

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕІ ІВТ

_____ Приступа А.Л.

« ____ » _____ 20__ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Компенсація реактивної потужності в діючій системі електропостачання підприємства “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА”»

галузь знань 14 "Електрична інженерія"

спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Виконавець

студент групи МЕМп-191

_____ С.В. Мендюх

дата

підпис

Керівник

ст. викл. кафедри ЕІ ІВТ, к.т.н.

_____ Б.І. Кулик

дата

підпис

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕІ ІВТ

_____ Приступа А.Л.

«___» _____ 20__р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти
освітнього ступеня "магістр" за спеціальністю
141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Мендюху Сергію Володимировичу

Тема роботи Компенсація реактивної потужності в діючій системі
електропостачання підприємства "АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА"

Тему затверджено наказом ректора

від 02.11.2020 р. № 593-С

1. *Вхідні дані до роботи:* Схема електрична принципова діючої системи електропостачання 10 кВ "АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА"; електричні навантаження підприємства на відхідних лініях 10 кВ РП-17 по активній та реактивній потужностях з інтервалом осереднення 1 година за 19.12.19 та 20.06.2020 року; параметри електромереж системи зовнішнього електропостачання підприємства; установлені потужності існуючих засобів штучної компенсації реактивної потужності; паспортні дані мікропроцесорних пристроїв управління засобами штучної компенсації реактивної потужності; вимоги до електропостачання приймачів електроенергії; вихідні дані для розрахунку заземлення; прайс-листи на електротехнічне обладнання, існуючі тарифи на електроенергію.

2. *Мета та основні задачі роботи:* запропонувати варіант підвищення ефективності діючої системи електропостачання підприємства “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” за рахунок компенсації реактивної потужності. Проектні рішення повинні забезпечувати безперебійне електропостачання приймачів електроенергії, як в нормальному так і в післяаварійному усталених режимах роботи при мінімальних техніко-економічних затратах на компенсацію реактивної потужності та з дотриманням вимог охорони праці.

3. *Форми наочного відображення очікуваних результатів під час захисту:* креслення та плакати, які в повному обсязі висвітлюють результати роботи

4. *Термін здачі готової роботи* _____
дата

Здобувач

студенти групи МЕМп-191

дата підпис

С.В. Мендюх

Керівник

ст. викл. кафедри ЕІ ІВТ, к.т.н.

дата підпис

Б.І. Кулик

РЕФЕРАТ

Магістерська випускна кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка: 116 сторінок формату А4, 14 таблиць, 10 рисунків, перелік посилань з 20 джерел, 6 додатків на 41 сторінці. Графічна частина: 3 аркуші формату А1, 1 аркуш формату А2.

Об'єктом дослідження є режими роботи діючої системи електропостачання підприємства “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА”.

Предмет дослідження – підвищення ефективності режиму роботи діючої системи електропостачання підприємства “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” за рахунок управління засобами компенсації реактивної потужності .

Мета роботи – Оцінка режиму роботи діючої системи електропостачання 10 кВ “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” та запропонувати варіанти рішення задач компенсації реактивної потужності із забезпеченням безперебійного електропостачання приймачів електроенергії як у нормальному так і в після аварійному усталеному режимах роботи.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що запропонований варіант компенсації реактивної потужності може бути впроваджено на підприємстві зупинки основного технологічного процесу.

ПАРАМЕТРИ РЕЖИМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ
КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, КОНДЕНСАТОРНА БАТАРЕЯ,
ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ

ABSTRACT

The master's final qualification work consists of an explanatory note and a graphic part. Explanatory note: 118 A4 pages, 14 tables, 10 figures, list of links from 20 sources, 6 appendices on 41 pages. Graphic part: 3 sheets of A1 format, 1 sheet of A2 format.

The object of the study is the modes of operation of the existing power supply system of the enterprise "ABINBEV EFES UKRAINE".

The subject of the research is to increase the efficiency of the operating system of the current power supply system of the enterprise "ABINBEV EFES UKRAINE" by managing the means of reactive power compensation.

Purpose - To assess the mode of operation of the existing 10 kV power supply system "ABINBEV EFES UKRAINE" and to offer solutions to reactive power compensation problems with uninterrupted power supply to power receivers in both normal and post-emergency steady-state modes.

The practical significance of the obtained results is that the proposed option of reactive power compensation can be implemented at the enterprise to stop the main technological process.

PARAMETERS OF ELECTRICAL NETWORK OPERATION MODE OF REACTIVE POWER COMPENSATION, CAPACITOR BATTERY, TRANSFORMER SUBSTATION, CABLE

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА”	8
2 ОПИС ДІЮЧОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	10
2.1 Опис системи зовнішнього електропостачання.....	10
2.2 Опис аварійного режиму роботи системи електропостачання підприємства	11
2.3 Опис схеми однолінійної принципової внутрішньої системи електропостачання підприємства	11
3 КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	14
3.1 Задачі компенсації реактивної потужності.....	14
3.2 Компенсація реактивної потужності в електричних мережах підприємства	20
4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ.....	23
4.1 Аналіз графіків електричного навантаження по активній та реактивній потужності за режимний день.....	23
4.2 Розрахунок втрат потужності та напруги в лініях і трансформаторах.....	25
4.3 Розрахунок втрат в трансформаторах та одержання потужностей на стороні 0,4 кВ.....	33
4.4 Розрахунок навантажень по активній та реактивній потужності на стороні 0,4 кВ без конденсаторних установок.....	33
4.5 Розрахунок навантажень на РП-17 без роботи конденсаторних установок ..	34
5 ЗАХОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ	36
5.1 Розрахунок потужності конденсаторних установок для повної компенсації реактивної енергії.....	36
5.2 Вибір нових конденсаторних установок.....	40
5.3 Результати розрахунку втрат з роботою пропонованих засобів штучної компенсації.....	44
6 ПРОЕКТУВАННЯ АВР НА РП-17	47

7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	51
8 ОХОРОНА ПРАЦІ	55
8.1 Вимоги до обслуговування засобів штучної компенсації реактивної потужності.....	55
8.2 Вимоги до захисного заземлення	61
8.3 Розрахунок заземлення на ТП - 6	62
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	67
ДОДАТОК А. ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ.....	70
ДОДАТОК Б. ВІДОМОСТІ ПРО АКТИВНІ ТА РЕАКТИВНІ НАВАНТАЖЕННЯ В РЕЖИМНИЙ ДЕНЬ 9.12.2019.....	73
ДОДАТОК В. ПРОТОКОЛ ВИМІРІВ ФАКТИЧНОЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ УВИМКНЕНИХ КОМПЕНСУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	79
ДОДАТОК Г. ІСНУЮЧІ ВТРАТИ АКТИВНОЇ ТА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ДІЮЧІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	82
ДОДАТОК Д. ВТРАТИ АКТИВНОЇ ТА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ДІЮЧІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИМКНЕНИМИ БСК	101
ДОДАТОК Е. ВТРАТИ АКТИВНОЇ ТА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ДІЮЧІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІСЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ.....	114

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

РП – Розподільна підстанція;

ТП – Трансформаторна підстанція;

РУ – Розподільна установка;

БСК – Батарея статичних конденсаторів;

ЗШК – Засоби штучної компенсації;

КЛ – Кабельна лінія;

КЗ – Коротке замикання.

ВСТУП

“АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” – це міжнародна корпорація яка займається виготовленням пива . Одне із відділень знаходиться в м.Чернігів. Завод має в своєму розпорядженні досить велику територію і відповідно задіяні великі потужності для роботи. На підприємстві працює більше 500 робітників. Продукція заводу постачається по всьому світу.

Промислові споживачі споживають із мережі реактивну енергію, яку потрібно цілеспрямовано компенсувати на підстанціях за допомогою компенсувальних пристроїв.

Зазвичай найчастіше використовують як джерело компенсації реактивної енергії батареї статичних конденсаторів так як це економічно доцільно. БСК застосовуються для збільшення коефіцієнта потужності в електричних мережах. Вони дозволяють виробляти реактивну потужність в вузлах навантаження, а не на віддалених електричних станціях, що знижує втрати напруги і потужності в системі електропостачання. Використовуючи БСК, можна успішно вирішувати ряд наступних проблем:

- Зниження енерговитрат;
- Вирівнювання рівня напруження;
- Поліпшення якості електроенергії;
- Зменшення використання реактивної енергії;
- Зростання пропускної здатності діючих електромереж без використання потужностей силових установок;
- Збереження стійкості вузлів системи електричного постачання.

В магістерському проекті розглянуті шляхи підвищення ефективності компенсації реактивної енергії. Зокрема, в роботі приведена загальна характеристика підприємства, опис існуючої системи електропостачання ABInBev Efes. Був проведений розрахунок та аналіз режимів роботи існуючої системи електропостачання в нормальному та після аварійному режимах роботи при

існуючому навантаженні та існуючій компенсації реактивної потужності та при відключених засобах штучної компенсації.

Провівши оцінку рівня роботи компенсувальних установок за режимні дні на підприємстві “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” встановлено, що компенсація реактивної потужності на підприємстві організована не ефективно. Діючі пристрої компенсації реактивної потужності не можуть в повному обсязі забезпечити компенсацію реактивної потужності. Одночасно відбувається також генерація реактивної потужності, що є недоцільним за умови не докомпенсації.

В роботі запропоновано доустановку нових ЗШК, проведена їх параметризація та запропоновані алгоритми управління ними.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА”

“АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” є одним із лідерів українського пивоварного ринку та спільним підприємством найбільшої у світі пивоварної компанії Anheuser-Busch InBev, а також найбільшої пивоварної компанії Туреччини Anadolu Efes [1].

Протягом всього періоду роботи підприємства здійснювалась його реконструкція з постійним збільшення виробничих потужностей за рахунок введення нових технологічних ліній та обладнання.

Предметом діяльності підприємства є повний цикл виробництва пива, реалізація товару; зовнішньо економічна діяльність

В процесі вироблення пива на пивоварному заводі приймають участь чотири основних підрозділів:

- Логістика
- Пивоварне відділення
- Цех наливу в тару
- Утиліти

Коротко охарактеризую кожен з них. Відділ логістики займається доставкою сировини, тари для наливу пива та відправкою готової продукції . На цій стадії в ролі приймачів електричної енергії виступають електричні двигуни та зарядні пристрої для електричних навантажувачів, освітлювальні мережі.

Коли пивоварне відділення отримало сировинну для варки пива можна приступати до процесу варіння за спеціальними рецептами. Сировина в завантажується в чани де проходить процес варіння , після чого залишки сировини відправляються на повторну переробку а пивна суміш в цех бродіння. На даному етапі виробництва задіяно багато асинхронних двигунів потужністю від 0,37 до 40 кВт. [1].

Після того як витрималися терміни бродіння пиво фільтрується та відправляється в цех наливу в тару.

За повною версією ВКР звертатися на кафедру електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті були розглянуті шляхи підвищення ефективності компенсації реактивної енергії на харчовому підприємстві “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА”. Проходивши перед дипломну практику на даному підприємстві та отримавши графіки електричних навантажень за режимний день я з’ясував що, компенсація реактивної енергії не ефективна, підприємство не до компенсовує реактивну енергію. Взявши до уваги дану проблему було прийнято рішення підвищити ефективність компенсації реактивної енергії.

Робота над дипломним проектом було розпочата з опису роботи підприємства та опису системи зовнішнього та внутрішнього електропостачання. Після чого був зроблений аналіз графіків електричних навантажень активної та реактивної енергії по кожній ТП підприємства та характеристика засобів штучної компенсації які встановлені на підприємстві. Після чого були розраховані параметри нормального режиму роботи системи електропостачання підприємства де в ході розрахунків я визначив які втрати в лініях трансформаторах , щоб порівняти з втратами які будуть після впровадження нового обладнання. Були проведені розрахунки за результатами яких стало помітно що, діючі засоби компенсації реактивної енергії не покривають все реактивне навантаження, тому було прийнято рішення установки нових БСК. Підібравши нові БСК та обладнання для їх управління була задана дискретизація включення батарей у відповідний момент часу що, відображено у графічній частині. Знову були проведені розрахунки втрат активної та реактивної енергії з урахування нового обладнання де стало помітно що, завдяки новим засобам штучної компенсації зменшилися втрати активної та реактивної енергії.

Ще одним питання в дипломному проекті було проектування системи АВР на РП-17 підприємства, так як його відсутність суттємо збільшує час перемикання між секціями шин, що недопустимо для підприємства з вибухонебезпечними цехами. Було обрано шафу АВР на вимикача якій встановлений на РП.

За результатами роботи проведені економічні розрахунки для підтвердження доцільності прийнятих рішень

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://abinbevefes.com.ua/>.
2. Железко Ю. С. Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах. М.: Энергоиздат, 1981. 200 с.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/1331-skhemy-vkljuchenija-batarej.html>
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://orion-energo.prom.ua/p1130415439-shkaf-avtomaticheskogo-vvoda.html>
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://electrocontrol.com.ua/>
6. Мендюх С.В. Енергетичний аудит системи електропостачання підприємства “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА” за реактивною енергією. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі : Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 8-9 квітня 2020 р.) : збірник тез доповідей. - Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т, 2020. – С. 185-186.
7. Зорин В.В., Тесленко В.В. Системы электроснабжения общего назначения – Чернигов ЧГТУ, 2005 – 341 с
8. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
9. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: Видавництво «Основа», 2004. – 380 с.
10. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., переробл. й доповн. – Х.: Видавництво «Форт», 2014. – 800 с.
11. Чернігівобленерго [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chernigivoblenergo.com.ua>

12. Зорін В.В. Електричні мережі та системи / [навчальний посібник для студентів вищ. техн. навч. закл.] за ред. В.В. Зорін, Є.А. Штогрин, Р.О. Буйний – Ніжин: ТОВ “Видавництво”Аспект-Поліграф”, 2011. –248 с.

13. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://kps.ru/spravochnik/kabeli-silovyye/s-bumajnoi-izolyaciei/aashv-10kv/kabel-aashv-3x120.html>

14. Рудницький В.Г. Внутрішньозаводське електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. - Суми: ВТД “Університетська книга”, 2007. - 280 с.

15. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для учащихся техникумов. – 3-е изд., пераб, и дол. — М.: Высш. школа, 1981. — 376 с, ил

16. Электрические нагрузки промышленных предприятий / Волобринский С.Д., Каялов Г.М., Клейн П.Н., Мишель Б.С. – М.: «Энергия», 1964. – 304 с.

17. ПКФ Силикон КВАР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.silcon-kvar.com.ua/krpn.htm/>. – Назва з екрану; (дата звернення 30.10.20120).

18 Рокотян С. С. Справочник по проектированию энергетических систем/ [В. В. Ершевич, А. Н. Зейлигер, Г. А. Илларионов и др.]; Под ред. Рокотяна С.С., Шапиро И.М. – [3-е изд.]. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.

19 Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем: Учеб. Пособие для техникумов/ Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с., ил.

20 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів -
Редакція від 21.02.2017

ДОДАТОК А ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ

Таблиця А1 – Перелік креслень

Аркуш	Найменування	Шифр	Кількість аркушів	Формат
А1	Схема електрична загальна системи енергопостачання підприємства “АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА”	НУЧП.565722.006ЕЗ	1	А1
А2	Параметри режиму роботи системи електропостачання при існуючій та пропонованій компенсації реактивної потужності	НУЧП.565722.006ПР	1	А1
А2	Управління засобами штучної компенсації реактивної енергії	НУЧП.565722.006УЗ	1	А1
А3	Економічне обґрунтування доцільності установки нових засобів штучної компенсації та пристрою АВР	НУЧП.565722.001ЕО	1	А2