроприладів і інструменту, що обертаються.

#### **3.2.2. Вимоги безпеки, щодо аварійних ситуацій.**

У разі виникнення аварійних ситуацій [4]:

- при заклинюванні деталі, що оброблюється, треба спочатку вимкнути та знеструмити обладнання, а потім витягнути деталь;
- вимкнути верстат у випадку припинення подавання електроенергії або після його автоматичного вимикання запобіжним пристроєм;

- у всіх випадках аварії з обладнанням або отриманням робітником травми вимкнути верстат, травмованому робітнику надати першу допомогу, в разі потреби викликати лікаря. Зберегти обставини пригоди недоторканими і повідомити про випадок майстра.

### **Висновки по третьому розділу**

В третьому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто:

- загальні положення з охорони праці;
- заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху;
- пропозиції щодо безпеки перед початком роботи;
- пропозиції щодо безпеки в аварійних ситуаціях.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

В роботі було проведено розрахунок перерізу кабелів, вибір устаткування захисних пристроїв. Для цього були розраховані максимальні струми, струми теплового розчеплювача, обрані типи кабелів та вимикачів для розподільчих і електричних пристроїв, щитків освітлення тощо.

Також в кваліфікаційній роботі були розглянуті:

- загальні положення з охорони праці;
- заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху;
- пропозиції щодо безпеки перед початком роботи;
- пропозиції щодо безпеки в аварійних ситуаціях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Улаштування електроустановок./ Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476
2. Ю.Ф. Романюк. Електричні мережі та системи. Навчальний підручник. – Київ: “Знання”, 2007. – 292 с.
3. Лисяк В.Г. Оптимальні режими вузлів навантаження електропостачальних систем. Навчальний посібник, – Львів: “ННІ” 2007. – 251 с.
4. П.М. Монтік Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник – Львів: “Новий Світ”, 2011. – 487 с.
5. Електричні мережі та системи.: Навч. посібник для студ. електроенерг. спец. / М. С. Сегеда; Державний ун-т "Львівська політехніка". - Л.: Каменяр, 1999. - 296 с. - Бібліогр.: с.292-296. - ISBN 5-7745-0766-1
6. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Проектування електричних систем": для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / Вінницький держ. технічний ун-т; уклад. Ж. І. Остапчук. - Вінниця: [б.в.], 1998. - 46 с.
7. Автоматика електроенергетичних систем. Практикум з дисципліни "Релейний захист та системна автоматика": Навч. посіб. для студ. спец. "Електричні мережі та системи"/О. Є. Рубаненко; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 1999. - 63 с.
8. Релейний захист та автоматика в електроенергетиці: Навч. посіб. для студ. спец. "Електрична частина електричних станцій", "Електричні мережі та системи", "Електротехнічні системи та системи електроспоживання" / В. М. Кутін [та ін]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 104 с.

9. Методичні вказівки до вибору схем розподільних пристроїв підстанцій напругою 35-750 кВ з курсу "Електричні системи та мережі" для студентів спеціальності "Електричні системи та мережі"/ Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т" ; уклад. В. П. Волков. - Х.: НТУ "ХПІ", 2001. - 19 с.

10. Конструкції повітряних ліній електропередачі. Курсове проектування: навч. посібник для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 107 с.: рис. - Бібліогр.: с. 106-107

11. Експлуатація повітряних ліній електропередачі: навч. посіб. для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 129 с.: рис. - Бібліогр.: с. 129

12. Електромонтажні роботи. Електричні мережі до 1000 В: Навч. посібник для студ. електротехн. спец. з дисципліни "Робоча професія" / О. Д. Демов [і др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 55 с.

13. Електричні системи та мережі [Текст] : методичні вказівки до виконання курсового проекту для студ. спец. 7.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" денної та заоч. форм навчання / Національний ун-т харчових технологій ; уклад. С. Є. Вакуленко. - К.: НУХТ, 2002. - 51 с.: рис. - Бібліогр.: с. 51-52

14. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні: навч. посібник для студ. спец. 7.090601 - "Електричні станції, 7.090602 - "Електричні системи і мережі" / Ю. В. Лук'яненко [та др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 111 с.: рис. - Бібліогр.: с.111.

15. Денисюк А.Ю., Хливнюк М.Г., Шестак І.М. Комп'ютерна електроніка: Навч. Посіб. - Житомир: ЖВІ, 2017. - с. 33-44.

16. Електричні мережі систем електропостачання [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Г. Г. Півняк [та ін.]; ред. Г. Г. Півняк; Національний гірничий ун-т. - Д.: НГУ, 2003. - 316 с.: рис. - Бібліогр.: с. 311. - ISBN 966-8271-45-9