Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**ШЕТЕЛА ІВАН МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 621.311

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДП «ЗІРНЕНСЬКИЙ СПИРТОВИЙ ЗАВОД»**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2018

|  |  |
| --- | --- |
| 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  **Буняк Олег Андронікович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  **Савків Володимир Богданович,**  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 36 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.** Враховуючи зростання цін на енергоносії, промисловому підприємству необхідно здійснювати точний облік та оперативний контроль спожитої електроенергії. Це доводить актуальність встановлення автоматизованих систем комерційного обліку (АСКОЕ) для підвищення енергоефективності виробництва.

Об’єднання лічильників комерційного і технічного обліку в єдину систему дозволяє формувати поточний баланс електроспоживання підприємства для вдосконалення нормування енергоспоживання, виявлення та ліквідації втрат і неефективних затрат електричної енергії всередині підприємства, визначати фактичну потужність, що використовується підприємством, в тому числі максимальну потужність в часи найбільших навантажень енергосистеми, що є невід’ємною умовою ефективного управління режимами електроспоживання підприємства.

Важливим фактором зменшення навантажень промислових об’єктів є управління навантаженням через регулювання потужності. Як показали дослідження, серед відомих методів управління електроспоживанням перевага надається тим, які базуються на використанні прогнозних оцінок.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є підвищення ефективності функціонування системи обліку підприємства на підставі аналізу схеми електропостачання підприємства та характеру електроприймачів.

Відповідно до вказаної мети розв’язувались наступні завдання:

– провести розрахунок електричних навантажень підприємства з обґрунтуванням вибору числа та потужності силових трансформаторів і розподільних пристроїв;

– удосконалення керування режимами електроспоживання в системі електропостачання підприємства;

– провести розрахунок та вибір релейного захисту і автоматики електричних споживачів підприємства та цехових підстанцій;

– провести аналіз систем побудови АСКОЕ та здійснити вибір оптимальної схеми комерційного обліку електроенергії на підприємстві;

– здійснити побудову автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії.

**Об’єкт дослідження** – автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії промислових підприємств.

**Предмет дослідження** – підвищення ефективності енерговикористання на промисловому підприємстві з використанням автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– запропоновано варіант комплексної системи регулювання змінних навантажень споживачами-регуляторами, що дозволяє підвищити результативність управління режимами електроспоживання

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропоновані конструктивні рішення щодо побудови АСКОЕ на підприємстві дозволять здійснювати точний контроль за споживанням електроенергії, підвищити достовірність та надійність обліку, оптимізувати витрати на енергоресурси.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VІ Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (16-17 листопада 2017 року), Тернопіль, Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (24 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 131 сторінка, 38 таблиць, 2 діаграми, 15 рисунків.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

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

**У першому розділі «Аналітична частина»** розглянуті основні принципи організації та збору даних комерційного обліку в АСКОЕ, побудову АСКОЕ та аналіз системи електропостачання підприємства.

Аналітичний огляд побудови сучасних систем обліку та контролю електроспоживанням дозволив встановити, що постійне подорожчання енергоресурсів вимагає більш жорсткого контролю їх використання, а також впровадження ефективних засобів обліку, що сприяють зниженню витрат.

Запропоновано на підприємстві встановити АСКОЕ першого типу, тобто на базі імпульсних вимірювальних каналів. По при недоліки (ймовірність втрат даних у разі пошкодження зв’язку, передавання необробленої інформації (імпульси)), система першого типу дозволить здійснювати вимірювання активної електричної потужність та інтегровану реактивну потужність в прямому та зворотному напрямках при відносно низькій вартості, що суттєво для підприємства.

Проведений аналіз діючої системи електропостачання показав, що для підвищення ефективності обліку електроенергії необхідно провести зміну системи розподільчої мережі 10 кВ, що забезпечує живлення віддалених ТП підприємства.

Проведений аналіз графіку електричних навантажень підприємства показав необхідність проведення дослідження щодо регулювання потужності підприємства впровадженням споживачів-регуляторів, використовуючи метод експертних оцінок.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведено техніко-економічне обґрунтування та дослідження впровадження споживачів-регуляторів для підвищення енергоефективності та здійснено вибір електронних лічильників.

На основі методу прогнозованих оцінок здійснено прогноз зниження споживання електроенергії за рахунок споживачів-регуляторів (СР). Встановлена шкала пріоритетів СР на основі методу рангової кореляції. Здійснено ранжування вісьмома спеціалістами підприємства для восьми СР (насосів і компресорів) та побудована гістограма рангів СР.

Отримані результати дозволили встановити пріоритети СР, що дозволяє забезпечити безперервне функціонування технологічного процесу під час переведення до позапікового споживання цих СР. Відключення СР або зниження їх потужності проводиться залежно від реального електроспоживання підприємства та обмежень, що накладаються енергосистемою.

Проведено техніко-економічне порівняння лічильників для встановлення в системі АСКОЕ першого типу. Вибрано лічильники типу ЕТ (Елвін) та здійснена класифікація задач управління навантаженням підприємства.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведені розрахунки електричних навантажень силових та освітлювальних електроприймачів підприємства навантажень та вибір перерізів проводів повітряних та кабельних ліній електропередачі на підприємстві для забезпечення надійності роботи.

Здійснено розрахунок повної потужності підприємства на чотирьох рівнях електропостачання за розрахунковими активним і реактивним навантаженнями цехів, включаючи розрахункове навантаження на освітлення й високовольтне навантаження, враховуючи зміну схеми електропостачання розподільної мережі 10 кВ.

Побудована картограма електричних навантажень для встановлення розподільчого пункту для здійснення комерційного обліку електроенергії на підприємстві.

Здійснено вибір перерізів проводів повітряних високовольтних ліній за умовами допустимого нагрівання в нормальному та після аварійному режимах.

Здійснено вибір перерізів проводів кабельних ліній 0,4 кВ внутрішнього електропостачання цехів підприємства з перевіркою цехових трансформаторів на перевантажувальну здатність.

Проведено розрахунки електричних мереж за допустимими втратами напруги.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведені розрахунки струмів на всіх рівнях електропостачання підприємства та здійснено вибір захисного обладнання.

На основі розрахунків струмів короткого замикання здійснено вибір захисного обладнання на сторонах 110 кВ, 10 кВ, 0,4 кВ.

Проведені розрахунки захисту кабельних ліній одностороннього живлення, вимикачі яких не розраховані на відключення КЗ, як захист однофазних замикань на землю.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** побудовано системи АСКОЕ на підприємстві на основі вітчизняної системи обліку ІТЕК.

Проведений вибір трансформаторів струму та напруги на лінії 10 кВ на РП для підключення лічильників здійснення комерційного обліку та на цехових ТП для здійснення технічного обліку.

Здійснено групування лічильників для організації комерційного та технологічного обліку. До складу системи входить 2 лічильники для комерційного обліку та 32 лічильники – технічного обліку, що дозволить ефективно здійснювати облік електропостачання підприємства.

Проведений розрахунок середньоквадратичної похибки вимірювального комплексу показав, що похибка вимірювального комплексу становить 0,86 %, що менша допустимої (1,8%).

Подані характеристики АСКОЕ, інформаційне та програмне забезпечення системи та підсистем, захист від несанкціонованого доступу.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведено техніко-економічне обґрунтування доцільності зміни схеми електропостачання підприємства розподільчої мережі 10 кВ.

Визначено капітальні вкладення за порівнюваними варіантами зміни схеми електропостачання розподільчої мережі 10 кВ.

На підставі добових та місячних графіків електроспоживання підприємства здійснено розрахунок витрат на спожиту електроенергію та середню вартість 1 кВт·год.

Проведено економічні розрахунки річних витрат на експлуатацію енергогосподарства підприємства.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновані заходи що забезпечують вирішення питань електробезпеки під час монтажу та випробуванні систем обліку електроенергії підприємства.

Проведений аналіз заходів нормалізації умов праці при перевірці та випробуванні системи обліку електроенергії.

Проведений аналіз способів захисту працівників підприємства при виникненні надзвичайних ситуацій.

**У восьмому розділі «Екологія»** проведений аналізвпливу на екологію переробка сировини спиртово-бродильної промисловості та запропоновані заходи щодо екологічної безпеки роботи спиртового заводу.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі на підставі проведеного аналізу АСКОЕ, технологічних розрахунках та прийнятих конструктивних рішеннях вирішено практичну проблему підвищення функціонування системи обліку електроенергії спиртового заводу й отримані результати:

1. Здійснено розрахунок повної потужності підприємства на чотирьох рівнях електропостачання за розрахунковими активним і реактивним навантаженнями цехів, що дозволило побудувати картограма електричних навантажень та визначити місце встановлення РП для здійснення комерційного обліку електроенергії на підприємстві.

2. Проведено техніко-економічне обґрунтування та необхідність зміни схеми електропостачання підприємства на розподільчій мережі 10 кВ, що дозволило підвищити надійність електропостачання віддалених ТП та встановити трансформатора напруги для здійснення обліку електроспоживання.

3. Проведені розрахунки короткого замикання, на підставі яких здійснено вибір комутаційного обладнання для захисту цехових ТП і електричного обладнання 0,4 кВ, що дозволить знизити ймовірність помилкової роботи систем автоматики та релейного захисту.

4. На підставі аналізу побудови сучасних АСКОЕ здійснено вибір лічильників електроенергії та на базі принципів організації збору та обробки даних проведено класифікацію задач управління використання електроенергії.

5. На основі методу прогнозованих оцінок здійснено прогноз зниження споживання електроенергії за рахунок споживачів-регуляторів (СР), де, на основі ранжування вісьмома спеціалістами підприємства для восьми СР (насосів і компресорів) побудована гістограма рангів СР, що дозволило суттєво підвищити результативність управління режимами електроспоживання підприємства.

6. Проведений вибір трансформаторів струму та напруги на лінії 10 кВ на РП для підключення лічильників здійснення комерційного обліку та на цехових ТП для здійснення технічного обліку. Це дозволило знизити значення середньоквадратичної похибки вимірювального комплексу до 0,86 %, що менша допустимої (1,8%).

**7.** Для організації комерційного та технологічного обліку здійснено групування лічильників. До складу системи входить 2 лічильники для комерційного обліку та 32 лічильники – технічного обліку, що дозволить ефективно здійснювати облік електропостачання підприємства.

**8.** Здійснена побудова системи АСКОЕ на підприємстві на основі вітчизняної системи обліку ІТЕК, подані характеристики АСКОЕ, інформаційне та програмне забезпечення системи та підсистем, захист від несанкціонованого доступу.

**Перелік посилань.**

1. Підвищення ефективності функціонування системи обліку електроенергії підприємства // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16–17 листопада 2017). М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 131.

АНОТАЦІЯ

**Шетела І.В. Підвищення ефективності функціонування системи обліку електроенергії ДП «Зірненський спиртовий завод»,** 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі на підставі проведеного аналізу АСКОЕ, технологічних розрахунках та прийнятих конструктивних рішеннях вирішено практичну проблему підвищення функціонування системи обліку електроенергії спиртового заводу.

Проведено розрахунок повної потужності підприємства на чотирьох рівнях електропостачання за розрахунковими активним і реактивним навантаженнями цехів.

Проведено техніко-економічне обґрунтування та необхідність зміни схеми електропостачання підприємства на розподільчій мережі 10 кВ.

Проведені розрахунки короткого замикання, на підставі яких здійснено вибір комутаційного обладнання для захисту цехових ТП і електричного обладнання.

На основі методу прогнозованих оцінок здійснено прогноз зниження споживання електроенергії на підприємстві.

Проведений вибір трансформаторів струму та напруги на лінії 10 кВ для здійснення комерційного обліку та на цехових ТП для здійснення технічного обліку.

Здійснено побудову автоматизованої системи контролю, обліку та управління енерговикористанням підприємства.

**Ключові слова:** система обліку електроенергії, ефективність, лічильник.

**ANNOTATION**

**Shetela T.M. Improving the efficiency of functioning electricity accounting system of SE "Zirnenskyy Alcohol Plant",** 141 – Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2018.

In diploma paper on the basis of the analysis conducted of systems of automated commercial accounting electric power, technological calculations and accepted constructive decisions, the practical problem of improving of functioning of the electricity accounting system of the alcohol plant is solved.

The calculation of the total capacity of the enterprise at four levels of power supply according to the calculated active and reactive loads of the shops is carried out.

The feasibility study and the need to change the scheme of the company's power supply on the 10 kV distribution network have been carried out.

Short circuit calculations have been made, on the basis of which the choice of switching equipment for the protection of shop transformer substations and electrical equipment.

On the basis of forecasted estimation method, a forecast was made for reducing electricity consumption at enterprise.

A choice of current and voltage transformers on the line of 10 kV for commercial accounting and at the transformer substations for technical accounting was carried out.

Construction of the automated control system, accounting and management of energy utilization of the enterprise is carried out.

**Keywords:** system of electric energy accounting, efficiency, a counter.