

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

ДРАБИК ВЛАДИСЛАВ РУСЛАНОВИЧ

УДК 621.311

**ПРОЕКТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
КОРМОЦЕХУ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя міністерства освіти і науки України.

Керівник роботи:

кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії

Костик Любов Миколаївна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв

Козак Катерина Миколаївна,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 23 грудня 2019 року о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №39 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. Сучасна енергоефективна система електропостачання цеху промислового підприємства повинна бути: надійною, економічною, забезпечувати відповідну якість електроенергії, перспективною для розширення під час розвитку виробництва, зручною у експлуатації. В задачах проектування сучасних систем електропостачання необхідно комплексно враховувати енергозберігаючий фактор і удосконалювати систему з точки зору мінімізації втрат електричної енергії.

Найбільш оптимально вибрати цехове обладнання та досягти оптимального режиму роботи системи електропостачання можна за умови незмінності в часі індивідуального або групового графіка навантаження електроприймачів. Оптимізація добової нерівномірності навантаження дозволить покращити параметри передачі і розподілу електроенергії та зменшити втрати електроенергії в системі електропостачання. Таким чином, вирівнювання графіка електричного навантаження кормоцеху і підприємства за рахунок зменшення споживання електроенергії в час пік і напівпік, в цілому, дозволить отримати значне покращення режиму роботи системи електропостачання та зробити її енергоефективною, що є досить актуальним.

Метою дипломної роботи є створення енергоефективної системи електропостачання кормоцеху для покращення економічних показників ефективності електроспоживання підприємством в цілому.

Завдання дослідження:

- провести аналіз і оцінку заходів електрозбереження та вирівнювання добового графіка електричних навантажень кормоцеху;
- здійснити розрахунок електричних навантажень кормоцеху, складання добового графіку електричних навантажень, вибір потужності і кількості силових трансформаторів КТП;
- провести розробку системи електропостачання, вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі кормоцеху, розрахунок елементів розподільної мережі та вибір комутаційних апаратів і пристроїв захисту;
- здійснити розрахунок струмів короткого замикання та вибір уставок пускозахисної апаратури;
- сформулювати модель оптимізації добового графіка навантаження та провести дослідження впливу застосування цієї моделі на добовий графік навантаження кормоцеху.

Об'єкт дослідження – система електропостачання кормоцеху.

Предмет дослідження – заходи електрозбереження та вирівнювання добового графіка електричного навантаження кормоцеху.

Наукова новизна отриманих результатів: дістали подальший розвиток заходи електрозбереження та вирівнювання добового графіка електричних навантажень для кормоцехів.

Практичне значення отриманих результатів виявляється у створенні енергоефективної системи електропостачання, вирівнюванні добового графіка електричного навантаження та мінімізації витрат електроенергії кормоцехом підприємства.

Апробація.

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VIII-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 8-и розділів, висновків, переліку посилань (20 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 100 сторінок, 16 таблиць, 13 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 господарства ТОВ «Агрокорм» та електричних навантажень проєктованого об'єкта - кормоцеху. Також проведено оцінку заходів електрозбереження та вирівнювання добового графіка електричних навантажень промислових підприємств. Складено структуру енергоефективної системи електропостачання кормоцеху. Заходи, що не потребують додаткових капіталовкладень, пов'язані зі зміною графіка роботи тих електроприймачів, які без збитків можна перевести на роботу поза годинами максимуму енергосистеми, тобто споживачів-регуляторів. Це може бути один потужний споживач чи група споживачів, що є споживачем-регулятором тільки для конкретного підприємства, враховуючи режим роботи. До заходів електрозбереження, здійснення яких потребує додаткових капіталовкладень віднесено: встановлення обладнання з більш інтенсивним режимом роботи; встановлення додаткових потужностей; встановлення обладнання з більш кращими енергетичними характеристиками; використання диференційованого тарифу обліку.

Зроблено висновок, що першочерговими до здійснення на кормоцеху є заходи, що відносяться до першої групи, через те, що вони не потребують додаткових коштів і дозволяють значно впорядкувати технологічний процес і згладити графік навантаження.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** було сформовано модель добового графіка навантаження, що враховує декілька критеріїв оптимальності: дисперсія добового графіка повинна бути якнайменша; економічний критерій – мінімізація оплати за спожиту електроенергію за тризонним тарифом; відбір споживачів-регуляторів для конкретного підприємства та доцільний час їх ввімкнення; коефіцієнт форми, коефіцієнт максимуму, коефіцієнт заповнення мають прямувати до 1; максимальна і мінімальна потужність групового графіка оптимальною буде при прямуванні до середнього значення потужності.

Визначено, що дисперсія графіка електричного навантаження – показник, що найбільш повно описує графік електричного навантаження, оптимізація якого призведе до суттєвого вирівнювання графіка електричного навантаження.

При цьому слід відмітити, що задовільняння цього критерію автоматично викличе задовільняння всіх інших вище згаданих критеріїв.

У третьому розділі «Технологічна частина» вирішені основні питання з електропостачання і захисту силового енергоощадного електрообладнання

к
о
р
м
о

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» проведена розробка системи електропостачання кормоцеху, визначено розрахункову

н
у
в

Для автоматизації, контролю і обліку електроенергії і потужності підприємства застосовано електрорічильник типу SL 7000 Smart, що встановлюється в шафах комерційного обліку КТП. На базі електричного річильника SL 7000 Smart організовується багатотарифний облік електроенергії та є можливість його підключення в систему комерційного обліку електроенергії АСКОВЕ.

Здійснена компенсація реактивної потужності конденсаторною установкою типу УК-Е-04-140кВАр/5/10 (10:20:30:40:40) з номінальною потужністю $Q_k = 140 \text{кВАр}$. Вона здатна працювати повністю в автоматичному режимі, і самостійно контролювати рівень потужності в електричній мережі.

Проведений розрахунок струмів короткого замикання, перевірено захисну та комутаційну апаратуру на чутливість до струмів КЗ, на автоматичне спрацювання і відключаючу здатність. Побудовано карту селективності спрацювання захисної апаратури для кормоцеху.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» було проведено дослідження показників графіка добового навантаження кормоцеху та зазначено, що графік є далеко не оптимальним і відзначається високим споживанням електроенергії в час пік і напівпік. Дисперсія є досить значною, а коефіцієнт форми набагато менший за одиницю, що свідчить про достатню нерівномірність графіка з яскраво вираженим максимумом.

Проведено дослідження впливу застосування моделі оптимізації добового графіка електричного навантаження. Вибрано в якості установок-регуляторів групу потужних електроприймачів кормоцеху – змішувач та гранулятор, загальною потужністю за зміну 700 кВт. Переведено роботу групи споживачів-регуляторів у нічний час та позапікові зони споживання електроенергії, та скореговано таким чином піки споживання електричної енергії протягом доби. Дисперсія графіка електричного навантаження зменшилася на 26,4%, зменшився коефіцієнт максимуму та збільшився коефіцієнт заповнення, що свідчить про порівнювання нерівномірності графіка електричного навантаження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено техніко-економічне обґрунтування використання диференційованого

а
р
а
н
т

тарифу для обліку споживання електричної енергії в кормоцеху. При оптимізованому графіку з переведенням установок-регуляторів у нічний та позапіковий час роботи, економія електроенергії найбільша при тризонному тарифі і може становити 385 тис грн. в рік.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи безпеки при роботі кормоцеху ТОВ «Агрокорм», проведено розрахунок захисного заземлення кормоцеху. Опір розтікання струму в природному і штучному заземлювачах відповідає вимогам ПУЕ, ПТЕ та ПТБ ($2,42 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$). Також розглянуто загальні положення з евакуації при виникненні надзвичайної ситуації.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано вплив виробничих дій підприємства на довкілля та наведено заходи і засоби захисту довкілля від викидів підприємства.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі здійснено проект енергоефективної системи електропостачання кормоцеху промислового підприємства ТОВ «Агрокорм» та розглянуто заходи, що направлені на електрозбереження та вирівнювання добового графіка навантаження, і отримано такі результати:

1. Проаналізовано заходи, які дозволяють побудувати енергоефективну систему електропостачання кормоцеху. Оптимізувати електроспоживання кормоцехом можливо з допомогою електрозбереження та вирівнювання добового графіка електричного навантаження.

2. Вирішені основні питання з електропостачання і захисту силового енергоощадного електрообладнання кормоцеху. Вибрано одноструматурну . Проведений розрахунок освітлювального навантаження. Система освітлення вибрана на базі сучасних світлодіодних промислових світильників Highbay 200.

3. Проведений розрахунок струмів короткого замикання, перевірено захисну та комутаційну апаратуру на чутливість до струмів КЗ, на автоматичне спрацювання і відключаючу здатність. Побудовано карту селективності спрацювання захисної апаратури для кормоцеху.

4. Проведено дослідження моделі оптимізації добового графіка навантаження, основним критерієм якої є мінімізація дисперсії добового графіка навантаження. В якості технічного заходу запропоновано вибирати доцільний час ввімкнення установки-регулятора, а в якості економічного критерія – мінімізацію оплати за спожиту електроенергію за багатоставковим тарифом.

5. Проведено дослідження впливу застосування моделі оптимізації на добовий графік навантаження кормоцеху. Здійснилося вирівнювання нерівномірності графіка електричного навантаження за рахунок оптимізації основних критеріїв: дисперсія графіка електричного навантаження зменшилася на 26,4%, збільшився коефіцієнт заповнення та зменшився коефіцієнт максимуму.

6. При оптимізованому графіку з переведенням установок-регуляторів кормоцеху у нічний та позапіковий час роботи, економія електроенергії найбільша при тризонному тарифі і може становити 385 тис грн. в рік.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Драбик В. Р. Сучасна енергоефективна система електропостачання цеху промислового підприємства / В. Р. Драбик, А. В. Кріса // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 3. — С. 31. — (Електротехніка та енергозбереження).

АНОТАЦІЯ

Драбик В.Р., Проект енергоефективної системи електропостачання кормоцеху, 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі здійснено проект енергоефективної системи електропостачання кормоцеху промислового підприємства ТОВ «Агрокорм» та розглянуто заходи, що направлені на електрозбереження та вирівнювання добового графіка навантаження.

Вирішені основні питання з електропостачання і захисту силового енергоощадного електрообладнання кормоцеху. Вибрано одноструматорну КТП 250-10/0,4 кВ. Проведений розрахунок освітлювального навантаження на базі сучасних світлодіодних промислових світильників Highbay 200. Також, проведений розрахунок струмів короткого замикання, перевірено захисну та комутаційну апаратуру на чутливість до струмів КЗ, на автоматичне спрацьовування і відключаючу здатність.

Здійснилося вирівнювання нерівномірності графіка електричного навантаження за рахунок оптимізації основних критеріїв моделі оптимізації: дисперсія графіка електричного навантаження зменшилася на 26,4%, збільшився коефіцієнт заповнення та зменшився коефіцієнт максимуму.

Ключові слова: система електропостачання, добовий графік навантаження, тризонний тариф.

ANNOTATION

Drabyk V. The project of power supply energy-efficient system of feeding room. 141 - electric power, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In diploma work the project of the energy-efficient system of power supply to feeding room of industrial enterprise of LTD «Agrofeed» is carried out and events that is sent to electro-maintenance and smoothing of day's load-graph are considered.

The decided basic questions are from a power supply and defence of power energy-efficient electrical equipment to feeding room. The onetransformer is chosen KTS 250-10/0.4 kV. Conducted calculation of the lighting loading on the base of modern light-emitting-diode industrial lamps of Highbay 200. Also, conducted calculation of currents of short circuit, a protective and interconnect apparatus is

checked for a sensitiveness to the currents of short circuit, on an automatic wearing-out and disconnecting ability.

Smoothing of unevenness of chart of the electric loading came true due to optimization of basic criteria of model of optimization: dispersion of chart of the electric loading diminished on 26,4%, a fillfactor increased and the coefficient of maximum diminished.

Key words: power supply system, schedule of electric load, three-zone tariff.