МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Батюк Василь Володимирович

УДК 621.3.01

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування та розрахунок навантаження токарного цеху промислового підприємства

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

Батюк В.В.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Денисюк Анатолій Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.т.н., доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Батюк В.В. Обґрунтування та розрахунок навантаження токарного цеху промислового підприємства. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Основною метою роботи є розрахунок навантаження токарного цеху промислового підприємства.

Результатом роботи є вибір схеми цехової силової мережі і розрахунок навантаження цехової мережі.

Ключові слова: електроприймач, комплектні конденсаторні установки, розподільний пункт, пристрій заземлення.

ABSTRACT

Batiuk V.V. Justification and calculation of the load of the turning shop of an industrial enterprise. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The main purpose of the work is to calculate the load of the turning shop of an industrial enterprise.

The result of the work is the selection of the shop power network scheme and the calculation of the shop network load.

Keywords: electrical receiver, complete capacitor units, distribution point, grounding device.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ	7
1.1. Основні поняття та визначення	7
1.2. Характеристика системи електропостачання	9
1.3. Призначення та склад електричного обладнання	11
1.4. Вибір величини напруги живлення	12
Висновки по розділу 1	13
РОЗДІЛ 2. ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ	14
Вибір схеми цехової силової мережі	14
Висновки по розділу 2	16
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ	17
Розрахунок навантаження цехової мережі	17
Висновки по розділу 3	26
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	28

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АВР – автоматичне включення резерву

АД – асинхронний двигун

ЕО – електрообладнання

ЕП – електроприймач

ККУ – комплектні конденсаторні установки

НН – низька напруга

ПЗ – пристрій заземлення

ПС – підстанція

ПУЕ – Правила устаткування електроустановок

РП – розподільний пункт

ШНВ – шафа низьковольтна ввідна

ШНЛ – шафа низьковольтна лінійна

ШРА – шинопровід розподільчий алюмінієвий

ЩАО – щиток аварійного освітлення

ЩРО – щиток робочого освітлення

ВСТУП

Актуальність роботи. Від ефективності системи електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Через це питання визначення навантаження підприємства є актуальними.

Метою роботи є оптимізація навантаження токарного цеху промислового підприємства.

Для досягнення запланованого в роботі реалізуються такі завдання:

1. Здійснення аналізу схеми електропостачання цеху, обрання рівня живлючої напруги.

2. Виконання розрахунку навантаження токарного цеху промислового підприємства.

Об'єктом дослідження є аналіз токарного цеху, структура та склад електрообладнання розглядаємого цеху, вибір величин навантадення.

Предметом дослідження є електрична схема токарного цеху з урахуванням навантаження.

Методи досліджень. Під час проведення досліджень, використовувалися методи системного аналізу, методи математичного моделювання.

Практична значимість результатів роботи:

Сформовано методологічні засади покращення вибору, електропостачання промислового об'єкту, що дають змогу успішно вирішувати такі практичні проблеми:

1. Удосконалити вибір системи електропостачання типового промислового об'єкта згідно з його особливостями, можливостями для встановлення необхідного обладнання.

2. Надалі проводити розбудову системи електропостачання.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Батюк В.В. ВИБІР НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ.

Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. - С 87-88.

Батюк В.В., Коновалов С. В. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ КРП.

Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. - С 85-87.

1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ МАШИНОБУДІВЕЛЬНОГО ЗАВОДУ

1.1. Основні поняття та визначення. Термінологічний словник

Електроенергетичною системою називається електрична частина енергосистеми та приймачі електричної енергії, що живляться від неї, об'єднані загальним процесом виробництва, передачі, розподілу та прийому електричної та інших видів енергії.

Електричною системою (*енергосистемою*) називається сукупність електростанцій електричних та теплових мереж, з'єднаних між собою та пов'язаних спільністю режиму у безперервному процесі виробництва, перетворення та розподілу електричної енергії та теплоти при загальному керуванні цим режимом.

*Електричною частиною*системиназивається сукупність електроустановок електричних станцій та електричних мереж енергосистем.

Електропостачанням називаєтьсязабезпечення споживачів електричною енергією

Системою електропостачання називається сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією.

Електрична мережа є пристроєм, що з'єднує джерела живлення зі споживачами електричної енергії. Основним призначенням електричних мереж є *електропостачання споживачів,* а також передача енергії на великі відстані.

Вузловою розподільчою підстанцією (ВРП) є підстанція підприємства напругою 110-220 кВ, що отримує електроенергію від енергосистеми та розподіляє її за головними низькими підстанціями (ГПП) або підстанціями глибокого введення (ПГВ) по території підприємства.

Головна низька підстанція (ГПП) - являє собою трансформаторну підстанцію, що отримує електроенергію від енергосистеми на напругах 35 кВ і вище та розподіляє її територією підприємства.

Підстанція глибокого введення (ПГВ) –підстанції110/10 та 35/0,4 кВ, що виконуються за спрощеними схемами первинної комутації, що отримує живлення від енергосистеми або вузлової розподільної підстанції даного підприємства та призначена для живлення окремого цеху, корпусу, групи цехів підприємства.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) – РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Внутрішньоцехова підстанція -підстанція, розташована всередині виробничої будівлі (відкрито або в окремому закритому приміщенні).

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огородження підстанції.

Струмопровід -пристрій, призначений для передачі та розподілення електроенергії, що складається з неізольованих та ізольованих провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримуючих та опорних конструкцій.

Шинопровід -жорсткий струмопровід до1 кВ, що постачається комплектними секціями.

Головний розподільчий щит (ГРЩ)- розподільний щит, через який постачається електроенергією вся будівля або її відокремлена частина.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) –РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Внутрішньоцехова підстанція -підстанція, розташована всередині виробничої будівлі (відкрито або в окремому закритому приміщенні).

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огородження підстанції.

Струмопровід -пристрій, призначений для передачі та розподілення електроенергії, що складається з неізольованих та ізольованих провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримуючих та опорних конструкцій.

Шинопровід -жорсткий струмопровід до1 кВ, що постачається комплектними секціями.

*Головний розподільчий щит (ГРЩ)*розподільний щит, через який постачається електроенергією вся будівля або її відокремлена частина.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) –РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огородження підстанції.

1.2.Характеристика системи електропостачання

Електропостачання промислових підприємств є складним і багатоаспектним процесом, що забезпечує надійне та безперебійне функціонування виробничих потужностей. Від ефективності системи електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання

та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії, оскільки відхилення параметрів від норми можуть призвести до збоїв у роботі обладнання та зниження якості продукції, що випускається. Системи електропостачання промислових підприємств повинні бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства та збільшення його виробничих потужностей. Необхідно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного перемикання на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату. На закінчення слід зазначити, що надійне та ефективне електропостачання є одним із ключових факторів успішної роботи будь-якого промислового підприємства.

Електропостачання промислових підприємств являє собою складний і багатогранний процес, що забезпечує надійну та безперебійну роботу виробничих потужностей. Від ефективності системи електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії, оскільки відхилення параметрів від норми можуть призвести до збоїв у роботі обладнання та зниження якості продукції. Системи електропостачання промислових підприємств мають бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства і збільшення його виробничих потужностей. Потрібно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного переключення на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних

технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату. На завершення слід відзначити, що надійне та ефективне електропостачання є одним з ключових факторів успішної роботи будь-якого промислового підприємства.

1.3. Призначення та склад електричного обладнання

Досліджуваний токарний цех призначений для виготовлення та обробки деталей машин, інструментів, заготовок із металу, дерева, пластику тощо шляхом обертання заготовки навколо нерухомого різального інструменту, що включає точіння циліндричних, конічних, фасонних поверхонь, підрізання торців, нарізання різьби, свердління та інші операції для створення потрібної форми, розмірів та шорсткості поверхні..

У цеху встановлене наступне устаткування.

Таблиця 1.1. Устаткування та обладнання, що входить до складу цеху

№ з/п	Номер на плані	Найменування електроприймачів
1	1, 2	Токарно-револьверні багатоцільові верстати
2	3, 21, 27	Кран-балка
3	4, 5	Токарні верстати з ЧПУ
4	6, 7, 15, 16	Свердлильно-фрезерні верстати
5	8	Кондиціонер
6	9, 10, 11, 12	Токарні верстати з ЧПУ збільшеної точності
7	13, 17, 18	Координатно-свердлильні горизонтальні верстати
8	14	Стругальний верстат
9	19	Шліфувальний верстат
10	20	Наждачний верстат
11	22, 23	Токарні багатоцільові дротово-патронні модулі

12	24, 29, 30	Токарні-вертикальні напівавтомати з ЧПУ
13	25, 26, 28	Координатно-свердлильні вертикальні верстати

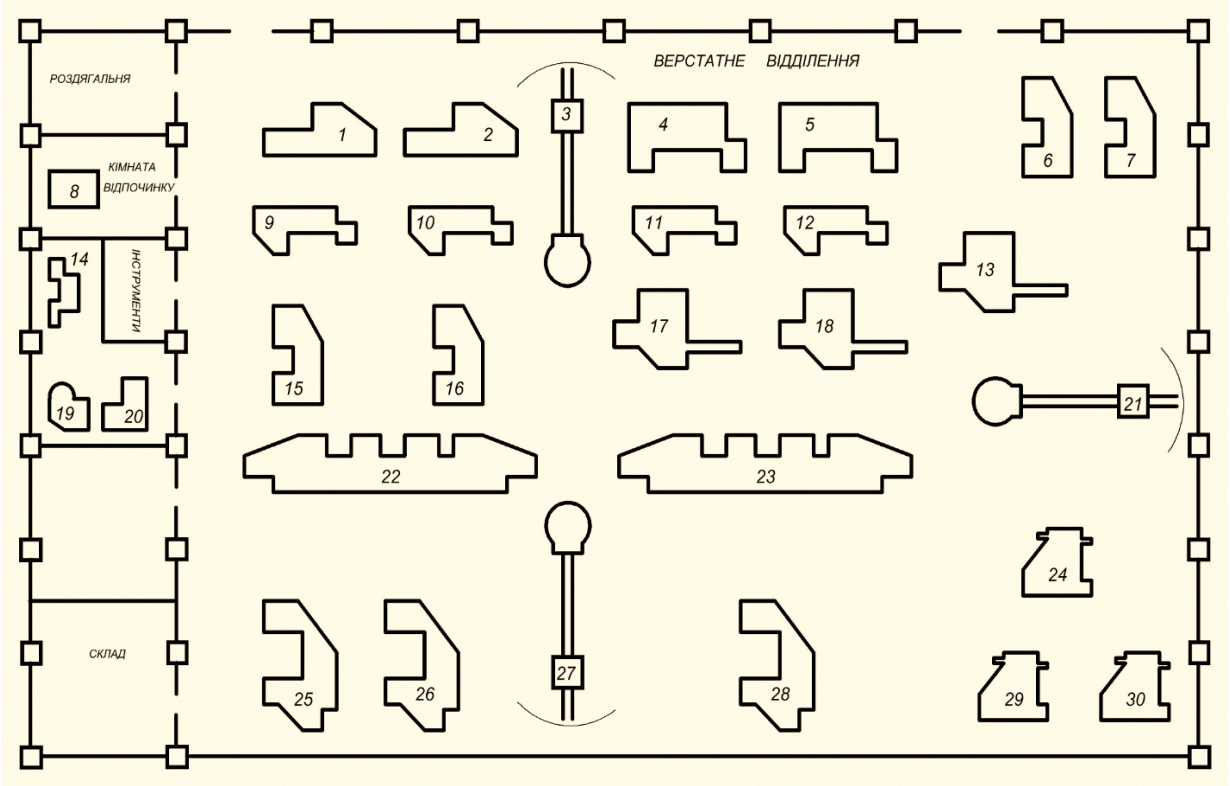


Рисунок 1.1–Розміщення технологічного обладнання

1.4.Вибір величини напруги живлення

Напругу 35 кВ здебільшого рекомендується використовувати для розподілу енергії на першому ступені середніх підприємств за відсутності великої кількості електродвигунів напругою вище 1000 В [5].

Напругу 10 кВ слід використовувати для внутрішньозаводського розподілу енергії.

Використаннянапруги 6 кВ повинно визначатись наявністю електроустаткування на 6 кВ та техніко-економічними показниками під час виборувеличини напруги живлення.

Для живлення освітлювальних установок промислових, житлових та загальних будівель, у більшості випадків, застосовують трифазні чотирьохпровідні мережі змінного струму 380/220 В за заземленої нейтралі, та 220 Вза ізольованоїнейтралі або постійному струмі[3].

Проаналізувавши вихідні дані, для живлення електрообладнання токарного цеху обираю напругу 0,4 кВ.

Висновки по першому розділу

В розділі було проаналізовано класифікацію споживачів електроенергії по ступені надійності електропостачання, та обрана категорія надійності токарного цеху для розрахунків електропостачання.

2. ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1. Вибір схеми цехової силової мережі

При виборі схеми цехової мережі враховують такі фактори [3]:

- потужність окремих ЕП;
- розміщення ЕП на території цеху;
- потрібна надійність живлення;
- характер технологічного процесу;
- умови середовища та ін.

Цехові силові електричні мережі можуть бути виконані за радіальною, магістральною або змішаною схемами(рис. 1.1, 1.2, 1.3).

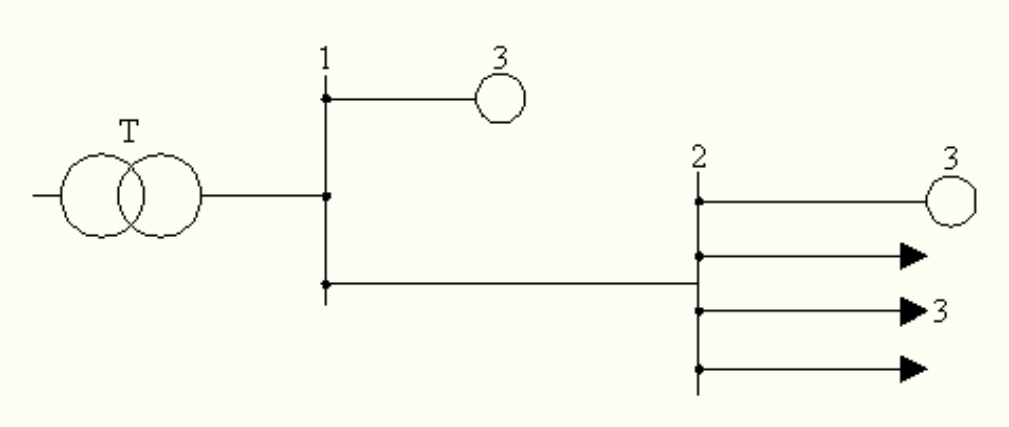


Рисунок 1.1 – Радіальна схема живлення електро приймачівпри напрузі до 1 кВ: 1 - розподільний пристрій низької напруги (НН) цехової підстанції; 2 - силова розподільна шафа; 3 - електроприймачі.

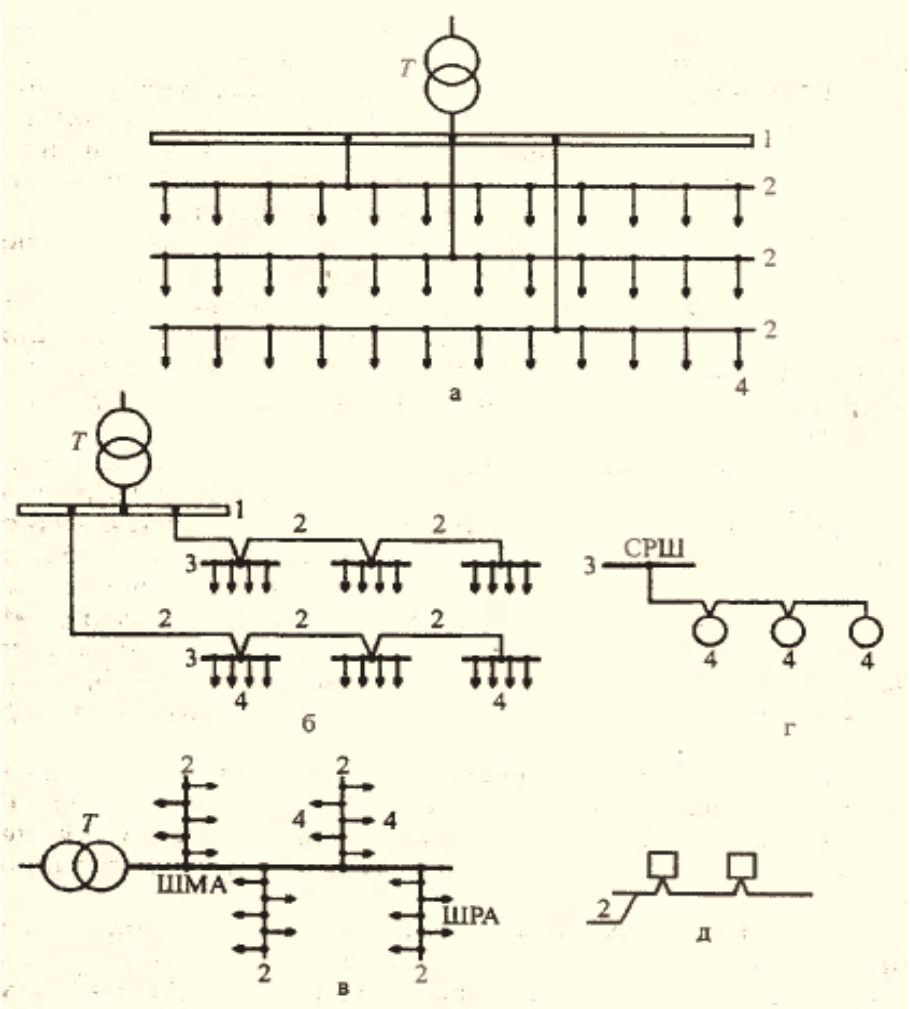


Рисунок 1.2 – Магістральні схеми живлення електроприймачів при напрузі до 1 кВ: а – з розподіленим навантаженням; б – з зосередженим навантаженням; в – блок “трансформатор-магістраль”; г - “ланцюжок; д – модульна; 1 - розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістралі; 3 - силова розподільна шафа; 4 - електроприймачі.

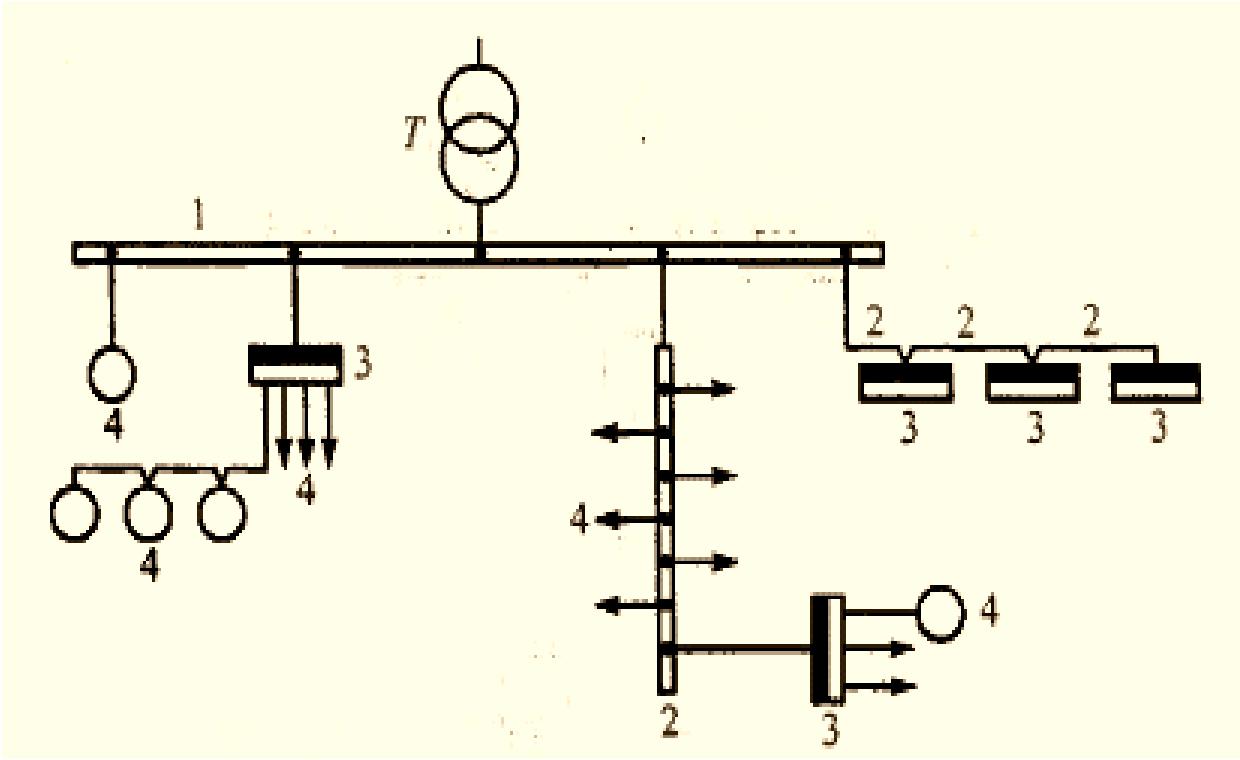


Рисунок 1.3 – Приклад змішаної схеми: 1 - розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістралі; 3 - силова розподільна шафа; 4 - електроприймачі.

На основі аналізу розміщення технологічного обладнання (рисунок 1.4), зважаючи на необхідність забезпечення надійності електропостачання, зручності експлуатації, капітальні затрати і втрати напруги, обираємо радіальну схему цехової електричної мережі.

Висновки по другому розділу

В даному розділі було обрана схема цехової силової мережі. Цех відноситься до II категорії надійності елетропостачання, в якості напруги живлення ЦТП обрана напруга 10 кВ, а живлення електроприймачів цеху буде здійснюватися напругою 380 В.

3 РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ

3.1 Розрахунок навантаження цехової мережі

Метод розрахункових коефіцієнтів є найточнішим і рекомендується при визначенні розрахункових навантажень для груп ЕП, коли відомі дані кожного ЕП.

Вихідні дані, кількість та встановлені потужності електроприймачів наведені в таблиці 3.1, план цеху подано на рисунку 3.1.

Всіх споживачі розподілимо на 4 групи, електроживлення яких здійснюється від окремих СРШ.

СРШ – 1:

Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну:

$$P_{см} = K_в \cdot P_н \tag{3.1}$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot tg\varphi \tag{3.2}$$

де $K_в$ – коефіцієнт використання; $P_{вст} = P_н$ для електроприймачів з тривалим режимом роботи; $tg\varphi$ – коефіцієнт потужності;

$$P_{см1} = 0{,}14 \cdot 54 = 7{,}6 \ кВт \qquad P_{см2} = 0{,}12 \cdot 12{,}5 = 1{,}5 \ кВт$$
$$P_{см3} = 0{,}14 \cdot 12{,}8 = 1{,}8 \ кВт \qquad P_{см4} = 0{,}13 \cdot 12{,}2 = 1{,}6 \ кВт$$

$$\Sigma P_{см} = 12{,}5 \ кВт \qquad \Sigma P_{вст} = 91{,}5 \ кВт$$

$$Q_{см1} = 7{,}6 \cdot 1{,}73 = 13{,}1 \ кВАр \qquad Q_{см2} = 1{,}5 \cdot 1{,}73 = 2{,}6 \ кВАр$$
$$Q_{см3} = 1{,}8 \cdot 1{,}73 = 3{,}1 \ кВАр \qquad Q_{см4} = 1{,}6 \cdot 1{,}73 = 2{,}8 \ кВАр$$

$$\Sigma Q_{см} = 21{,}6 \ кВАр$$

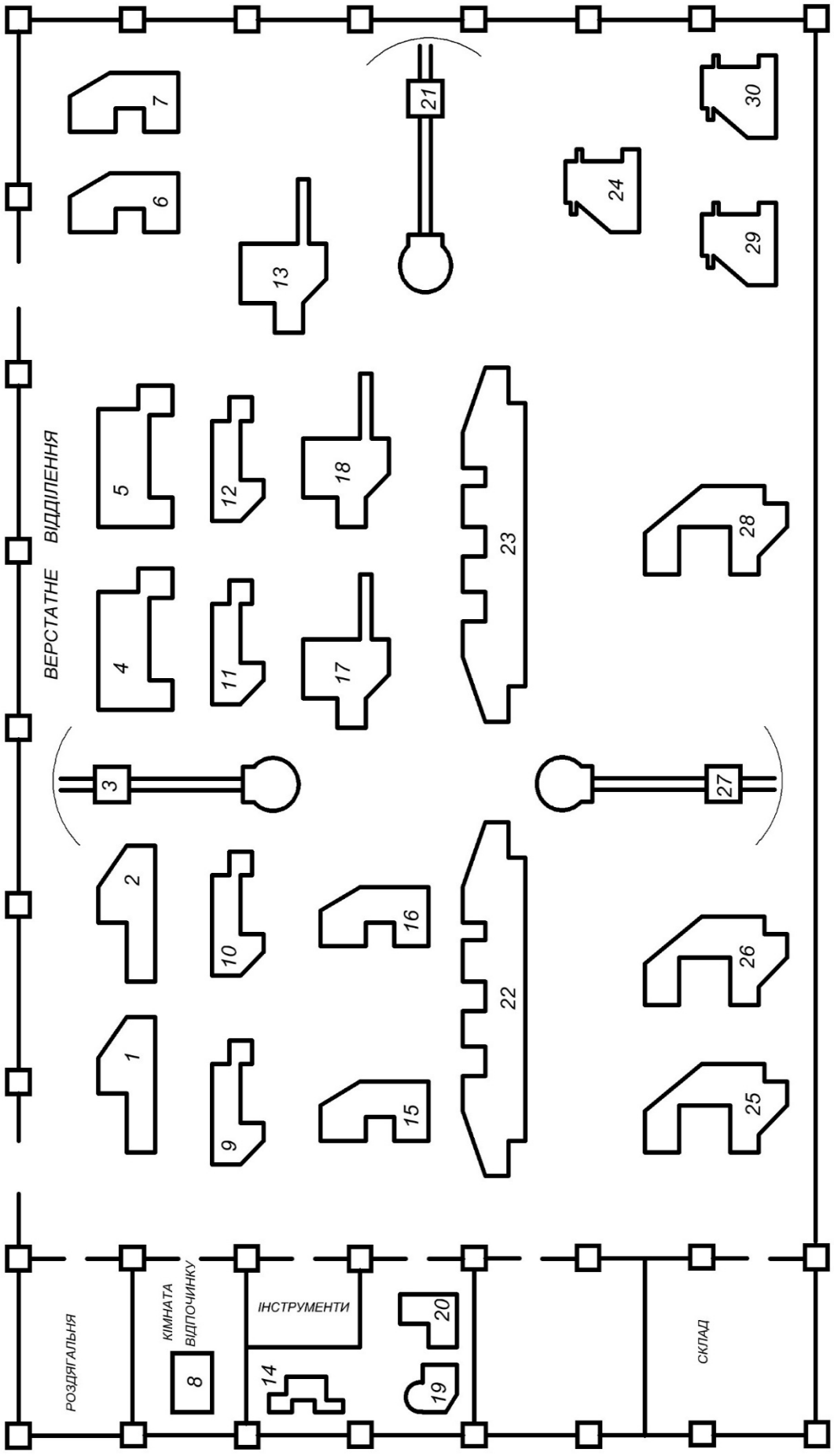


Рисунок 3.1 – Роз міщення технологічного обладнання

Таблиця 3.1–Перелік технологічного обладнання

Номер на плані	Найменування електроприймачів	Кіль-кість	Рн, кВт	$cos\varphi$ / tg	$K_в$	$K_п$	примітки
1, 2	Токарно-револьверні багатоцільові верстати	2	14	0,65/1	0,17	0,25	
3, 21, 27	Кран-балка	3	12,2	0,5/1,73	0,13	0,2	ПВ=60%
4, 5	Токарні верстати з ЧПУ	2	8	0,5/1,73	0,13	0,2	
6, 7, 15, 16	Свердлильно-фрезерні верстати	4	6,4	0,5/1,73	0,14	0,2	
8	Кондиціонер	1	4,8	0,8/0,75	0,6	0,7	1-фазний
9, 10, 11, 12	Токарні верстати з ЧПУ збільшеної точності	4	9,2	0,65/1	0,17	0,25	
13, 17, 18	Координатно-свердлильні горизонтальні верстати	3	12,5	0,5/1,73	0,12	0,25	
14	Стругальний верстат	1	15	0,5/1,73	0,14	0,2	
19	Шліфувальний верстат	1	7,5	0,5/1,73	0,16	0,2	
20	Наждачний верстат	1	7,5	0,5/1,73	0,13	0,2	
22, 23	Токарні багатоцільові дротово-патронні модулі	2	18	0,65/1	0,17	0,25	
24, 29, 30	Токарні-вертикальні напівавтомати з ЧПУ	3	18	0,5/1,73	0,14	0,25	
25, 26, 28	Координатно-свердлильні вертикальні верстати	3	11	0,5/1,73	0,13	0,25	

Визначаємо $K_в$ для групи електроприймачів:

$$K_{вгр1} = \frac{\sum_1^n K_в \cdot P_{вст.і}}{\sum_1^n P_{вст.і}} \tag{3.3}$$

$$K_{вгр1} = \frac{12,5}{91,5} = 0,14$$

Визначаємо коефіцієнт максимуму $K_м$ активної потужності:

$$K_м = f \cdot \left(K_в \cdot n_{еф}\right), \text{ де}$$

$$n_{еф} = \frac{(\sum_1^n P_{нi})^2}{\sum_1^n P_{нi}^{\ 2}} \tag{3.4}$$

$$n_{еф1} = \frac{91,5^2}{3 \cdot 18^2 + 2 \cdot 6,4^2 + 1 \cdot 12,5^2 + 1 \cdot 12,2^2} = 6$$

Визначаємо розрахункове активне навантаження, тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення:

$$P_р = K_м \cdot \Sigma P_н \tag{3.5}$$

де $K_м$ – коефіцієнт максимуму

$$P_р = 2,64 \cdot 12,5 = 33 \quad кВт$$

Знаходимо реактивне розрахункове навантаження:

$$Q_р = Q_{см}, \text{ якщо } n_{еф} \geq 10 \tag{3.6}$$

$$\mathrm{Q_р} = 1,1 \cdot \mathrm{Q_{см}}, \text{ якщо } n_{еф} < 10 \tag{3.7}$$

$$Q_p = 1{,}1 \cdot 21{,}6 = 23{,}8 \quad кВАр$$

Визначаємо повне розрахункове навантаження:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \tag{3.8}$$

$$S = \sqrt{33^2 + 23{,}8^2} = 40{,}7 \quad кВА$$

СРШ – 2 :

За формулами (3.1), (3.2) визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну:

$P_{см1} = 0{,}17 \cdot 9{,}2 = 1{,}6 \quad кВт$ $P_{см2} = 0{,}14 \cdot 12{,}8 = 1{,}8 \quad кВт$ $P_{см3} = 0{,}17 \cdot 18 = 3{,}1 \quad кВт$
$P_{см4} = 0{,}13 \cdot 22 = 2{,}9 \quad кВт$ $P_{см5} = 0{,}13 \cdot 12{,}2 = 1{,}6 \quad кВт$

$$\Sigma P_{см} = 11 \quad кВт \qquad \Sigma P_{вст} = 83{,}4 \quad кВт$$

$Q_{см1} = 1{,}6 \cdot \ 1 \ = 1{,}6 \quad кВАр$ $Q_{см2} = 1{,}8 \cdot 1{,}73 = 3{,}1 \quad кВАр$ $Q_{см3} = 3{,}1 \cdot 1 = 3{,}1 \quad кВАр$
$Q_{см4} = 2{,}9 \cdot 1{,}73 = 5{,}1 \quad кВАр$ $Q_{см5} = 1{,}6 \cdot 1{,}73 = 2{,}8 \quad кВАр$

$$\Sigma Q_{см} = 15{,}7 \quad кВАр$$

За формулою (3.3) визначаємо $K_в$ для групи електроприймачів:

$$K_{вгр2} = \frac{11}{83{,}4} = 0{,}13$$

За формулою (3.4) визначаємо коефіцієнт максимуму $K_м$ активної потужності:

$$n_{еф2} = \frac{83{,}4^2}{2 \cdot 9{,}2^2 + 2 \cdot 6{,}4^2 + 1 \cdot 18^2 + 2 \cdot 11^2 + 1 \cdot 12{,}2^2} = 7$$

Визначаємоза формулою (3.5)розрахункове активне навантаження, тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення:

$$P_p = 2{,}72 \cdot 11 = 29{,}9 \quad кВт$$

Знаходимо за формулою (2.7) реактивне розрахункове навантаження:

$$Q_p = 1{,}1 \cdot 15{,}7 = 17{,}3 \quad кВАр$$

Визначаємо повне розрахункове навантаження за формулою (2.8):

$$S = \sqrt{29{,}9^2 + 17{,}3^2} = 34{,}5 \quad кВА$$

СРШ – 3:

Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну за формулами $(3.1),(3.2)$:

$$P_{см1} = 0{,}13 \cdot 16 = 2{,}1 \quad кВт \qquad P_{см2} = 0{,}17 \cdot 18{,}4 = 3{,}1 \quad кВт \qquad P_{см3} = 0{,}12 \cdot 25 = 3 \quad кВт$$
$$P_{см4} = 0{,}17 \cdot 18 = 3{,}1 \quad кВт \qquad P_{см5} = 0{,}13 \cdot 11 = 1{,}4 \quad кВт$$

$$\Sigma P_{см} = 12{,}7 \quad кВт \qquad\qquad \Sigma P_{вст} = 88{,}4 \quad кВт$$

$$Q_{см1} = 2{,}1 \cdot 1{,}73 = 3{,}6 \quad кВАр \qquad Q_{см2} = 3{,}1 \cdot 1 = 3{,}1 \quad кВАр \qquad Q_{см3} = 3 \cdot 1{,}73 = 5{,}2 \quad кВАр$$
$$Q_{см4} = 3{,}1 \cdot 1 = 3{,}1 \quad кВАр \qquad Q_{см5} = 1{,}4 \cdot 1{,}73 = 2{,}4 \quad кВАр$$

$$\Sigma Q_{см} = 17{,}4 \quad кВАр$$

Визначаємо $K_в$ для групи електроприймачів за формулою (3.3):

$$K_{вгр3} = \frac{12{,}7}{88{,}4} = 0{,}14$$

За формулою (3.4) визначимокоефіцієнт максимуму $K_м$ активної потужності:

$$n_{еф3} = \frac{88{,}4^2}{2 \cdot 8^2 + 2 \cdot 9{,}2^2 + 2 \cdot 12{,}5^2 + 1 \cdot 18^2 + 1 \cdot 11^2} = 7$$

Визначаємо розрахункове активне навантаження, тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення за формулою(3.5):

$$P_p = 2{,}39 \cdot 12{,}7 = 30{,}4 \quad кВт$$

Знаходимо реактивне розрахункове навантаження за формулою (3.7):

$$Q_p = 1{,}1 \cdot 17{,}4 = 19{,}1 \quad кВАр$$

Визначаємо повне розрахункове навантаженняза формулою (3.8):

$$S = \sqrt{30{,}4^2 + 19{,}1^2} = 35{,}8 \quad кВА$$

СРШ – 4:

Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну за формулами $(3.1),(3.2)$:

$$P_{см1} = 0{,}17 \cdot 28 = 4{,}8 \quad кВт \qquad P_{см2} = 0{,}13 \cdot 12{,}2 = 1{,}6 \quad кВт \qquad P_{см3} = 0{,}6 \cdot 4{,}8 = 2{,}9 \quad кВт$$
$$P_{см4} = 0{,}14 \cdot 15 = 2{,}1 \quad кВт \qquad P_{см5} = 0{,}16 \cdot 7{,}5 \quad = 1{,}2 \quad кВт \qquad P_{см6} = 0{,}13 \cdot 7{,}5 = 1{,}1 \quad кВт$$

$$\Sigma P_{см} = 13{,}7 \quad кВт \qquad\qquad \Sigma P_{вст} = 75 \quad кВт$$

$$Q_{см1} = 4{,}8 \cdot \quad 1 \quad = 4{,}8 \quad кВАр \qquad Q_{см2} = 1{,}6 \cdot 1{,}73 = 2{,}8 \quad кВАр \qquad Q_{см3} = 2{,}9 \cdot 0{,}75 = 2{,}2 \quad кВАр$$
$$Q_{см4} = 2{,}1 \cdot 1{,}73 = 3{,}6 \quad кВАр \qquad Q_{см5} = 1{,}2 \cdot 1{,}73 = 2{,}1 \quad кВАр \qquad Q_{см6} = 1{,}1 \cdot 1{,}73 = 1{,}3 \quad кВАр$$

$$\Sigma Q_{см} = 16{,}8 \quad кВАр$$

Визначаємо $K_в$ для групи електроприймачів за формулою (3.3):

$$K_{вгр3} = \frac{13{,}7}{75} = 0{,}18$$

За формулою(3.4) визначимокоефіцієнт максимуму $K_м$ активної потужності:

$$n_{еф3} = \frac{75^2}{2 \cdot 14^2 + 1 \cdot 12{,}2^2 + 1 \cdot 4{,}8^2 + 1 \cdot 15^2 + 1 \cdot 7{,}5^2 + 1 \cdot 7{,}5^2} = 6$$

Визначаємо розрахункове активне навантаження, тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення за формулою(3.5):

$$P_p = 2{,}26 \cdot 13{,}7 = 31{,}1 \quad кВт$$

Знаходимо реактивне розрахункове навантаження за формулою(3.7):

$$Q_p = 1{,}1 \cdot 16{,}8 = 18{,}5 \quad кВАр$$

Визначаємо повне розрахункове навантаження за формулою(3.8):

$$S = \sqrt{31{,}1^2 + 18{,}5^2} = 36{,}2 \quad кВА$$

Вихідні дані та результати розрахунку заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2–Результати розрахунку

№ СРШ та груп ЕП	Кількість	$P_{вст}$		$K_в$	$cos\varphi$ / tg	Середня потужність		$n_{еф}$	$K_м$	Розрахункове навантаження		
		Одного кВт	$\sum$ кВт			$P_{см}$ кВт	$Q_{см}$ *кВАр*			$P_р$, *кВт*	$Q_р$, *кВАр*	$S_р$, *кВА*
СРШ – 1												
6, 7	2	6,4	12,8	0,14	0,5/1,73	1,8	3,1	6	2,64	33	23,8	40,7
13	1	12,5	12,5	0,12	0,5/1,73	1,5	2,6					
21	1	12,2	12,2	0,13	0,5/1,73	1,6	2,8					
24, 29, 30	3	18	54	0,14	0,5/1,73	7,6	13,1					
Разом: 7			91,5	0,14		12,5	21,6					
СРШ – 2												
9, 10	2	9,2	18,4	0,17	0,65/1	1,6	1,6	7	2,72	29,9	17,3	34,5
15, 16	2	6,4	12,8	0,14	0,5/1,73	1,8	3,1					
22	1	18	18	0,17	0,65/1	3,1	3,1					
25, 26	2	11	22	0,13	0,5/1,73	2,9	5,1					
27	1	12,2	12,2	0,13	0,5/1,73	1,6	2,8					
Разом: 8			83,4	0,11		11	15,7					
СРШ – 3												
4, 5	2	8	16	0,13	0,5/1,73	2,1	3,6	7	2,39	30,4	19,1	35,8
11, 12	2	9,2	18,4	0,17	0,65/1	3,1	3,1					
17, 18	2	12,5	25	0,12	0,5/1,73	3	5,2					
23	1	18	18	0,17	0,65/1	3,1	3,1					
28	1	11	11	0,13	0,5/1,73	1,4	2,4					
Разом: 8			88,4	0,14		12,7	17,4					
СРШ – 4												

1, 2	2	14	28	0,17	0,65/1	4,8	4,8	6	2,26	31,1	18,5	36,2
3	1	12,2	12,2	0,13	0,5/1,73	1,6	2,8					
8	1	4,8	4,8	0,6	0,8/0,75	2,9	2,2					
14	1	15	15	0,14	0,5/1,73	2,1	3,6					
19	1	7,5	7,5	0,16	0,5/1,73	1,2	2,1					
20	1	7,5	7,5	0,13	0,5/1,73	1,1	1,3					
Разом: 7			75	0,18		13,7	16,8					
∑										124,4	78,7	147,2

Висновки по третьому розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок електричного навантаження токарного цеху машинобудівельного заводу. Було встановлено, що повне навантаження технологічного обладнання $S_н$ =147,2 кВА.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз складу електрообладнання токарного цеху машинобудівельного заводу.

В роботі було проаналізовано класифікацію споживачів електроенергії по ступені надійності електропостачання, та обрана категорія надійності токарного цеху для розрахунків електропостачання. Цех відноситься до ІІ категорії надійності елетропостачання, в якості напруги живлення ЦТП обрана напруга 10 кВ, а живлення електроприймачів цеху буде здійснюватися напругою 380 В, було проведено розрахунок електричного навантаження токарного цеху машинобудівельного заводу. Було встановлено, що повне навантаження технологічного обладнання $S_н$ =147,2 кВА.

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. "Электрична 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 - "Елетричні 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