МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**ШУМИЛО ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК621.317.353

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХУ**

8.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

Роботу виконано на кафедрі систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя міністерства освіти і науки України.

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці

**Решетник Віктор Якович**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри світлотехніки та електротехніки

**Куземко Наталія Анатоліївна**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2017 року о 1400 годині на засіданні екзаменаційної комісії №40 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46018, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310.

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Втрати електроенергії в системі електропостачання промислових підприємств є одним з основних економічних показників ефективності електроспоживання. Сучасний стан системи електропостачання, морально та фізично застаріле електрообладнання, неефективне регулювання електроспоживанням в інструментальному цеху визначають необхідність модернізації, технічного переоснащення системи та раціонального використання електроенергії, що є актуальним та залежить від комплексу заходів спрямованих на зниження втрат при експлуатації системи електропостачання.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є дослідження заходів по зниженню втрат електроенергії для підвищення ефективності та оптимізації роботи системи електропостачання інструментального цеху. Відповідно до вказаної теми розв’язувалися такі завдання:

* провести аналіз системи електропостачання споживачів та режимів роботи електрообладнання;
* провести оцінку причин втрат електроенергії в інструментальному цеху;
* здійснити розрахунок електричних навантажень інструментального цеху з обґрунтуванням вибору числа та потужності силових трансформаторів;
* провести розрахунок елементів розподільної мережі цеху та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання, розрахунок втрат напруги в лініях;
* провести дослідження заходів зниження втрат електроенергії у системі електропостачання інструментального цеху;
* впровадження системи частотного керування, яка б забезпечувала мінімум втрат в асинхронному двигуні.

**Об’єкт дослідження** – система електропостачання та електроспоживачі інструментального цеху.

**Предмет дослідження** – заходи зниження втрат електроенергії в системі електропостачання інструментального цеху.

**Наукова новизна отриманих результатів:** дістали подальший розвиток заходи зниження втрат електроенергії в системі електропостачання інструментального цеху, які дозволили підвищити економічні показники ефективності електроспоживання.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Виявляється у можливості зниженні втрат електроенергії в системі електропостачання інструментального цеху при мінімумі приведених затрат та виконанні умов по надійності електропостачання та якості електроенергії.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на V-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (17-18 листопада 2016 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8-и розділів, висновків, переліку посилань (16 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 111 сторінок, 5 таблиць, 4 діаграми, 22 рисунків.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність роботи, мету і завдання роботи, об’єкт і предмет дослідження, описано наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

**У першому розділі «Аналітична частина»**, проведено аналіз системи електропостачання споживачів та ефективності роботи електрообладнання. Інструментальний цех є допоміжним цехом для основного виробництва підприємства, у якому виготовляють нестандартні деталі для ремонту основного обладнання. Система електропостачання підприємства утворює єдиний комплекс з технологічною системою виробництва. Оскільки основними споживачами електричної енергії у інструментальному цеху є електродвигуни верстатів (токарних, шліфувальних, свердлильних), то проаналізовано основні способи підвищення економічності та ефективності роботи асинхронних двигунів за рахунок автоматизації електроприводу виробничих механізмів тиристорними перетворювачами частоти.

Також проведено аналіз ефективності встановлених освітлювальних установок у інструментальному цеху, проаналізовано шляхи економії електроенергії методами компенсації реактивної потужності та встановленням сучасної ефективної системи обліку та контролю за споживанням електроенергії.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** досліджено особливості принципів побудови системи цехового електропостачання та впливу основних експлуатаційних характеристик елементів систем цехового електропостачання на величину втрат електроенергії. Представлені дані про втрати електроенергії на окремих споживачах по відношенню до загального електроспоживання цеху. Можна побачити у результаті дослідження, що найбільший відсоток втрат припадає на асинхронні двигуни (10 %), внутрішньоцехові мережі (4%) та силові трансформатори (3%). Відповідно до отриманих даних проведено дослідження заходів зниження втрат електроенергії в діючій системі електропостачання інструментального цеху.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено розрахунок силового електричного навантаження інструментального цеху та відповідно здійснено вибір силових трансформаторів. До встановлення прийнято КТП з двома трансформаторами потужністю 2500 кВА. Також проведено вибір живлячого кабелю підстанції, високовольтних вимикачів, кабелів і обладнання мережі 0,4 кВ: розподільчих пунктів, провідників та апаратів захисту цехового обладнання

Для розрахунку освітлювальних установок використано метод питомої потужності, оскільки вже заздалегідь відомий (визначений) рівень нормованої освітленості і відомі геометричні параметри приміщення, що розраховується. Система освітлення вибрана на базі світильника ЛСП13.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено розрахунок струмів однофазного та трифазного короткого замикання, перевірено апарати захисту на відключаючи здатність при струмах короткого замикання, а також було проведено розрахунок втрат напруги у лініях. У результаті розрахунків було виявлено, що апарати захисту підібрані вірно і спрацюють при виникненні короткого замикання. Під час розрахунку втрат напруги вияснено, що переключення без збудження (ПБЗ) трансформатора в режимі максимального навантаження повинно знаходитися в положенні +5%, а в режимі мінімальних навантажень в положенні 0.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** проведено дослідження частотного керування асинхронним двигуном за мінімумом втрат з урахуванням кривої намагнічування асинхронного двигуна. Керування за мінімумом втрат дозволяє суттєво зменшити втрати в системі перетворювач частоти – асинхронний двигун. Разом з цим забезпечується висока якість механічних характеристик у всьому діапазоні частот.

Розглянута модель частотного керування асинхронним двигуном за мінімумом втрат в інструментальному цеху дозволить забезпечити мінімум втрат для обмеження нагрівання двигуна й розширить область допустимих за нагрівом моментів навантаження, що дає можливість зменшення втрат та суттєвої економії електричної енергії.

Проведено дослідження зменшення втрат в освітлювальних установках за рахунок заміни освітлювальних джерел з лампами розжарювання на джерела з газорозрядними лампами. При використанні газорозрядних ламп економія електроенергії у інстументальному цеху складає від 45% до 71%.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведені розрахунки економічного обґрунтування доцільності модернізації інструментального цеху.

Проведені техніко-економічні розрахунки: визначення вартості устаткування, матеріалів та монтажних робіт.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновані заходи і засоби щодо забезпечення безпеки праці в інструментальному цеху: захист від дотику до струмоведучих частин, електричної дуги, механічних травм, шуму та вібрації.

Також наведено комплекс організаційних та технічних заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки у цеху та наведено класифікацію надзвичайних ситуацій.

**У восьмому розділі «Екологія»** проаналізовано вплив виробничих дій виробництва на довкілля та наведено заходи і засоби по захисту довкілля від шкідливих викидів та запобігання забруднення території.

**ВИСНОВКИ**

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання інструментального цеху з метою зменшення втрат електроенергії, підвищення ефективності та оптимізації роботи і отримано такі результати:

1. Проведені розрахунки силового та освітлювального навантаження інструментального цеху з встановленням розподільних пунктів й здійснено вибір перерізу кабелів живильної та розподільчої електромережі з врахуванням захисту для забезпечення надійної роботи електричного обладнання.

2. Проведені розрахунки та обґрунтовано встановлення двотрансформаторної цехової підстанції КТП 2×2500 кВА для живлення електроприймачів інструментального цеху.

3. Проведені розрахунки струмів короткого замикання й здійснено вибір комутаційного обладнання для захисту електричного обладнання 0,4 кВ. Захисна та комутаційна апаратура перевірена на чутливість до струмів КЗ, відключаючій здатності, і на селективну роботу.

4. Проведено розрахунок освітлювальних установок робочого і аварійного освітлення. Вибрано схеми живлення, спосіб виконання та напругу робочої мережі. При використанні газорозрядних ламп економія електроенергії складає 45%-71%.

5. Дослідженоособливості принципів побудови систем цеховогоелектропостачання та вплив основних експлуатаційних характеристик елементів систем цехового електропостачання на величину втрат електроенергії.

6. Проведено дослідження моделі частотного керування асинхронними двигунами за мінімумом втрат з урахуванням кривої намагнічування асинхронного двигуна. Таким чином регулювання швидкості двигуна при номінальному моменті на валу дозволяє зменшити втрати в двигуні на 0,23-28 % від повних втрат в номінальному режимі

**Перелік посилань.**

1. Шумило Ю.О. Дослідження заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання інструментального цеху / Ю.О. Шумило // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листопада 2016). М-во освіти і науки України, Терн. нац. тех. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 209.

**АНОТАЦІЯ**

**Шумило Ю.О., Дослідження заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання інструментального цеху**, 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2017.

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання інструментального цеху з метою зменшення втрат електроенергії, підвищення ефективності та оптимізації роботи.

Розглянуті причини виникнення втрат в системі електропостачання інструментального цеху, а також заходи і методи по їх зниженню.

Вирішені основні питання з електропостачання і захисту силового електрообладнання цеху, розрахована і визначена встановлена потужність освітлювальних установок робочого і аварійного освітлення. Показано, що існуючі засоби від пошкоджень та коротких замикань виконують у повному обсязі покладених на них функції.

У результаті досліджень виявлено, що найбільше втрат припадає на асинхронні двигуни та внутрішні мережі, тому за допомогою використання частотного керування асинхронними двигунами і модернізації освітлювальних установок можливо значно зменшити втрати в енергосистемі. Економія електроенергії при змінних графіках навантажень з використанням регульованого електропривода для насосів в середньому складає 50 – 75% від потужності, яку споживають насоси при дросельному регулюванні. Аналогічна картина має місце при регулюванні конвеєрів. Застосування частотного пуску конвеєрів дасть можливість знизити на 20 – 30% потужність двигуна конвеєра. Заміна в освітлювальних установках світильників з лампами розжарювання на світильники з газорозрядними лампами (люмінесцентні ЛЛ, ДРЛ). Як бачимо, при використанні газорозрядних ламп економія електроенергії складає 45%-71%.

**Ключові слова:** заходи зниження втрат, перетворювач частоти, силові трансформатори.

**ANNOTATION**

**Shumylo Y.O., Research of measures to reducing energy losses in power systems of instrumental department, 8.05070103 -** electrical power system; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2017.

In the thesis work the modernization of the power tool plant to reduce power losses, improve efficiency and optimize work.

The reasons of losses in the power supply system in the systems of instrumentaldepartment, as well as measures and methods to reduce them.

Solved basic questions of power and protection of electrical power plant, designed and defined installed capacity of lighting equipment working and emergency lighting. It is shown that the existing equipment from damage and short circuits perform in full their functions. The research results revealed that most losses accounted for asynchronous motors and internal network, so by using frequency control induction motors and upgrade lighting installations may significantly reduce grid losses. Saving electricity at variable load charts using regulated electric pumps for an average of 50 - 75% of the power consumed by pumps at throttle regulation. A similar pattern occurs when the regulation of the fans. The use of frequency conveyors will start to reduce by 20 - 30% engine output conveyor. Replacement of lighting installations lamps for incandescent lamps with discharge lamps (fluorescent FL, DRL). As you can see, the use of energy saving HID lamps is 45% -71%.

**Keywords**: measures to reduce losses, frequency converter, power transformers