Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

**КІНДЗЕРСЬКИЙ РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 621.3.016.313

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗНИЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

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:** | доктор технічних наук, професор, зав. кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технології в електроенергетиці **Євтух Петро Сильвестрович** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту **Зінь Мирослав Михайлович** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 40 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46005, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** В наш час актуальними завданнями є енергозбереження і енергоефективність, для реалізації яких прийнятий і діє ряд законів України. Відповідно до ст. 2 Закону про енергозбереження, «енергозбереження – реалізація організаційних, правових, технічних, технологічних, економічних та інших заходів, спрямованих на зменшення об'єму використовуваних енергетичних ресурсів при збереженні відповідного корисного ефекту від їх використання (у тому числі об'єму зробленої продукції, виконаних робіт, наданих послуг)». Оцінка впливу якості електроенергії на роботу електроприймачів дозволить застосувати комплекс заходів по зниженню втрат електроенергії, збільшенню терміну служби обладнання і сприятиме підвищенню енергоефективності виробництва, економії електроенергії, зниженню витрат виробництва.

Теоретичною базою дослідження служать роботи як вітчизняних[8, 9, 11, 12-15], так і зарубіжних[6] авторів, що внесли значний вклад в дослідження питань впливу якості електроенергії на споживачів. Необхідно, проте, відмітити, що у вказаних джерелах розглядаються, в основному, такі споживачі як вентильні перетворювачі, дугові електропечі, зварювальні установки і тому подібне, що характеризуються високою потужністю генерованих вищих гармонік і несиметрією. У зв'язку з цим, представляється цікавим розглянути сучасне обладнання, наприклад, нові енергозберігаючі люмінесцентні лампи.

**Мета і завдання дослідження.**

Метою дипломної роботи є оцінка впливу несиметрії, несинусоїдальності і відхилення напруги на роботу електрообладнання на підприємстві агропромислового комплексу.

Відповідно до вказаної мети розв’язувалися наступні завдання:

– оцінка рівнів несиметрії, несинусоїдальності і відхилень напруги та їх впливу на електрообладнання;

– аналіз цих спостережень і досліджень для з'ясування залежності показників якості від величини навантаження;

– розрахунок втрат, відхилення напруги і рівня гармонік та їх динаміки у виробничому циклі підприємства;

– розроблення рекомендацій по зменшенню негативного впливу показників якості електроенергії на електрообладнання, зниженню втрат.

**Об'єкт дослідження** – птахофабрика ПАТ «Птахофабрика Тернопільська» – підприємство, що динамічно розвивається, яке успішно провело модернізацію своїх виробничих основних фондів, у тому числі і електричного обладнання.

**Предмет дослідження** – вплив параметрів електроенергії на обладнання пташників.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

– на основі результатів математичного моделювання отримана залежність втрат електроенергії від її сумарного добового споживання і формули для практичного розрахунку втрат електроенергії залежно від відхилення напруги системи.

**Практичне значення отриманих результатів.** В результаті проведених досліджень на птахофабриці визначено, що вплив несиметрії і несинусоїдальності на роботу електрообладнання птахофабрики незначний, а рівень додаткових втрат від цих параметрів якості значно менший за втрат на основній частоті. Тому можна стверджувати, що впроваджені заходи під час модернізації птахофабрики позитивно впливають на показники якості електроенергії.

**Апробація.**

Основні положення та результати дослідження доповідались та обговорювались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (18 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 125 сторінок, 23 таблиці, 44 діаграми, 20 рисунків.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

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

**У першому розділі «Аналітична частина»** представлена загальна характеристика птахофабрики.

Детально описано технологічний процес вирощування курей, наведено перелік обладнання, яке використовується у виробництві та вказані його основні технічні характеристики.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** виконана оцінка якості електроенергії на птахофабриці.

За допомогою сучасних багатофункціональних вимірювальних приладів виміряно відхилення напруги, рівень несинусоїдальності та несиметрії напруги. Вимірювання проводилися напротязі декількох днів, після чого проведено глибокий аналіз отриманих результатів.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** розглянуто вплив неякісної електроенергії на роботу електрообладнання підприємства.

Для дослідження було вибрано найбільш поширені електричні пристрої птахофабрики, а саме: газорозрядна лампа, асинхронний двигун, трансформатор, кабельна лінія. Побудовано схеми заміщення для розрахунку впливу несинусоїдальності, несиметрії та відхилення напруги на роботу електрообладнання.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** розроблена розрахункова модель, що дозволяє з високою точністю розрахувати втрати в живлячих кабелях і трансформаторі як подобово, так і в 40-денний період вирощування.

Отримано математичну залежність втрат електричної енергії від її сумарного добового споживання і формули для практичного розрахунку втрат електроенергії залежно від відхилення напруги системи.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** розглянутіцифрові методи і пристрій вимірювання прямої та зворотної послідовностей напруги.

Приведені структурні схеми аналого-цифрового вимірювача симетричних складових, аналогового вимірювача несиметрії напруги та вимірювача симетричних складових на базі мікропроцесора. Представлений математичний опис роботи трьох приладів та вказані їхні основні переваги та недоліки.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** приведена методика оцінки збитківвід зниження якості електроенергії.

Дана методика дозволяє визначити додаткові втрати активної потужності, терміну служби електрообладнання, які обумовлені несиметрією та несинусоїдальністю напруги і додаткових приведених затрат на підсилення передавальних елементів мережі внаслідок неякісної електроенергії.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуті питання техніки безпеки працівників при роботі з електродвигунами. Наведені правила надання першої домедичної допомоги при ураженні електричним струмом.

Розглянуті шляхи та заходи підвищення стійкості роботи інженерно-технічного комплексу в умовах надзвичайної ситуації.

**У восьмому розділі «Екологія»** розглянуте питанняшумового забруднення та його негативний вплив на навколишнє середовище**.**

**ВИСНОВКИ**

У цій дипломній роботі на прикладі птахофабрики ПАТ «Птахофабрика Тернопільська» проведена оцінка впливу несиметрії, несинусоїдальності та відхилення напруги на роботу електрообладнання.

Проведено дослідження основних показників якості електроенергії за допомогою сучасних багатофункціональних засобів вимірювання впродовж декількох діб. Прилади також дозволили провести експеримент за визначенням рівнів генерованих обладнанням вищих гармонік.

Розглянутий технологічний процес і основні структурні частини виробництва, визначена структура споживання електроенергії обладнання пташника, виділені для подальшого розгляду основні споживачі електричної енергії, складений зразковий добовий графік роботи електрообладнання і відповідні величини споживання електроенергії.

Також проаналізований стан якості електричної енергії на птахофабриці. Виявлена невідповідність якості електричної енергії, що отримується споживачем, нормативним вимогам ДСТУ 13109-97, вказані найбільш Ймовірні винуватці погіршення якості. Проведені розрахунки для встановлення середніх величин відхилення напруги, несиметрії, несинусоїдальності, виду і параметрів їх ймовірнісного розподілу.

Розглянуті споживачі електроенергії пташника, пускорегулююча апаратура, електричні параметри навантаження. Описані характерні джерела вищих гармонік з теоретичної точки зору і виконано порівняння спектрів гармонік, виміряних інструментально, і спектрів, описаних в літературі. Приведені основні методи розрахунку усталених режимів вищих гармонік. Отримані схеми заміщення елементів пташника, розраховані параметри елементів на різних гармоніках.

Запропонована і обгрунтована розрахункова модель пташників птахофабрики для електричного розрахунку на основній частоті і на вищих гармоніках на період доби, 40 днів і за рік. Проведено математичне моделювання на ЕОМ роботи пташників протягом доби, періоду вирощування і року. На основі результатів моделювання отримана залежність втрат електроенергії від її сумарного добового споживання і формули для практичного розрахунку втрат електроенергії залежно від відхилення напруги системи.

Підсумки дослідження показують, що вплив несиметрії і несинусоїдальності на роботу електрообладнання птахофабрики незначний, а рівень додаткових втрат від цих параметрів якості значно менший втрат на основній частоті.

Втрати електроенергії викликані, в основному, протіканням струмів основної частоти і їх можна зменшити шляхом оптимального регулювання напруги. Таким чином, рекомендується понизити напругу трансформатора на 5% або замінити існуючий трансформатор на аналогічний по потужності з пристроєм регулювання під навантаженням. Отримані формули втрат дозволили розрахувати економічний ефект цього заходу.

В цілому, завдання, поставлені перед дипломною роботою були виконані, але не вдалося більш повно вивчити вплив несиметрії і несинусоїдальності на електрообладнання підприємства, тому в якості подальших перспектив роботи над цією темою можна вказати наступне.

Малі втрати від несиметрії і несинусоїдальності викликані, в першу чергу, відносно невеликою потужністю електрообладнання і генерованих ним вищих гармонік, тому доцільно вивчити підприємство з великою встановленою потужністю обладнання і генерованих вищих гармонік. Також необхідно відмітити великий запас по пропускній спроможності існуючих ТП птахофабрики, оскільки до модернізації виробництва, пташники споживали велику електричну потужність, оскільки за старим проектом передбачалося електричне опалювання на відміну від сучасного газового.

**Перелік посилань.**

1. Вплив знижених показників якості електроенергії на роботу електрообладнання: Матеріали V Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій"], (Тернопіль, 17-18 лист. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя. – Т.: Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2016. – 432 с.

**АНОТАЦІЯ**

**Кіндзерський Р. В. Дослідження роботи електричного обладнання сільськогосподарського підприємства в умовах зниження показників якості електроенергії.** 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці, група ЕЕм-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2017.

У дипломній роботі розглядаються теоретичні і практичні питання, пов'язані з оцінкою впливу несиметрії, несинусоїдальності і відхилення напруги на роботу електрообладнання на прикладі підприємства агропромислового комплексу.

Проведені дослідження рівнів несиметрії, несинусоїдальності і відхилення напруги на підприємстві, проаналізована динаміка показників якості електричної енергії для різних періодів часу і їх вплив на обладнання. Виконані розрахунки втрат електричної енергії, розрахунок вищих гармонік. Отримана напівемпірична залежність втрат від споживаної електроенергії, і на цій основі знайдено оптимальне відхилення напруги.

**Ключові слова**: несиметрія, математична модель, асинхронний двигу, якість електричної енергії, втрати електричної енергії.

**ANNOTATION**

**Kindzerskyi R. V. Study of work of electrical equipment an agriculture enterprise decline in power quality.** 8.05070103 – electrical power system. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Foreign Students Faculty. Сhair of Power Consumption Systems and Computer Technologies in Power Engineering, group ЕЕмз-71. – Ternopil.: TNTU, 2017.

In the thesis work deals with theoretical and practical questions related to the impact assessment asymmetry, voltage deviation and nonsinusoidality on work of electrical equipment on the example of the agricultural enterprises.

The conducted researches levels of asymmetry, nonsinusoidality and voltage deviation at the enterprise analyzed, the dynamics of quality of electric energy for different periods of time and their impact on the equipment. Realized the calculations of power loss and the calculation of higher harmonics. The resulting semi-empirical dependence of the loss of electricity consumed, and on this basis found the optimum voltage deviation.

**Keywords:** asymmetry, mathematical model, asynchronous motor, quality of electrical energy, losses of electricity.