

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

/Андрій МУХА/

(підпис)

Дата 20.12.23

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції»

за освітньою програмою: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент
групи «ЕЕ2221»

(підпис студента)

/Ксенія СЕРДЮК/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/проф., зав.каф. Андрій МУХА/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/доц. Оксана КАРЗОВА/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

(підпис)

Дніпро – 2023 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕТЕМ
_____/Андрій МУХА/
(підпис)

Дата _____

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції»

за освітньою програмою: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент
групи «ЕЕ2221» _____

(підпис студента)

_____/Ксенія СЕРДЮК/
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

_____/проф., зав.каф. Андрій МУХА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

_____/доц. Оксана КАРЗОВА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

//

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

(підпис)

Дніпро – 2023 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Management of energy and economic processes»

Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Master's Thesis

on the topic: «Improvement of the electricity accounting system at the traction substation»

according to educational curriculum «Energy and electromechanical systems in transport»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group EE2221:

/Kseniia SERDIUK/

Scientific Supervisor:

/Andrii MUKHA/

Normative controller:

/Oksana KARZOVA/

Supervisors

_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
студенту Сердюк Ксенія Миколаївна

1. Тема роботи: «Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції»

Керівник роботи: Муха Андрій Миколайович, професор, завідуючий кафедрою

затверджені наказом № 56 ст від 18.01.2023

2. Строк подання студентом роботи: 20.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: дані щодо річного обліку електричної енергії тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ; ділянка обладнана з екрануючими та підсилюючими проводами

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналіз існуючої системи тягового електропостачання і обліку електричної енергії:

4.2 Удосконалення системи обліку електроенергії навантажень тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц

4.3 «Брудна» електроенергія. Проблеми і їх вирішення

4.4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1) Аналіз існуючої системи тягового електропостачання і обліку електричної енергії. Актуальність, мета та об'єкт роботи

2) Облік електричної енергії, на досліджувальній ділянці;

3) Удосконалення системи обліку електроенергії навантажень тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц;

4) «Брудна» електроенергія. Проблеми і їх вирішення

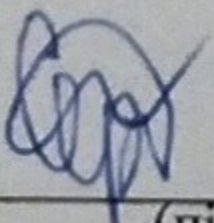
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	1.09.2023	5%
2	Аналіз існуючої системи тягового електропостачання і обліку електричної енергії	14.09.2023	20%
3	Удосконалення системи обліку електроенергії навантажень тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц	12.10.2023	25%
4	«Брудна» електроенергія. Проблеми і їх вирішення	09.11.2023	25%
5	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	23.11.2023	15%
6	Висновки	06.12.2023	4%
7	Списки використаних джерел	11.12.2023	6%
8	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	20.12.2023	100%
9	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	24.01.2024	

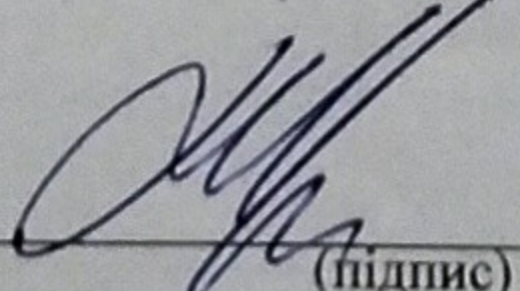
Студент


(підпис)

Ксенія СЕРДЮК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

проф., зав.каф. Андрій МУХА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

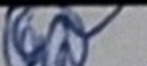
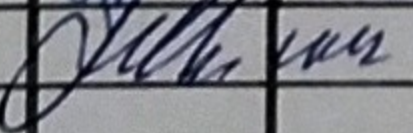
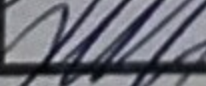
№ ряд ка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	7.141.170040.ПЗ	Пояснювальна записка	74		
4			Запозичена			
5						
6			<u>Графічна частина</u>			
7			Заново розроблена			
8	A4	7.141.170040.ПЗ	Аналіз існуючої системи			
9			тягового електропостачання і			
			обліку електричної енергії.			
10			Актуальність, мета та об'єкт	1		
11			роботи	1		
12	A4	7.141.170040.ПЗ	Облік електричної енергії, на			
13			досліджувальній ділянці			
14	A4	7.141.170040.ПЗ	Удосконалення системи	1		
15			обліку електроенергії			
16			навантажень тягової			
17			підстанції змінного струму			
18			27,5 кВ 50 Гц			
19	A4	7.141.170040.ПЗ	«Брудна» електроенергія.	1		
20			Проблеми і їх вирішення.			
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			

					7.141.170040.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи		
Розробив		Сердюк К.М.		30.12.21			
Керівник		Муха А.М.		30.12.21			
Консульт							
Н. Контр.		Карзова О.О.		30.12.21			
Зав.кафед		Муха А.М.		30.12.21			
					Літ.	Арк.	Аркушів
					МОН України, УДУНТ Кафедра «ЕТЕМ» Група ЕЕ2221		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	9
1.1 Система тягового електропостачання змінного струму 25 кВ 50 Гц.....	9
1.2 Аналіз лічильників електричної енергії	11
1.3 Облік електричної енергії	15
1.4 Висновки за розділом	18
РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НАВАНТАЖЕНЬ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ЗМІННОГО СТРУМУ 27,5 КВ 50 ГЦ.....	34
2.1. Заходи по виявленню недопустимих похибок вимірювання і їх усунення.....	35
2.2. Розрахунок небалансу електроенергії для заданої підстанції після заміни лічильників	38
РОЗДІЛ 3. «БРУДНА» ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ. ПРОБЛЕМИ І ЇХ ВИРІШЕННЯ.....	22
3.1. Вплив характеру навантаження на якість електроенергії в низьковольтній мережі. Аналіз спектрального складу за допомогою GS-метра	43
3.2. Дослідження спектрального складу струму в низьковольтній мережі за допомогою GS-метра.....	47
3.3. Висновки за розділом	50
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51

Пояснювальна записка

					Пояснювальна записка						
					Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції	Літ.			Маса	Масштаб	
									1	1 : 1	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	7.141.170040.ПЗ	Арк.		7	Аркушів 68		
Розроб.		Сердюк К.М.		20.12.20		МОН України, УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221					
Перевір.		Муха А.М.		20.12.20							
Т. Контр.											
Реценз.											
Н. Контр.		Карзова О.О.		20.12.20							
Затверд.		Муха А.М.		20.12.20							

4.1. Шкідливі та небезпечні фактори	51
4.2. Поразка людини електричним струмом. Дія струму на організм людини	52
4.3. Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт	53
4.4. Організаційні заходи	54
4.5. Обслуговування акумуляторних приміщень	58
4.6. Охорона праці у надзвичайних ситуаціях. Протипожежна безпека	62
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ	69
ДОДАТОК	70

ВСТУП

У багатьох країнах електрифіковані системи залізничного транспорту зазнали значного розвитку за останнє десятиліття завдяки зростанню пасажиропотоку та вантажопотоку та ряду їхніх переваг. Електрифікований залізничний транспорт є енергоефективним і дешевим у порівнянні з іншими видами транспортних систем. Споживання електричної енергії залізницями України близько 4% від загальної електроенергії України.

Активна електрифікація залізниць призводить до подальшого збільшення частки споживання електроенергії. Більшість з вказаної частки споживання електроенергії витрачається на потреби електричної тяги. Через контактну мережу електроенергія поступає безпосередньо до електровозу. Як правило, трансформатори тягових підстанцій змінного струму забезпечують зниження первинної напруги районних електричних мереж 110(220) кВ. У разі живлення магістральних електровозів напруга трансформується до рівня 27,5 кВ 50 Гц змінного струму чи шляхом подвійної трансформації 110 (220) кВ/6 (10 кВ) або з 6(10) кВ до 3.3 кВ при електрифікації постійним струмом. В той самий час, трансформатори тягових підстанцій можуть мати обмотки середньої напруги 10(35) кВ для нетягових споживачів. Тягові підстанції постійного струму з вторинним рівнем напруги 6(10) кВ поширені серед підприємств гірничодобувного комплексу [1, 2].

Загальна протяжність залізниць світу становить 954 600 км: 25 % — електрифіковані лінії (238 500 км), 75 % (716 000 км) — неелектрифіковані лінії. США займають перше місце у світі за довжиною залізничних колій, але вони не електрифіковані (лише 1,7 % електрифікованих шляхів). Друге місце займає КНР із загальною протяжністю (116480 км) і 58,8 % (65000 км) електрифіковано. Третє місце у Росії (87157 км). Залізниці Росії здійснюють 78,3% усіх перевезень (47,7% електрифікованих ліній). Далі йдуть інші країни: Індія, Канада, Німеччина, Австралія, Аргентина, Франція, Бразилія, Японія, Польща, Україна (13 місце у світі та 6 місце в Європі), ПАР, Італія,

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мексика, Великобританія, Іспанія, Казахстан , Туреччина, Швеція, Румунія. Усі ці країни мають загальну довжину залізничної мережі понад 10 000 км. Розподіл світового трафіку між цими видами тяги приблизно дорівнює 50 % кожен. Вантажоперевезення (млн. т/км) електрифікованими залізницями у світі приблизно в 3 рази перевищують тепловози (у промислово розвинених країнах у 4 рази [1] – [5]).

Розподіл електрифікованих залізниць між континентами та регіонами є таким: Європа: 45,7 %, СНД (Співтовариство Незалежних Держав — країни колишнього Радянського Союзу): 24,3 % (в основному за рахунок Росії), Південно-Східна Азія: 19,3 % (переважно Японія). , Китай, Індія), Африка: 8 % (переважно Південна Африка), Південна Америка: 1,3 %, Австралія та Нова Зеландія: 1,0 %, Північна Америка: 0,4 %. У Європі 70% перевезень здійснюється електровозами. Характеристика європейських залізниць наведена в таблиці I [2].

У світі для електричної тяги в основному використовуються три системи: електрифікація постійний струм з рівнем напруги 1,5 або 3 кВ, електрифікація змінним струмом з рівнем напруги 25 кВ (або 2х25 кВ) з частотою 50 Гц, і електрифікація змінним струмом рівнем напруги 15 кВ на частоті 16,7 Гц [3].

В Україні 47 % (10500 км із загальної протяжності 22300 км) електрифікованих залізниць з двома різними системами електропостачання. на 25 кВ, 50 Гц (5500 км) змінного струму і 3 кВ постійного струму. на (5000 км) [11-14].

Останнім часом, з 1991 по 2016 рік, Укрзалізниця проводила електрифікацію змінним струмом 25 кВ 50 Гц на протяжністю близько 3000 км. Зараз Укрзалізниця забезпечує 82% вантажних перевезень і 50% пасажирських. Тому електрифікація залізниць дуже широко використовується у світі. Але споживачі змінного струму (лінії електропередач, приводи підприємств) зазвичай є активно-реактивним навантаженням при цьому дуже важливим є точний облік електроенергії з

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням витрат активної і реактивної потужності, тому тема магістерської роботи, яка пов'язана із удосконаленням системи обліку електричної енергії і вибором «коректних» лічильників, дослідження впливу «брудної» електрики на облік електроенергії є актуальною і своєчасною задачею, яка потребує дослідження і вирішення.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1.1. Системи тягового електропостачання змінного струму

України

1.1.1. Система тягового електропостачання змінного струму 25 кВ 50 Гц

Схема живлення тягової мережі однофазного змінного струму 25 кВ 50 Гц від трифазного трансформатора ТП із з'єднанням обмоток «зірка - трикутник» наведена на рис.1.1. Така система є більш простою, оскільки відсутній випрямляч на тягових підстанціях. Для живлення тягових споживачів була обрана нестандартна напруга 25 кВ, що дозволило використовувати комутаційну апаратуру ТП і ЕРС на 35 кВ. Такий варіант є економічно доцільним і задовольняє масо-габаритним і технічно-експлуатаційним вимогам [11-14].

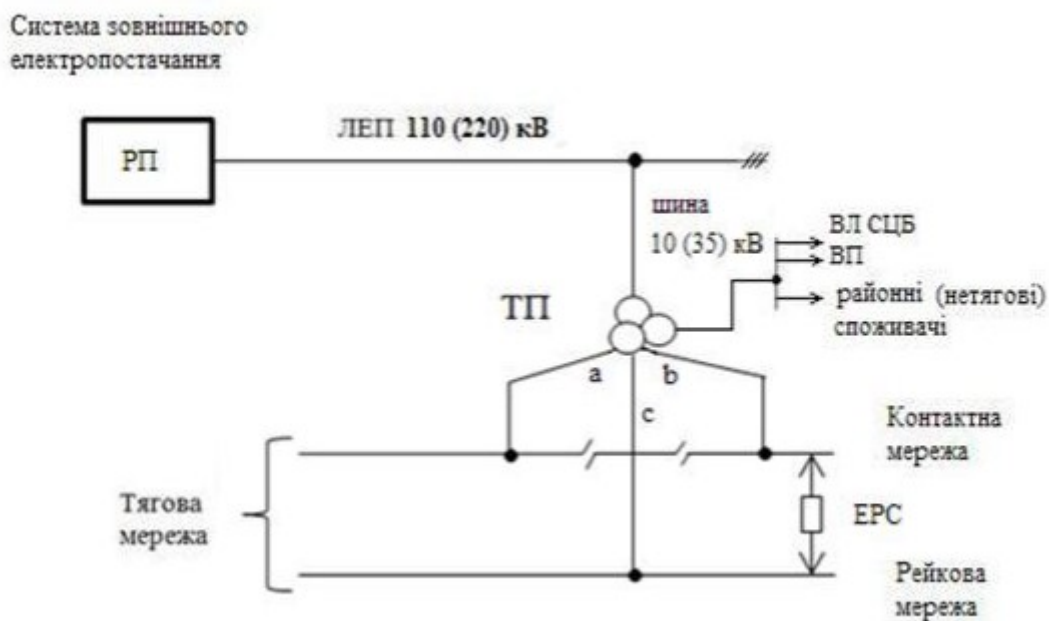


Рисунок.1.1 – Система зовнішнього електропостачання змінного струму 25 кВ 50 Гц

Номінальна напруга на шинах тягової підстанції 27500 В; номінальну напругу в контактній мережі 25000 В; максимальна – 29000 В, а

мінімальна – 21000В з точки зору виконання потягом заданої пропускної здатності на дільниці і 19000 В – це мінімальна напруга при якій ще може функціонувати електровоз . При меншій напрузі ЕРС не зрушиться з місця.

На вітчизняних залізницях застосовують в основному тягові трифазні двохобмотувальні трансформатори, що включаються за схемою «зірка – зірка - трикутник», типу ТДТНГЕ (трифазний масляний з примусовим охолодженням і з регулюванням напруги під навантаженням, грозозахисний, для електричної тяги) потужністю 20, 31.5 і 40.5 МВА. Первинне напруга - 110 або 220 кВ, вторинна для електричної тяги – 27,5 кВ, для районних споживачів – 38,5 і 11 кВ [11-14].

Також можуть використовуватися для живлення тільки тягового навантаження трифазні двохобмотувальні трансформатори типу ТДГ і ТДНГ зі схемою з'єднання обмоток Y / D-11 («зірка - трикутник» із одинадцятьою групою). Потужність зазначених трансформаторів така ж, як і у трьохобмоткових. З'єднання тягової обмотки «трикутником» дозволяє отримати більш пологі зовнішню характеристику. Одну вершину «трикутника» приєднують до рейок, а дві інші - до різних секцій контактної мережі.

При живленні тягового навантаження від трьох фаз секції тягової мережі зліва і праворуч від ТП повинні бути підключені до різних фаз. Отже, вони мають напруги, що не збігаються по фазі одна з одною.

Система тягового електропостачання змінного струму є більш перспективною і використовується при побудові нових і електрифікації існуючих доріг залізниць України. Однак якщо потрібно електрифікувати ділянку в оточенні тягової мережі з постійним струмом 3 кВ, то на цій ділянці впроваджується знижена напруга 3 кВ. Так, з 1991 року були електрифіковані наступні ділянки загальною довжиною понад 1700 км [11].

Переваги системи тягового електропостачання 25 кВ змінного струму у порівнянні з тягою 3 кВ постійного струму:

- система простіше;

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контактна мережа має менший перетин в мідному еквіваленті 130...150 мм²;

- більше відстань між тяговими підстанціями майже в 2 рази. Довжина фідерної зони складає 45...50 км;

- менше втрати електроенергії і напруги, оскільки більша частина електричної енергії передається збільшеною напругою 25 кВ проти 3 кВ при електричній тязі змінного струму;

Недоліками тяги змінного струму є:

- сильний електромагнітний вплив тягового навантаження на суміжні пристрої, ЛЕП і лінії зв'язку;

- складніше організувати рекуперацію ЕРС;

- сильний вплив тягового навантаження на систему зовнішнього електропостачання;

- значна несиметрія струмів і напруг (допускається коефіцієнт несиметрії 2,5%). Оскільки величина струмів фідерів залежить від поїзної ситуації на дільниці, профілю дільниці, ваги і типу поїду, режимів ведення локомотива, то фази тягового трансформатора okazуються завантажені нерівномірно і при будь-якому співвідношенні навантаження на плечі живлення тягових підстанцій «неробоча фаза» оказується більш навантаженою;

- відносно низький коефіцієнт потужності $\lambda = \cos\varphi = P/S$. Він нормується в межах $\lambda = 0,9...1$ [11 - 13].

Низький рівень коефіцієнта потужності системи тягового електропостачання пояснюється активно-реактивним навантаженням обладнання тягових підстанцій, локомотивів, тягової мережі і не тягових споживачів. Для підвищення коефіцієнта потужності застосовують компенсуючий пристрій, який складається з конденсаторних установок.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2. Система тягового електропостачання 25 кВ 50 Гц з екрануючим і підсилюючим проводами (ЕУП)

Система тягового електропостачання 25 кВ 50 Гц з екрануючим і підсилюючим проводами (ЕУП) була застосована на Львівській залізниці при електрифікації у 2000х роках. Через підвищений опору сталевих рейок змінному струмі, а також відносного низького перехідного опору рейки - земля зворотний тяговий струм стікає з рейок в землю і протікає в землі. В результаті нічим не компенсувати магнітне поле контактної підвіски, де можуть протікати струми до 1000 А, які значно впливають на навколишнє середовище. Наприклад, навіть в декількох десятках метрів від лінії аудіоапаратура буде видавати стійкий фон змінного струму.

Система ЕУП розроблена в 1975 році в РГУПС. Надалі участь в її вдосконаленні брали ВНИИЖТ, МИИТ, Транселектропроект. Всього цією системою в 1990 році було обладнано 560 км на Північно-Кавказької і Горьківської залізниці. В кінці дев'яностих, на початку двотисячних років на Львівській залізниці було обладнано 938 км залізниць системою електропостачання змінним струмом з ЕУП.

Досвід експлуатації підтверджує переваги системи.

За кордоном така система стала використовуватися з початку 90-х років (Німеччина, Іспанія).

Система з екрануючим і підсилює проводами (в Німеччині її називають системою з пасивним зворотним проводом). Вона досить проста (см.рис.4.2). З польової сторони опор контактної мережі на невеликій відстані (0,8 - 1 м) один від одного підвішуються два дроти, один з яких (що підсилює) з'єднується кожні 500 - 600 м з контактною мережею, а інший (екранує) - з рейкової мережею (з інтервалом 3 - 4 км).

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

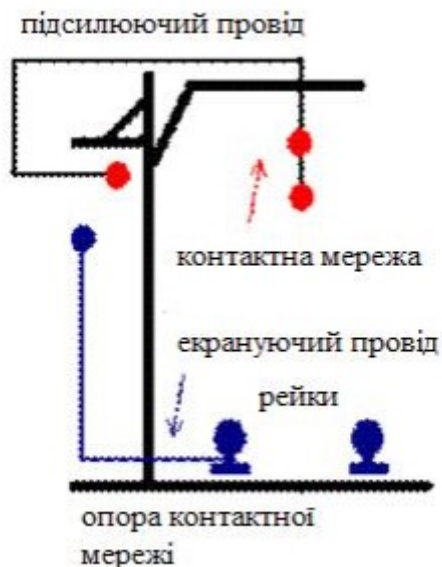


Рисунок. 1.2 – Розташування проводів при системі тягового електропостачання змінного струму 25 кВ з ЕУП

Під дією магнітного поля підсилюючого дроту і контактної підвіски в екранувальному дроті наводиться ЕРС спрямована в бік, протилежний напрямку струму, який протікає в підсилюючому дроті і контактній мережі. Під дією цієї ЕРС відбувається перерозподіл зворотного тягового струму, частина якого (до 30%) протікає по екрануючому проводу і своїм магнітним полем частково компенсує магнітне поле контактної мережі і підсилює дроти [11-14].

Домогтися ще більшого ослаблення електромагнітного впливу дозволяє схема з відсмоктувальними трансформаторами. Влаштована вона так: з польової сторони опор контактної мережі підвішується зворотний провід, для збільшення екрануючого ефекту його зазвичай виконують розщепленим на два. Кожні 5...6 км уздовж лінії встановлюються відсмоктувачі трансформатори. Ці трансформатори мають коефіцієнт трансформації близький до одиниці, їх первинна обмотка включається в розтин контактної мережі, вторинна - у розтин зворотний провід. Посередині між двома відсмоктувальними трансформаторами зворотний провід з'єднується з рейковою мережею.

Принцип дії багато в чому схожий з ЕУП: струм контактної мережі, який протікає по первинній обмотці відсмоктуючого трансформатору, наводить у вторинній обмотці ЕРС. Під її дією виникає струм в зворотному проводі. Підбором коефіцієнта трансформації домагаються, щоб струм в зворотному проводі був максимально близький до струму в контактній мережі. У цьому випадку досягається максимальний ефект ослаблення електромагнітного впливу.

Переваги системи з ЕУП:

- зниження втрат електроенергії. близько 25000кВт·год на рік на один кілометр кожного шляху;
- зниження небезпечних індуктивних впливів на суміжні споруди приблизно в два рази;
- зниження потенціалу рейок (підвищення електробезпеки) майже в два рази;
- зниження опору тягової мережі приблизно в два рази (стабілізація рівня напруги навіть при великих струмах, можливість збільшення відстаней між підстанціями при новому будівництві).

Недоліки:

- екрануючий ефект сильно залежить від відстані між проводами і частоти з'єднання екрануючого проводу із землею;
- при заміні автоблокування на систему з тональними рейковими колами виникають складнощі з підключенням екрануючого проводу через відсутність дросель-трансформаторів [11-15].

1.1.3. Тягові підстанції змінного струму 27,5 кВ

Тягова підстанція - це електроустановка для перетворення і розподілу електричної енергії. Тягові підстанції призначені для пониження електричної напруги і подальшого перетворення (випрямлення) струму (для підстанцій постійного струму) з метою передачі його в контактну мережу для забезпечення електричною енергією електровозів [11].

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тягові підстанції змінного струму мають виняток – в них відсутні перетворюючі агрегати для випрямлення струму. Відстань між підстанціями становить 50-100 км. Номінальна напруга, що подається в контактну мережу 27,5 кВ. Підстанції змінного струму харчуються по лініях напругою 110 або 220 кВ. Первинні обмотки трансформаторів з'єднані в зірку, нейтраль заземлюється. Вторинні обмотки трансформаторів з'єднуються в трикутник, фаза «С» заземлюється і з'єднується з рейками залізниці без будь-яких комутаційних апаратів. Напруга фаз «А» і «В» через відкритий розподільний пристрій подається в контактну мережу за допомогою двох фідерів відповідно, а також у лінію ДПР ("Два проводи - рейка") для живлення нетягових споживачів [15].

Як правило, силові трансформатори мають третю обмотку - 6, 10, рідше 35 кВ, оскільки на залізниці є безліч інших споживачів, крім електровозів. По-перше, це автоматика і телемеханіка дороги - світлофори, стрілки, зв'язок (тобто лінії ВЛ СЦБ, ВЛ ПЕ – лінії основного та резервного електроживлення). Ці споживачі вимагають якісної і стабільної напруги. Для їх електроживлення прокладаються високовольтні лінії ВЛ СЦБ напругою 6 або 10 кВ, які живляться через підвищувальний трансформатор 0,23 (0,4) / 6 (10) кВ від мережі власних потреб підстанції [11].

По-друге, інші споживачі - опалення та освітлення станцій, переїздів і так далі, а також сторонні споживачі. Для їх підключення використовуються або фідери ДПР напругою 27,5 кВ, або спеціальні лінії ПЕ (поздовжнє електропостачання) на напрузі 6 або 10 кВ.

Історично склалося так, що тягові підстанції іноді були єдиними джерелами електричної енергії прийняттого рівня напруги для подальшого розподілу електроенергії, тому на більшості тягових підстанцій мається розподільний пристрій для розподілу і подальшого транспортування електричної енергії напругою 0,23 - 35 кВ як залізничним, так і районним (незалізничним) споживачам.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для резервування живлення на тяговій підстанції встановлюють два тягових трансформатора. Номінальною напругою тягового навантаження вважається напруга тягової обмотки трансформатора на холостому ходу, яка дорівнює 27,5 кВ. Для прийому електроенергії від ЛЕП зовнішнього електропостачання споруджують спеціальне РУ, що отримує живлення від цих ліній за двома вводами. Залежно від типу підстанції РУ виконується з високовольтними вимикачами на кожному приєднанні; з високовольтними вимикачами і роз'єднувачами. Всі струмопровідні частини, електричні апарати та обладнання РУ розміщують на відкритій території і монтують з урахуванням необхідності дотримання безпечної роботи обслуговуючого персоналу [15].

Для зручності транспортування тягових трансформаторів та іншого обладнання до підстанцій часто споруджується під'їзну залізничну колію, що має вихід на магістральну дорогу.

Тяговий трансформатор 27,5 кВ живить РУ 27,5 кВ, розташоване на відкритій частині підстанції і призначене для живлення електрорухомого складу (ЕРС) по тяговій мережі в обидві сторони від тягової підстанції та забезпечення електроживленням системи ДПР, прокладених на опорах контактної мережі, контактних підвісок станційних і деповських колій (якщо тягова підстанція розташована на станції, де є депо), фідерів плавки ожеледі, трансформаторів власних потреб (ТСН). До РУ можуть приєднуватися пристрої поперечної ємнісної, поздовжньої ємнісної або поздовжньо-поперечного ємнісної компенсації. РУ може монтуватися на місці спорудження тягової підстанції або збиратися з комплектних розподільчих пристроїв заводського виготовлення [11-14].

Для живлення районних споживачів встановлюють окремі трансформатори РТ1 і РТ2, які подають в РУ напруга 6; 10 або 35 кВ. Ця система електричної тяги застосовується на лініях з великими розмірами перевезень. Схема типової тягової підстанції змінного струму 27.5 кВ 50 Гц дано на рис. 1.3.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

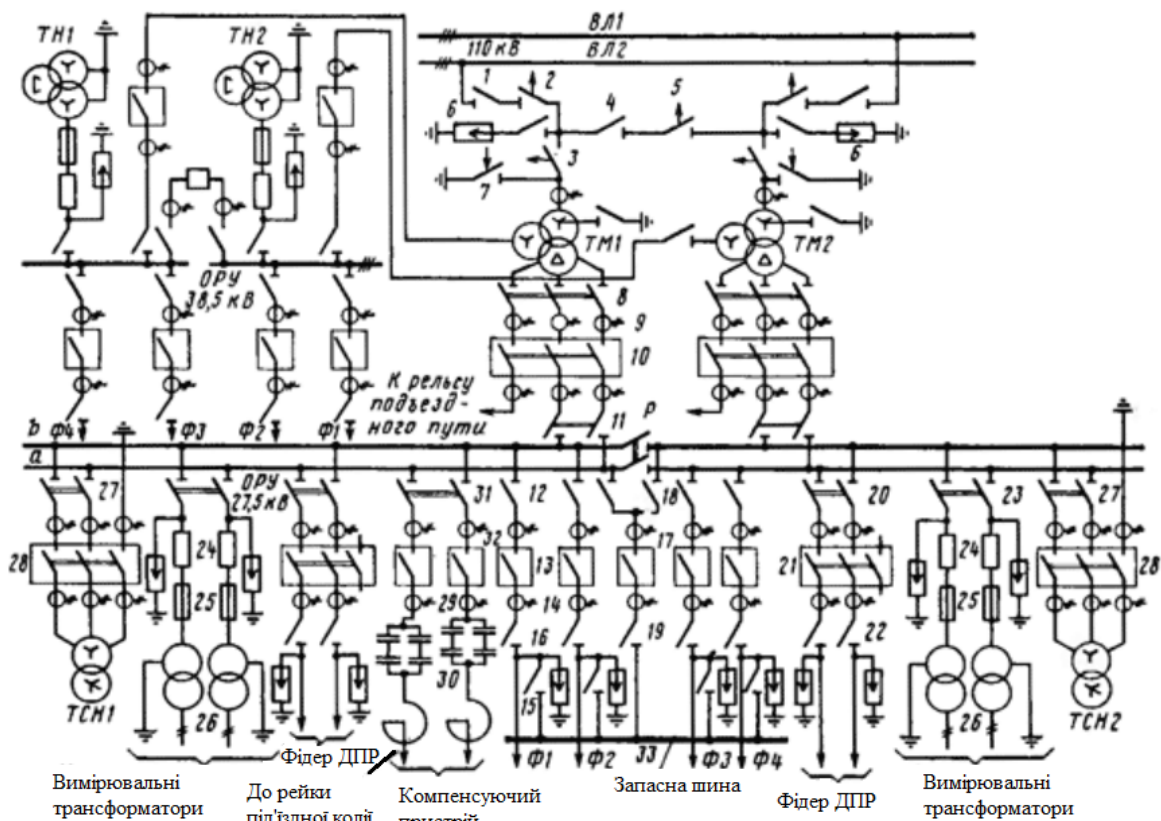


Рисунок.1.3 – Однолінійна схема типової тягової підстанції змінного струму 27.5 кВ 50 Гц із живленням від ЛЕП 110 кВ

Зараз перспективним є застосування комплектних тягових підстанцій змінного струму 27.5 кВ [15-16].

Тягові підстанції в модульному виконанні збираються з типових модулів, що містять готові функціональні блоки.

Функціональний блок являє собою функціонально і конструктивно законодавче виріб, що складається зі збірки шаф, панелей, чарунок, первинних датчиків, мікропроцесорних контролерів, об'єднаних загальним силовим струмопроводом, вторинними колами і силовою рамою. Функціональний блок може бути розміщений як в модулі, так і в капітальному здані. Підстанція комплектної тягової змінного струму 27,5 кВ

Для електрифікації залізничних доріг змінного і постійного потоку «ДАК-ЕНЕРГЕТИКА» виробляє обладнання тягового електропостачання в блочно-модульному виконанні.

Модуль представляє собою повністю законне випробування в заводських умовах не вимагає внутрішнього монтажу на об'єкті. Стандартні габарити модулів складаються (6000 (4800) x 3200 x 3900 мм). Застосування стандартних по габаритам модулів істотно збільшує будівельно-монтажні роботи на об'єкті.

У склад кожного модуля входить:

- функціональний блок за призначенням модуля (наприклад: ПВА, ЗРУ–27,5кВ і т.д.)
- щит розподільчий власних потреб;
- допоміжні технологічні системи;
- власна система освітлення;
- власна система опалення;
- сповіщувачі пожежні димові, для включення в систему пожежної сигналізації;
- датчик відкриття дверей, для включення в систему охоронної сигналізації;

компоненти системи АСУ ТП згідно специфікації на функціональний блок.

Застосування комплектно-блочної технології при будівництві та модернізації об'єктів тягового електропостачання забезпечує реальні технологічні переваги, а саме:

- підвищення якості виготовлення і, як слідство, надійності;
- високу заводську готовність обладнання, включаючи телекерування і облік;
- скорочення термінів введення в експлуатацію (пускова готовність об'єктів - 4 тижні після закінчення будівельних робіт);
- можливість використовувати набір модулів у різних поєднаннях залежно від вимог проекту;
- скорочення термінів і витрат на проектування так як значна частина проектної документації входить до складу документації на типові модулі;

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- простоту установки і монтажу обладнання;
- можливість здійснити модернізацію діючих об'єктів без відключення енергозабезпечення основних споживачів.

Типовий склад обладнання тягової підстанції змінного струму напругою 27,5 кВ в блочно-модульному виконанні:

- Модуль закритого розподільного пристрою 10кВ;
- Модуль закритого розподільного пристрою сигналізації, централізації та блокування;
- Модуль закритого розподільного пристрою 27,5 кВ;
- Модуль власних нужд;
- Модуль трансформаторов власних потреб;
- Модуль загальнопідстанційної сигналізації;
- Модуль загальнопідстанційного управління розподільним пристроєм 110кВ;
- Модуль «Акумуляторна»;
- Модуль дизель-генераторного агрегату;
- Модулі допоміжні [15, 16].

1.2. Аналіз типів лічильників електричної енергії

Лічильник електричної енергії – це прилад вимірювання витрати електроенергії. Вони широко використовуються в побуті, комерційних та промислових цілях для визначення витрат на електроенергію та контролю.

Прилади обліку електроенергії дозволяють як дізнатися точну кількість споживаної енергії, а й допомагають вести облік. Це дуже важливо для тих, хто хоче скоротити свій електричний рахунок та економити енергію. Крім того, лічильники світла допомагають виявити несправності в електрообладнанні, якщо спостерігається різкий стрибок споживання електроенергії.

За конструкцією електролічильники поділяються на:

- індукційні (механічні лічильники);

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- електронні;
- гібридні (двонаправлені лічильник).

Класифікація лічильників електроенергії дана на рис.1.4.

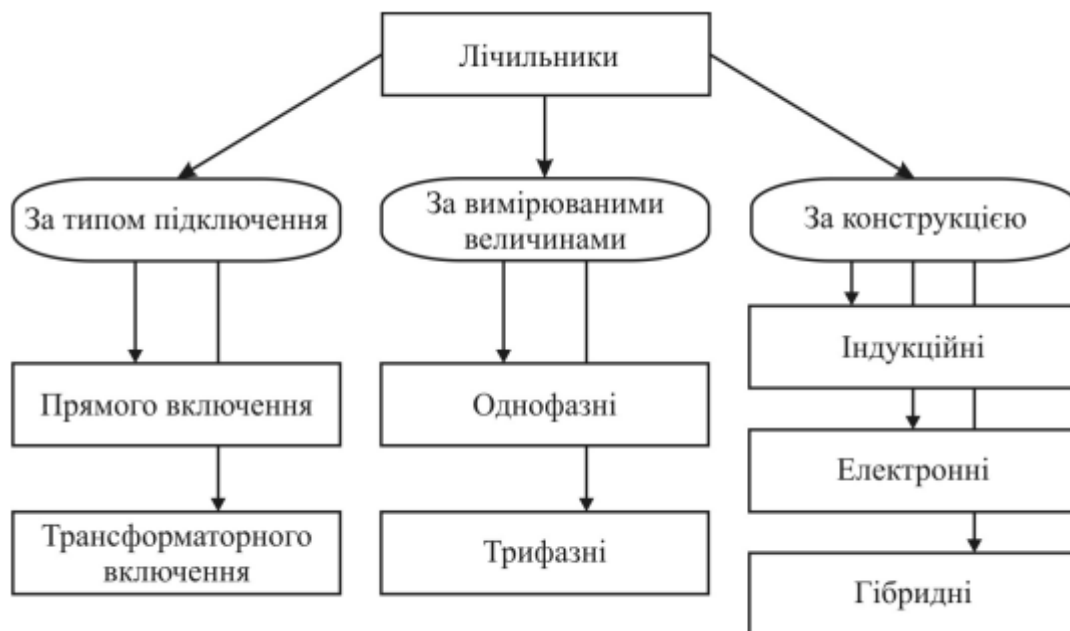


Рисунок.1.4 – Класифікація лічильників електроенергії

Розглянемо докладніше кожен із них детальніше [17].

Принцип дії індукційного лічильника. Електролічильник складається з 2 котушок: котушка напруги та струмова котушка, електромагніти яких розташовані під кутом 90 градусів відносно один одного у просторі. У проміжку між цими електромагнітами знаходиться алюмінієвий диск. На осі диска встановлено "черв'як", який через зубчасті колеса передає обертання лічильному механізму (барабану). Струмкова котушка включається в ланцюг послідовно. Котушка напруги вмикається в коло паралельно.

При подачах змінної напруги на котушку напруги і при протіканні через струмову котушку струму навантаження в зазорі наводяться змінні магнітні потоки, які наводять в алюмінієвому диску вихрові струми. При взаємодії цих потоків і вихрових струмів у диску, виникає момент, що обертається – диск починає обертатися.

Кількість обертів алюмінієвого диска за певний час – це буде споживана електроенергія.

В електронному електролічильнику перетворювач перетворює вхідні аналогові сигнали з датчиків струму та напруги в цифровий імпульсний код. Наприклад, перетворювач активної потужності в частоту проходження імпульсів. Загальна кількість минулих імпульсів, що підраховує мікроконтролер, прямо пропорційно споживаній електроенергії.

Гібридні електролічильники з обліку активної та реактивної енергії мають електромеханічну частину обчислювального пристрою та інформаційний дисплей цифрового типу.

Тип приладу обліку електроенергії. Комерційний облік, що реалізується за допомогою даного приладу, призначений для точного виміру та обліку електроспоживання з метою коректного фінансового розрахунку. При виборі приладу для будинку важливо врахувати його здатність забезпечувати комерційний облік, надаючи прозорі та достовірні дані для тарифікації та оплати електроенергії [17].

Технічний облік, з іншого боку, фокусується на вимірі технічних параметрів споживання електроенергії для забезпечення стабільної роботи електромережі. Цей вид обліку забезпечує необхідні технічні дані, такі як напруга, струм і потужність, для ефективного обслуговування електротехнічних систем.

Вибір лічильника для комерційного обліку електроенергії – важливе рішення. Наприклад, електролічильник GAMA 100 G1M.153 оснащений РК-дисплеєм, що полегшує зчитування показань, двотарифний (лічильник день-ніч) надає надійний та точний облік електроенергії, при цьому забезпечуючи високу ефективність та простоту використання.

Лічильник GAMA 100 G1M.153 розроблений із використанням передових технологій для забезпечення високої точності вимірювань. Дех-то рекомендує встановлення саме таких лічильників в домах. Його функціонал включає можливість віддаленого моніторингу RS 485 (Система АСКУЕ), що робить його ідеальним для домовласників, які прагнуть контролювати своє енергоспоживання і заощадити на рахунках за електроенергію.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Типи підключення лічильників електроенергій.

За типом підключення всі пристрої обліку електроенергій поділяють на прилади прямого включення в силовий ланцюг та прилади трансформаторного включення, що підключаються до силового кола через спеціальні вимірювальні трансформатори.

Залежно від типу мережі живлення (однофазна або трифазна) електролічильники діляться на однофазні і трифазні.

Однофазні лічильники – використовуються для вимірювання енергії в однофазних мережах (зазвичай домашнього використання). У однофазних два входи та один вихід.

Трифазні лічильники – використовуються для вимірювання енергії у трифазних мережах (зазвичай для промислового використання). У трифазних три входи та один вихід.

Види різниці кількості фаз у електролічильників

Види електролічильників за кількістю тарифів поділяються на однотарифні та багатотарифні.

Однотарифні - підключається безпосередньо до електромережі, що дозволяють вести однотарифний облік споживаної активної енергії;

Багатотарифні - підключається безпосередньо до електромережі, вимірює активну та реактивну енергії у двох напрямках (пряме, зворотне) [17].

Особливості сучасних електролічильників.

Сучасні лічильники електроенергії можуть мати додаткові функції. Наприклад, багатофункціональний лічильник електроенергії, крім вимірювання електроенергії та електричної потужності, виконує ряд інших функцій: видачу інформації в цифровому вигляді, моніторинг параметрів електричної мережі та якості електроенергії, відтворення або складання імпульсних сигналів, видача та прийом команд.

Вимоги до електролічильників. Кожен встановлений розрахунковий лічильник повинен мати на гвинтах кожух лічильника, що кріплять, пломбу з

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діючим відбитком тавра виробника або перевіркою лабораторії, а на затискній кришці пломбу електро передавальної організації.

Важливими є технічні характеристики лічильника:

Клас точності – за допомогою цього показника визначається допустима похибка електролічильника. Чим менше ця цифра, тим точніше буде вестися облік. Розрізняють 4 види класу точності: 0,2 та 0.5 (для трифазних лічильників); 1.0 та 2.0 – для однофазних лічильників.

Величина номінального струму – струм, при якому робота електролічильника буде стабільною. Залежно кількості фаз діапазон даної величини становить від 5 до 100А .

Величина максимального струму – це величина струму, у разі якого ймовірність збою працездатності лічильника буде мінімальною. Розраховується цей струм залежно від потужності всіх електроприладів, котрим він веде облік [17].

1.3. Облік електричної енергії

Розглянемо облік електричної енергії на прикладі ділянки залізниці, яка електрифікована змінним струмом 27.5 кВ з ЕУП. Довжина фідерної зони становить 50 км, а для живлення пристроїв СЦБ використовуються лінії ВЛ СЦБ 10 кВ і два дроти - рейок ДПР-27,5 кВ. Напруга в високовольтні лінії основного і резервного живлення подається від КТП, а до споживачів (пост ЕЦ, релейні шафи світлофорів РШ) - від трансформаторів типу ОМ-1,25 і ОМ-0,63 відповідно. Перегін є двоколійним (рис. 1.5), а тягової підстанції на рис.1.5.

Високовольтні лінії ВЛ СЦБ 10 кВ отримують живлення від тягової підстанції з первинним напругою 110 кВ шляхом подвійної трансформації від понижувального трансформатора власних потреб ТСН (ТМ-400-10 / 0,4) і підвищується за допомогою трансформатору ТМ-100-0,4 / 10. У систему ДПР подається напруги безпосередньо від шин тягової підстанції 27,5 кВ

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від фаз «а» і «в», як зворотний провід використовується рейок (фаза «с»).

Марка проводів ВЛ СЦБ і ДПР - АС-50 [17, 18].

В середньому потужність навантаження пристроїв СЦБ двоколійних ділянок можна прийняти 0,9 кВт / км при коефіцієнті потужності [18].

Повна потужність, яка споживається постом ЕЦ, в середньому складає 40 кВА [18].

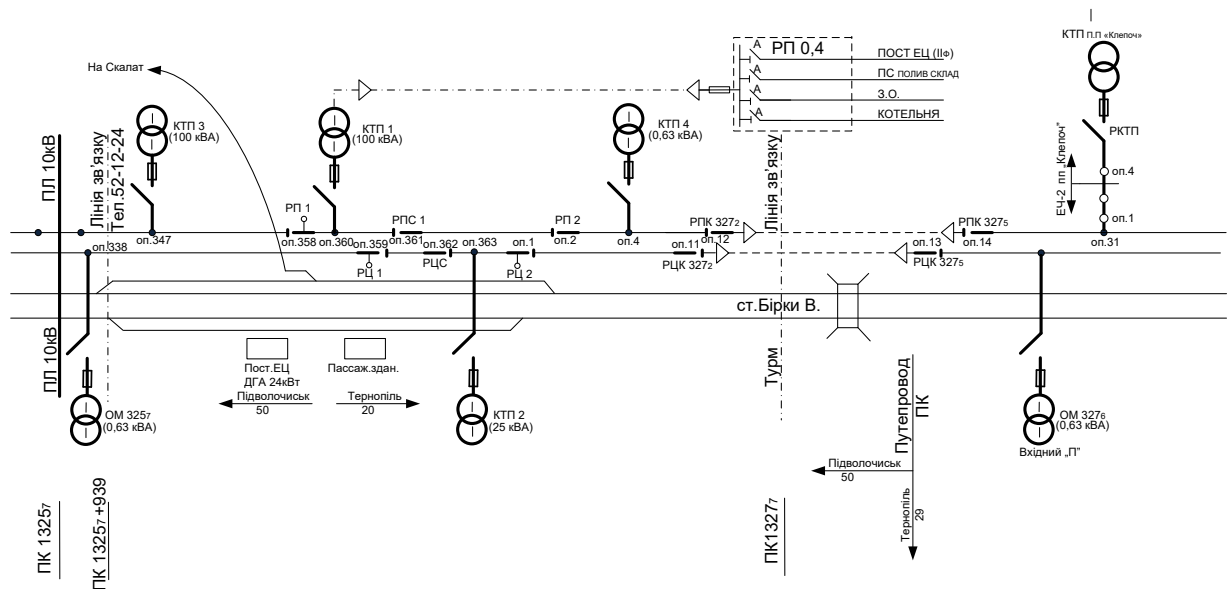


Рисунок. 1.5 – Схема електропостачання пристроїв СЦБ розрахункового ділянки

Таблиця 1.1 – Дані про роботу типової тягової підстанції змінного струму 27.5 кВ

Рік	Коефіцієнт використання потужності		Кількість спожитої електроенергії на тягу в <i>кВт·год</i> (з форми ЕО-8)
	середньо-річний	по максимальному двогодинному навантаженню (протягом року) ¹	
2001	0,07	0,3	27 920 000
2002	0,09	0,36	3 042 000
2003	0,12	0,43	40 351 080
2004	0,16	0,26	35 325 840
2005	0,15	0,34	32 181 815
2006	0,211	0,49	38 696 370
2007	0,236	0,4	40 841 157
2008	0,1798	0,38	32 457 647
2009	0,1298	0,29	25 171 681
2010	0,136	0,322	25 722 582
2011	0,202	0,278	37 865 646
2012	0,245	0,326	46 849 396
2013	0,151	0,352	29 606 887
2014	0,158	0,268	30 838 429
2015	0,156	0,404	30 331 017
2016	0,155	0,303	30 502 502
2017	0,171	0,292	33 589 601
2018	0,226	0,369	43 323 656

Таблиця 1.2 – Аналіз балансу електроенергії по вводам 10 кВ типової тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ протягом року

Місяць	Фактичний небаланс		Допустимий небаланс
	кВт	%	%
1	2	3	4
янв.18	-1946	-0,96%	1,43%
фев.18	-784	0,26%	1,41%
мар.18	-1856	-0,61%	1,35%
апр.18	-1190	-0,61%	1,16%
май.18	-3806	-1,84%	1,35%
июн.18	-3336	-1,73%	1,34%
июл.18	-1986	-1,04%	1,32%

1	2	3	4
авг.18	-2956	-1,28%	1,37%
сен.18	-3514	-1,91%	1,39%
окт.18	-1738	-0,71%	1,02%
ноя.18	-1974	-0,70%	1,40%
дек.18	-700	-0,22%	1,36%
янв.19	-2302	-0,73%	1,39%
фев.19	-1346	-0,48%	1,38%
мар.19	-44	-0,02%	1,34%
апр.19	-624	-0,38%	1,40%
май.19	-2982	-1,99%	1,42%
июн.19	458	0,39%	1,42%
июл.19	-588	-0,55%	1,38%
авг.19	-1054	-0,82%	1,40%
сен.19	-1560	-1,30%	1,40%
окт.19	-1188	-0,77%	1,37%

Таблиця 1.3 – Перетікання реактивної електроенергії на шини (з шин) тягової підстанції

Місяць	Перетікання реактивної електроенергії, квар·год			
	на шини підстанції*	в тягову мережу *	з шин підстанції **	з тягової мережі **
окт.18	2614128	1967418,7	261624	96910
ноя.18	2327952	1805454,8	248952	161139
дек.18	2159124	1698497,7	250008	175516
янв.19	1900272	1491658,7	278520	205601
фев.19	1455960	1092315,7	238260	195151
мар.19	1872684	1423742,9	282480	189442
апр.19	2065668	1636730,4	278520	177386
май.19	1696200	1330438,9	246444	148357
июн.19	1762728	1385040,3	246708	137368
июл.19	1996764	1560840,9	251064	119372
авг.19	1929444	1499814	235488	121264
сен.19	1905552	1497850	241296	122837
окт.19	1995180	1563386,3	239448	123442

Таблиця 1.4 – Аналіз річного обліку активної електроенергії, яка споживається тяговою підстанцією змінного струму

Місяць	Активна електроенергія, кВт·год							
	Надходження на шини, всього		В тому числі					
			Віддача в тягову мережу	Віддача власним споживачам	Віддача суміжним ліцензіатам	Фактичні ТВЕ		
	З боку енергосистеми	Зворотна видача ел.енергії				Всього	в т.ч.	
Власні потреби ТП							Фактичні втрати	
окт.18	3837768	21043	3412452,2	346058	32076	68224,8	13013,8	55211
ноя.18	3703260	19701	3215334,2	412896,5	17160	77570,3	27328,3	50242
дек.18	3522288	16896	2992743	442800	14916	88725	38165,1	50559,9
янв.19	3313200	12804	2784507	441714,5	11616	88166,5	40111,7	48054,8
фев.19	2626932	10384	2167813	391481	6600	71422	32901,4	38520,6
мар.19	3154800	12441	2745273	339699	11220	71049	25110,4	45938,6
апр.19	3279540	16808	2974100	243396,5	17820	61031,5	11404,6	49626,9
май.19	2562120	22044	2318788	194974,5	23364	47037,5	6068,64	40968,9
июн.19	2638548	17842	2417054	170504,5	22176	46655,5	3149,44	43506,1
июл.19	2920500	18040	2662313	199758	26136	50333	3329,12	47003,9
авг.19	2903736	12826	2614976	235571,5	17424	48590,5	3403,68	45186,8
сен.19	2769228	28952	2523936	194372,5	32604	47267,5	4574,24	42693,3
окт.19	2969604	19910	2648885	255650,5	24948	60030,5	10392,3	49638,2

Таблиця 1.5 – Результати розрахунку коефіцієнта потужності помісячно протягом року на шинах 110 і 27,5 кВ тягової підстанції змінного струму

Місяць	На шинах 27,5 кВ		На шинах 110 кВ	
	Повна потужність, кВт·год	cos φ	Повна потужність, кВт·год	cos φ
1	2	3	4	5
окт.18	3938980	0,866329	4643504	0,826481
ноя.18	3687552	0,871943	4374185	0,846617
дек.18	3441134	0,869697	4131383	0,852569
янв.19	3158880	0,881485	3819467	0,867451
фев.19	2427461	0,893037	3003430	0,874644
мар.19	3092502	0,887719	3668748	0,859912
апр.19	3394725	0,876095	3875870	0,846143
май.19	2673358	0,867369	3072711	0,83383
июн.19	2785765	0,867645	3173192	0,831512

1	2	3	4	5
июл.19	3086120	0,862673	3537851	0,825501
авг.19	3014555	0,86745	3486321	0,832894
сен.19	2934929	0,859965	3361510	0,823805
окт.19	3075836	0	3577610	0,830053

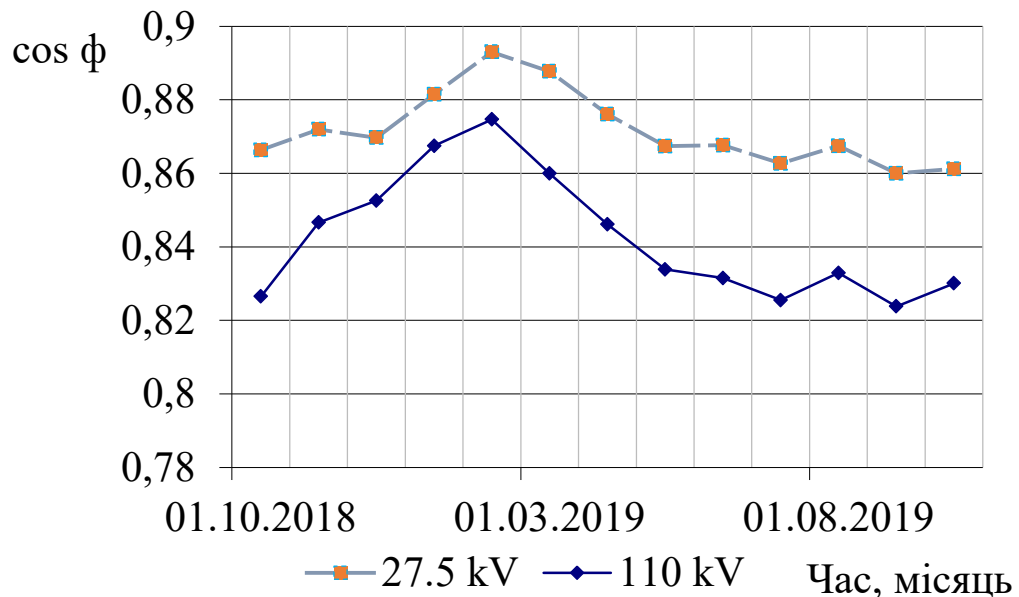


Рисунок 1.6 – Аналіз помісячної зміни коефіцієнта потужності на шинах 27,5 і 110 кВ протягом року

1.4. Висновки за розділом

З виконаного аналізу виходить, що необхідно удосконалити систему обліку електричної енергії на тяговій підстанції змінного струму з метою зменшення небалансу електричної енергії і правильного (більш точного) її урахування.

Цього можна досягти за рахунок впровадження лічильників активної і реактивної електроенергії з більш високим класом точності і включених до системи АСКУЕ.

Оскільки тягове навантаження є потужним випромінювачем «брудної» електроенергії, то необхідно дослідити спектральний склад струму та напруги в низьковольтній мережі, встановити її вплив на здоров'я людини.

Оцінити якість використання GS-метрів та фільтрів на прикладі низьковольтної мережі 220 В 50 Гц в лабораторних умовах.

Висвітлити питання охорони праці при виконанні електротехнічних дослідів в лабораторних умовах.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ. 2.

Удосконалення системи обліку електроенергії навантажень тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц

З виконаного у першому розділі аналізу ситуації з вимірами електричної енергії на тяговій підстанції змінного струму виходить, що необхідно удосконалити систему обліку електричної енергії на тяговій підстанції змінного струму з метою зменшення небалансу електричної енергії і правильного (більш точного) її урахування. За даними табл.1.2 Максимальний небаланс у розрахунках поставленої та споживаної електроенергії досягав майже 2 % у 2018 році.

Цього можна досягти за рахунок впровадження лічильників активної і реактивної електроенергії з більш високим класом точності, наприклад 0,5С замість 1.0С і включених до системи АСКУЕ. Лічильники з більш низьким класом точності дають більш значні похибки при обліку електричної енергії в ненавантаженні (непікові) часи роботи підстанції, особливо при обліку електроенергії не тягових споживачів.

Запропоновано використовувати французькі лічильники типу SL7000 ITRON із класом точності 0,5 замість лічильників ALFA із класом точності 1,0, у яких термін придатності було вже вичерпано.

Використання системи АСКУЕ дозволяє зменшити небаланс у обліку електричної енергії за рахунок того, що зняття показань відбувається в один і той самий час зі всіх лічильників тягової підстанції одночасно. Це дозволяє вилучити «людський» фактор при вимірюванні активної і реактивної енергії: затримки в часі при виконанні операцій, оскільки неможливо 1 людині виміряти одночасно показання зі всіх 40 лічильників тягової підстанції. Ця операція може тривати від 40 хвилин до одного часу. Також спостерігаємо несвоєчасний облік показань лічильник активної і реактивної енергії, наприклад через ряд обставин черговий підстанції може знімати показання не в один і той самий час в призначені дні.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Заходи по виявленню недопустимих похибок вимірювання і їх усунення

Перевіряються схеми включення вимірювальних комплексів електроенергії на приєднаннях (трансформатору струму ТС, трансформатору напруги ТН, лічильників ЛЧ і схеми з'єднання).

Перевіряються завантаження ТС, ТН і порівнюється із допустимим при класі точності 0,5. У випадку роботи вимірювальних трансформаторів не в класі точності проводиться їх розвантаження: переключення на окремі обмотки кіл обліку, заміна з'єднувальних проводів на проводи з більшою площиною перетину, виключення із схем вимірювання приладів релейного захисту і автоматики, встановлення ТС, ТН (згідно з місцевими обставинами).

Проводиться перевірка роботи лічильників на місці встановлення або демонтаж лічильників і їх повірка персоналом. У випадку неточності – лічильники замінюють.

При необхідності проводиться метрологічна перевірка ТС і ТН.

При можливості проводиться заміна лічильників з низьким класом точності на лічильники з вищим класом точності або на лічильники із більшою чутливістю до малих струмів вимірювання, в такому випадку проводиться перерахунок припустимого балансу.

При виявленні на приєднанні слабо завантажених ТС (менше 5% за середньомісячним обсягом реалізації) провести заміну таких трансформаторів на трансформатори із меншим номінальним струмом, якщо це допускається по динамічній і термічній стійкості до струмів короткого замикання, або встановити окремі ТС для обліку електроенергії.

Обслідуються умови роботи лічильників згідно з паспортними умовами експлуатації, при невідповідності – змінюють місце встановлення лічильників або влаштовують підігрів.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи виконуються силами ЕЧЕ, ЕЧР, ДЕЛ, УкрСЦМ. Відповідальність за стан обліку несе начальник підрозділу, на балансі якого знаходяться вимірювальні комплекси.

Визначення припустимого небалансу.

Вихідні дані для виконання розрахунку небалансу електричної енергії дано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок небалансу електричної енергії за результатами споживаної електричної енергії при заданих класах точності вимірювальних комплексів

Приєднання	Сполучення класів точності			$W_{п(0)}$, кВт·год	$\delta, \%$	d
	ТС	ТН	ЛЧ			
Введення 1	0,5	0,5	0,5	1406178	0,866	0,521
Введення 2	0,5	0,5	0,5	1450200	0,866	0,479
ТА1	0,5	0,5	0,5	828349	0,866	0,307
ТА2	0,5	0,5	0,5	371329	0,866	0,138
ВЛ СЦБ №1	0,5	0,5	2,0	85691	2,12	0,032
ВЛ ПЕ №2	0,5	0,5	2,0	114255	2,12	0,042
ТВП	0,5	0,5	2,0	14281	2,12	0,0053
Районний фідер №1	0,5	0,5	2,0	114255	2,12	0,042
Транзит	0,5	0,5	2,0	1171115	2,12	0,434

Похибка вимірювальних комплексів із сполученням ТС, ТН, ЛЧ SL7000 ITRON (0.5; 0.5; 0.5)

$$\delta = \sqrt{\delta_{ТС}^2 + \delta_{ТН}^2 + \delta_{ЛЧ}^2}, \quad (2.1)$$

де $\delta_{ТС}$, $\delta_{ТН}$, $\delta_{ЛЧ}$ - похибка вимірювальних комплексів ТС, ТН, ЛС відповідно.

$$\delta = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 0,5^2} = 0,866$$

Похибка вимірювальних комплексів із сполученням ТС, ТН, ЛЧ ALFA (0.5; 0.5; 1)

$$\delta = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 1^2} = 1,22$$

Похибка вимірювальних комплексів із сполученням ТС, ТН, ЛЧ (0.5; 0.5; 2)

$$\delta = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 2^2} = 2.12$$

Частки електроенергії, які проходять через i -тий вимірювальний комплекс (наприклад районний фідер №1)

$$d_{\phi N \# 1} = \frac{W_{\phi N \# 1}}{W_o}, \quad (2.2)$$

де W_o – сумарний відпуск електроенергії від шин тягової напруги, кВт· год; $W_{\phi N \# 1}$ – частка електроенергії, яка проходить через фідер №1, кВт· год.

$$d_{\phi N \# 1} = \frac{114255}{2699265} = 0,042$$

Припустимий небаланс на шинах тягової підстанції визначається за формулою

$$НБ_{\pi} = \sqrt{\sum_{i=1}^N d_{\phi i}^2 \delta_i^2}, \quad (2.3)$$

де $d_{\phi i}$ – частка електроенергії, яка проходить через i -тий вимірювальний комплекс, δ_i – похибка вимірювальних комплексів на i -тому введенні.

За даними табл.2.1 було розраховано

$$\begin{aligned} НБ_{\pi} = & (0,866^2 \cdot 0,521^2 + 0,866^2 \cdot 0,479^2 + 0,866^2 \cdot 0,521^2 + 0,866^2 \cdot 0,307^2 \\ & + 0,866^2 \cdot 0,138^2 + 2,12^2 \cdot 0,032^2 + 2,12^2 \cdot 0,042^2 + 2,12^2 \\ & \cdot 0,0053^2 + 2,12^2 \cdot 0,042^2 + 2,12^2 \cdot 0,434^2)^{0,5} = 1,15 \% \end{aligned}$$

Визначення фактичного небалансу на шинах тягової підстанції.

Надходження електроенергії відбувається по вводах 1 і 2, відпуск по решті фідерів.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_n = 1406178 + 14500200 = 2858378 \text{ кВт·год}$$

Сумарний відпуск електроенергії

$$W_o = 828349 + 371329 + 85691 + 114255 + 14281 + 114255 + 1171115 = 2699275 \text{ кВт·год}$$

Втрати електроенергії в ТВП, розраховуються окремо (при встановленні обліку з низької сторони ТВП), згідно з методикою по визначенню втрат електроенергії в трансформаторах і лініях електропередачі. У випадку встановлення обліку з високої сторони ТВП, втрати в ньому враховані лічильником.

$$\text{Втрати в ТВП: } W_b = 2142 \text{ кВт·год}$$

Фактичний небаланс:

$$НБ_{\phi} = (W_n - W_o - W_b) \cdot 100\% / W_n, \quad (2.5)$$

$$НБ_{\phi} = (2858378 - 2699275 - 2142) \frac{100\%}{2858378} = 5,49\%$$

Отже, фактичний небаланс $НБ_{\phi} = 5,49\%$ чи 156961 кВт·год, яке менше допустимого $НБ_n = 1,15\%$ – на підстанції є невраховане споживання або неприпустимі фактичні похибки вимірювальних комплексів електроенергії. Необхідно приймати міри по їх пошуку і усуненню.

2.2. Розрахунок небалансу електроенергії для заданої підстанції після заміни лічильників

Дані обліку електричної енергії і розрахунку небалансу допустимого і фактичного при заданих класах точності вимірювальних приладів для заданої типової тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц за описаною вище методикою дано в табл.2.2, 2.3.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Результати обліку електричної енергії на вводах заданої тягової підстанції змінного струму

Назва приєднання	Функція обліку	Тип та номер лічильника	Клас точності			Прийом електроенергії кВт*год.	Відпуск електроенергії кВт*год.
			ТС	ТН	Ліч.		
Увід 110 кВ №1	Прийом А	SL 7000	0,5	0,5	0,5	2009568	
	Видача А	ITRON	0,5	0,5	0,5		5412
Увід 110 кВ №2	Прийом А	SL 7000	0,5	0,5	0,5	3465000	
	Видача А		0,5	0,5	0,5		25740
Увід 27.5 кВ №1	Видача А	SL 7000	0.5.	0,5	0,5		1284888
	Прийом А	ITRON	0.5.	0,5	0,5	3003	
Увід 27.5 кВ №2	Видача А	SL 7000	0.5.	0,5	0,5		3163765
	Прийом А	ITRON	0.5.	0,5	0,5	8525	
Увід 10 кВ №1	Видача А	SL7000	0,5	0,5	0,5		685600
		ITRON					
Увід 10 кВ №2	Видача А	EA05RAL-P2C-4	0,5	0,5	0,5		228600
ДПР - 1	Видача А	EA05RAL-P2C-4	0,5	0,5	0,5		154275
ДПР - 2	Видача А	EA05RAL-P2C-4	0,5	0,5	0,5		0
ВЛ СЦБ №1-10 кВ	Активна	SL7000	0.5.	0,5	0,5		33124
ВЛ СЦБ №2 10 кВ	Активна	Энергия-9	0.5.	0,5	0,5		43994
ВЛ №3-10 кВ: "	Активна	SL7000	0.5.	0,5	0,5		143712
ДПР-27.5 кВ:	Активна	SL 7000	0.5.	0,5	0,5		31789
Л № 1-0.4 кВ	Активна	НІК 23031Т	0.5.	0,5	1		1
Л № 2-0.4 кВ	Активна	СА3У-5009	0.5.	0,5	2		24
Л № 3 -0.4 кВ	Активна	СА4У-196	0.5.	0,5	2		5992
Освітлення підстанції	Активна	CO197	0.5.	0,5	2		1317
Обігрів підстанції	Активна	СА4-5001	0.5.	0,5	2		9564
Всього :						5486096	5379471

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку небалансу

Назва приєднання	Тип та номер лічильника	δ	d	$\delta^2 d^2$
Увід 110 кВ №1	SL 7000 ITRON	0,866 0,866	0,36630	0,100627
Увід 110 кВ №2	SL 7000 ITRON	0,866 0,866	0,63160	0,299168
Увід 27.5 кВ №1	SL 7000 ITRON	1,225	0,23885	0,085610
Увід 27.5 кВ №2	SL 7000 ITRON	1,225	0,58812	0,519041
Увід 10 кВ №1	SL7000 ITRON	0,866	0,12745	0,012181
Увід 10 кВ №2	EA05RAL-P2C-4	0,866	0,04249	0,001354
ДПР - 1	EA05RAL-P2C-4	0,866	0,02868	0,000617
ДПР - 2	EA05RAL-P2C-4	0,866	0	0,000000
ВЛ СЦБ №1-10 кВ	SL7000	2,121	0,00616	0,000171
ВЛ СЦБ №2 10 кВ	Энергия-9	2,121	0,00818	0,000301
ВЛ №3-10 кВ: "	SL7000	2,121	0,02671	0,003211
ВЛ №4-10 кВ:	Энергия-9	2,121	0,11773	0,062349
ВЛ №5 -10 кВ:	Энергия-9	0,866	0,00385	0,000011
ДПР-27.5 кВ:	SL 7000	1,225	0,00591	0,000052
Л № 1-0.4 кВ	НІК 23031Т	1,225	1,5E-07	0,000000
Л № 2-0.4 кВ	САЗУ-5009	2,121	4,5E-06	0,000000
Л № 3 -0.4 кВ	СА4У-196	2,121	0,00111	0,000006
Освітлення підстанції	CO197	2,598	0,00024	0,000000
Обігрів підстанції	СА4-5001	2,121	0,00178	0,000014
ВЛ № 6 10 кВ	SL 7000	0,866	0,00461	1,59724E-05
Всього :				1,084

Отже, допустимий розрахунковий небаланс – 1,0415 %, що менше у 2 рази при використанні лічильників з більш високим класом точності.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3.

«БРУДНА» ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ. ПРОБЛЕМИ І ЇХ ВИРІШЕННЯ

У сучасному світі існує багато проблем у різних сферах життя. Не можна заперечувати, що багато «проблем» тісніше переплетені одна з одною, ніж ми можемо собі уявити. Щодня стикаючись з електрикою, ви замислюєтесь, як вона впливає на ваше самопочуття? Існує теорія, що втручання в мережу негативно позначається на здоров'ї. Так би мовити, «брудна» електрика буквально впливає на організм людини. Електромережа сповнена перешкод, вона може загострити захворювання, але, як стверджують Магда Хавас і Ральф Фредерік у своїх роботах [1-4], ці перешкоди можна легко і просто усунути за допомогою спеціальних фільтрів у домашніх умовах. Ці перешкоди в мережі зустрічаються не тільки в домашніх умовах, але й в офісних будівлях, на підприємствах і навіть у потягах. Враховуючи, що перешкоди також негативно впливають на якість приладів, їх довговічність і показання лічильників, ці прилади доцільно використовувати повсюдно. Але щоб оцінити реальну продуктивність фільтрів і їх вплив на мережу, нам доведеться провести серію досліджень, які були предметом цього дослідження.

3.1. Вплив характеру навантаження на якість електроенергії в низьковольтній мережі. Аналіз спектрального складу за допомогою GS-метра

GS-метри вимірюють рівень «брудну» в GS-одинацях. Підключення цього пристрою до мережі дає число, яке оцінює рівень перешкод. Якщо рівень високий, то відповідно значення зростають, до допустимої межі (2000 одиниць GS) [5-6]. При цьому цей виробник також пропонує використовувати GS-фільтр, також підключається до мережі, і значно знижує продуктивність пристроїв. Як це насправді впливає на мережу? І чи дійсно це допоможе розвантажити вашу мережу? Дані досліджень показують, що

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідь – ні. Тому що це матиме більш негативний вплив на мережу, ніж відсутність фільтра взагалі.

Щоб перевірити це, було проведено серію досліджень з використанням різних типів навантажень: резисторів, водяного насоса та двох типів ламп: світлодіодних і люмінесцентних. Дослідження також проводилися з різними джерелами живлення: генератором, а також локальною мережею Університету Твенте, Нідерланди. Використовувалося різне обладнання, вольт- та амперметри та прилад для контролю напруженості магнітного поля.

Для прикладу високочастотні гармонічні складові в електричній мережі. Вони можуть мати негативний вплив як на роботу різного обладнання, так і на здоров'я людини. Електрика в мережі не є ідеально синусоїдальною та симетричною. Впровадження нової мікропроцесорної техніки, а особливо використання сучасних пристроїв силової електроніки, призводить до появи гармонійних та імпульсних перешкод у наших мережах, а це в свою чергу може викликати проблеми зі здоров'ям людей. Увімкнення насоса басейну, здавалося, не вплинуло на криву струму навантаження. Проте дослідження показали, що зміна швидкості обертання ротора двигуна викликає електромагнітні перешкоди (рис. 3.1, 3.2). А зі збільшенням навантаження збільшується їх амплітуда і частотний спектр.

І якщо в лабораторіях і на заводах ми можемо захистити обладнання і персонал за допомогою фільтрів, то як бути звичайними жителями міст і сіл? Вони навіть не підозрюють про таку проблему, як вплив електромагнітних перешкод на їх здоров'я!

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

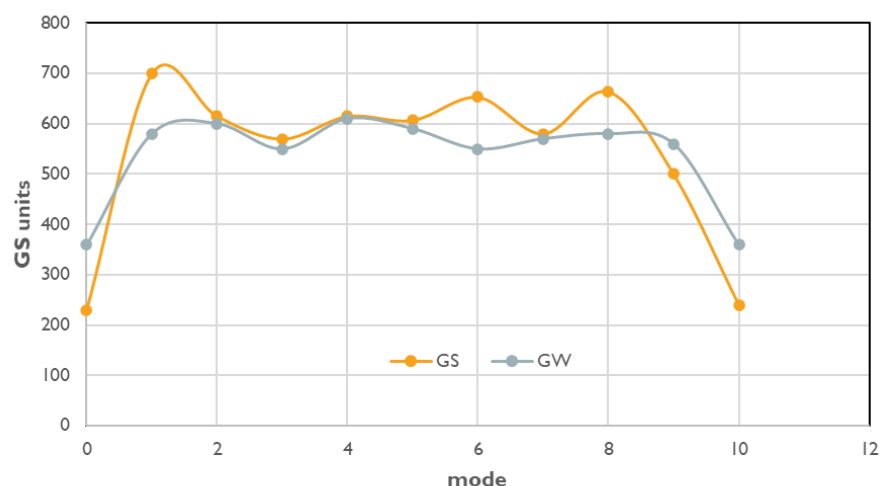


Рисунок.3.1 – Залежність показань GS-лічильників від режимів роботи водяного насоса

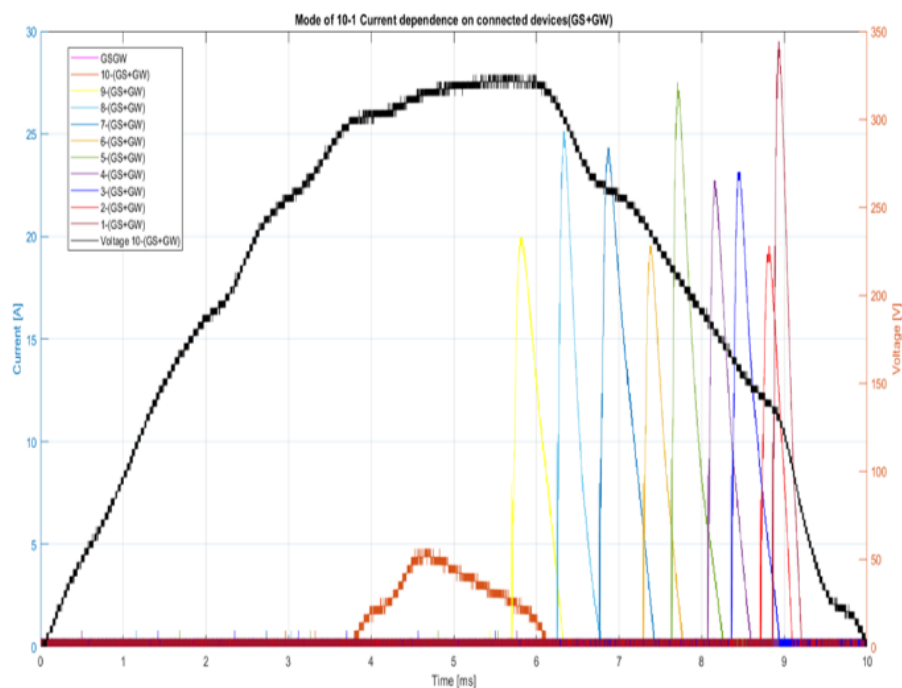


Рисунок.3.2 – Осцилограми напруги і струму в 10 режимах роботи водяного насоса

Рішення, представлені на ринку, за словами виробників, дозволяють виміряти рівень цього впливу і значно знизити його. У цьому дослідженні ми досліджували особливості двох приладів для вимірювання «брудної» електроенергії та фільтрів для її «очищення». В результаті було показано, що показання приладів не дають однозначного уявлення про якість напруги, а

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

використання фільтрів істотно збільшує напруженість магнітного поля, що випромінюється проводами.

Враховуючи те, що одним із завдань даного дослідження є знаходження залежності показників лічильника GS від реального рівня перешкод у системі, необхідно використовувати навантаження, рівень перешкод якого можна контролювати та характеризувати чисельно.

GS-метри вимірюють рівень «бруд» в GS-одинацях. Підключення цього пристрою до мережі дає число, яке оцінює рівень перешкод. Якщо рівень високий, то відповідно значення зростають, до допустимої межі (2000 одиниць GS. При цьому цей виробник також пропонує використовувати GS-фільтр, також підключається до мережі, і значно знижує продуктивність пристроїв. Як це насправді впливає на мережу? І чи дійсно це допоможе розвантажити вашу мережу? Дані досліджень показують, що відповідь – ні. Тому що це матиме більш негативний вплив на мережу, ніж відсутність фільтра взагалі.

В якості першого такого навантаження був обраний Water Pump. Має 10 режимів роботи. У цьому експерименті ми не могли використовувати джерело живлення, оскільки піковий струм насоса дуже високий. Тому в якості магістральної була використана мережа університету. Криві вхідної напруги та струму в 10 режимах показані на рис. 3.1. Основна відмінність між рівнями 1-9 полягає у фазовому куті запалювання струму по відношенню до напруги, який зменшується для вищих рівнів.

У кожному з режимів знімалися показання лічильників GS і GW. Ці дані показані на рис. 3.1, 3.2. Незважаючи на те, що режими характеризуються значними піковими струмами, можна побачити, що блоки GS не мають сильної залежності від режимів. Вони змінюються в діапазоні від 500 до 700 в 1-9 режимах. Але в 10 режимі вони наближаються до оригінальних.

Отже, у сучасному світі існує багато проблем у багатьох різних сферах життя. Не можна заперечувати, що багато «проблем» тісніше переплетені одна з одною, ніж ми можемо собі уявити. Щодня стикаючись з електрикою,

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ви замислюєтесь, як вона впливає на ваше самопочуття? Існує теорія, що втручання в мережу негативно позначається на здоров'ї. Так би мовити, «брудна» електрика буквально впливає на організм людини.

Дослідження також проводилися з різними джерелами живлення: генератором, а також локальною мережею Університету Твенте. Використовувалося різне обладнання, вольт- та амперметри та прилад для контролю напруженості магнітного поля.

3.2. Дослідження спектрального складу струму в низковольтній мережі за допомогою GS-метра

У цьому розділі представлені результати початкового дослідження лічильників GS на ринку: лічильника Graham Stetzer, лічильника EMI (Dirty Electricity) Meter Greenwave (GW-лічильника).

За словами виробників, GS-лічильник може вимірювати рівень «брудної електроенергії» в умовних одиницях (GS-одиницях). Хоча покази ГВт-метра наведені в мВ, ми також будемо розглядати їх як умовні одиниці. На виході цих пристроїв можна отримати умовну величину фактичного рівня спотвореної напруги та оцінити його вплив на систему в цілому. Незважаючи на те, що вони призначені для використання в низьковольтних побутових мережах, пристрої на їх основі можуть використовуватися і на залізничному транспорті. Однак виробники не надають фізичного змісту або розшифровки виміряних значень. Тому через ці пристрої неможливо безпосередньо пов'язати рівень сигналу напруги спотворення та виміряні одиниці GS.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

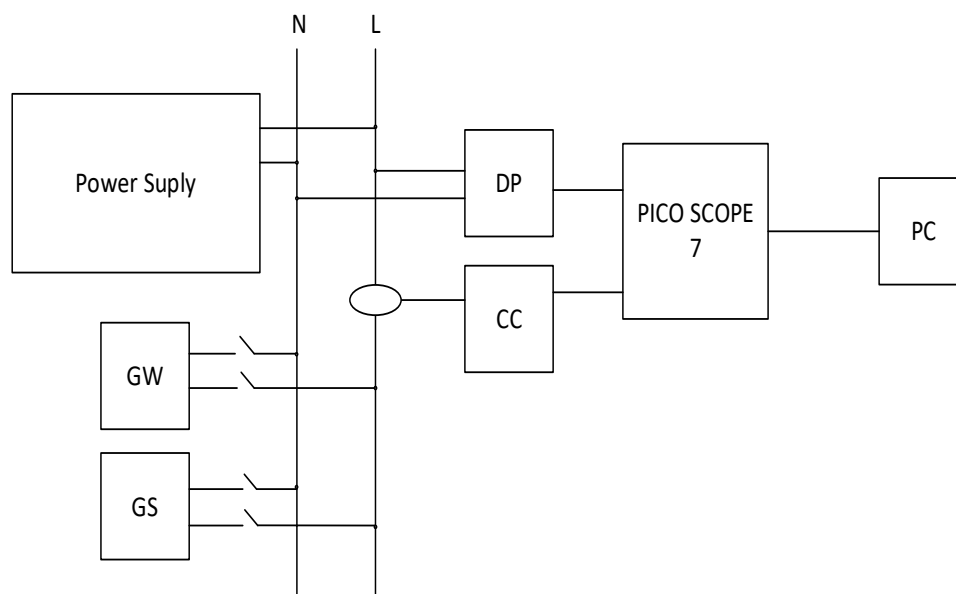


Рисунок.3.3 – Схема для характеристики GS-лічильників

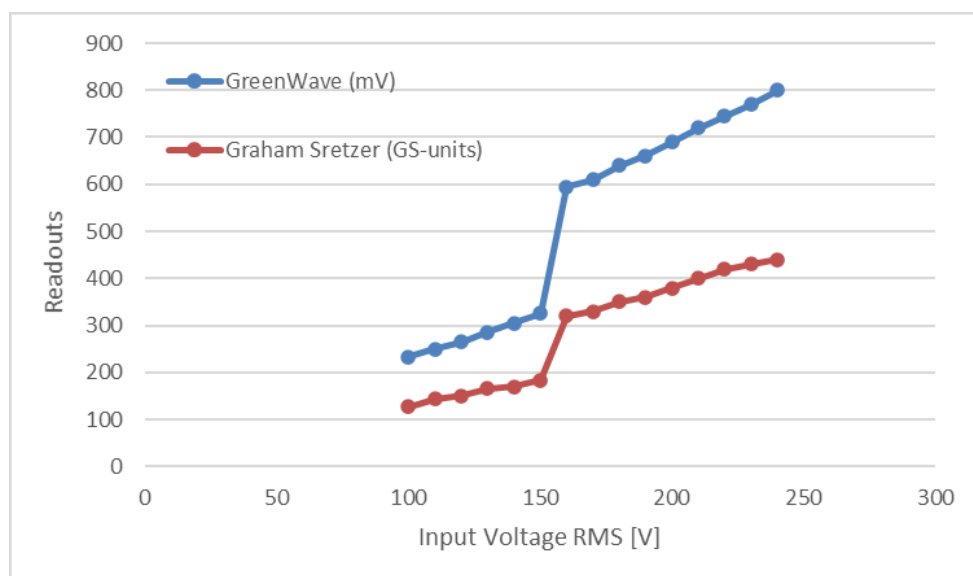


Рисунок.3.4 – Залежність показань GS-лічильників від вхідної напруги

Спочатку була досліджена залежність вимірних одиниць GS від рівня вхідної напруги. GS-метри були підключені до джерела живлення, як показано на рис. 3.3. Вхідна напруга (50 Гц) була змінена від 110 В RMS до 230 В з кроком 10 В. Залежність вимірних значень була практично лінійною з помітним стрибком між 150 В і 160 В. У цей момент блок живлення змінює режим роботи, і, мабуть, з цим пов'язані стрибки в показаннях приладів. При зміні вхідної напруги від 110 В до 230 В показання змінювалися від 144

одиниць GS до 430 одиниць GS для GS-лічильника та від 250 мВ до 770 мВ для лічильників ГВт, як показано на рис.3.4 і перераховано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показання GS-лічильників

Вихідна напруга	GS	GW
110 VRMS, 50 Hz	144 GS-units	250 mV
230 VRMS, 50 Hz	430 GS-units	770 mV

Крім того, з метою повної характеристики пристроїв і визначення їх впливу на систему були виміряні струми споживання пристроїв. Після того, як було виконано їх спектральний аналіз.

Криві струмів, які споживають прилади, представлені на рис.3.5. Амплітуда струму GS-метра становить 20 мА, GW-метр має сильно спотворену форму струму з піками до 70 мА. З аналізу спектру цих струмів (рис. 3.6) можна побачити, що GW-метр генерує більше випромінювання до 2 кГц з амплітудою майже -60 дБ.

Було виявлено, що вони не впливають один на одного, коли працюють одночасно, тому ми можемо вимірювати за допомогою двох підключених пристроїв одночасно.

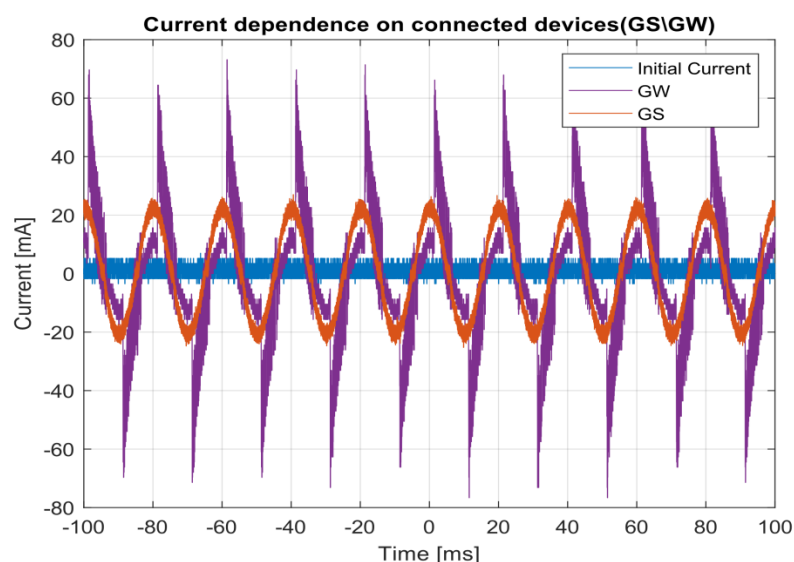


Рисунок.3.5 – Струми споживання GS-лічильників

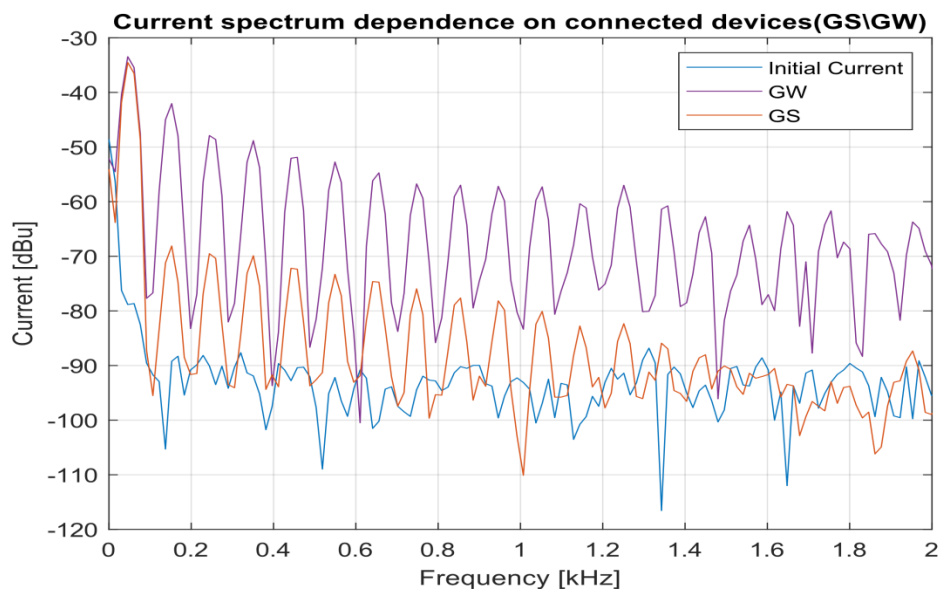


Рисунок 3.6 – Спектр струмів GS-метрів

3.3. Висновки за розділом

Під час дослідження були проведені експерименти, які дали зрозуміти поведінку зміни показань лічильників GS при різних амплітудах і частотах забрудненого сигналу. Результати показали, що одиниці GS збільшуються як зі збільшенням частоти, так і зі збільшенням напруги, але частота впливає більше.

Також на підставі проведених експериментів було показано, що використання запропонованих фільтрів призводить до значного збільшення струмоподачі і відповідно до збільшення напруженості магнітного поля навколо проводів, негативний вплив якого вже було виявлено. виявлені та науково доведені [10]. Подальші дослідження повинні стосуватися знаходження рівнянь, що описують зміни величини одиниць GS залежно від амплітуди та частоти гармонічних складових, у тому числі кількох. А також виявити ступінь впливу цих показників на роботу різного електрообладнання, зокрема приладів обліку електричної енергії.

Розділ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Шкідливі та небезпечні фактори

Охороною праці прийнято називати такий стан умов праці, при якому відсутня можливість впливу на працюючих небезпечних факторів. В електроустановках небезпечним фактором є електричний.

Система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають впливу небезпечних виробничих факторів, називається технікою безпеки. Охорона праці в електричних установках спрямована насамперед на запобігання випадків поразки електричним струмом. Встановлено, що найбільша кількість нещасливих випадків ураження електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 в (380/220/127 в). Це можна пояснити доступністю електроустаткування напругою до 1000 в для широкого кола працюючих незалежно від їхньої електротехнічної підготовки. Імовірність попадання під напругу збільшується тим, що небезпека електричного струму не відчувається органами почуттів людини.

Шкідливий фактор робочого середовища - фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працівника може викликати професійне захворювання або інше порушення стану здоров'я [19].

Небезпечний фактор робочого середовища - фактор середовища і трудового процесу, який може бути причиною гострого захворювання або раптового різкого погіршення здоров'я [19].

Під час роботи на робітників дистанції сцб можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори: рухомий склад та інші транспортні засоби; підвищений рівень шуму; підвищений рівень вібрації; підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини; гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхні устаткування; розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги); підвищена запиленість і загазованість повітря

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочої зони; підвищена вологість і рухливість повітря; недостатня освітленість робочої зони; підвищена або знижена температура поверхонь обладнання; знижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень електромагнітних випромінювань особливо високих (овч) і надвисоких (нвч) частот; підвищена напруженість електричного поля; підвищена напруженість магнітного поля; рухома частина стрілочного переводу, фізичні перевантаження; тяжкість трудового процесу; на працівників можуть впливати небезпечні фактори вибуху і пожежі; ураження блискавкою; укуси комах.

Основними небезпечними виробничими факторами при виконанні робіт при обслуговуванні пристроїв сцб є: ураження електричним струмом ; наїзд рухомого складу ; падіння з висоти ; поранення чужорідними предметами.

4.2. Поразка людини електричним струмом. Дія струму на організм людини

Поразка електричним струмом є однією з основних причин нещасних випадків зі смертельним результатом.

Електричні травми - це чітко виражені місцеві ушкодження тканин організму викликані впливом електричного струму чи електричної дуги. Розрізняють наступні електричні травми: електричні опіки, електричні знаки, металізацію шкіри і механічні ушкодження.

Електричний удар - це порушення живих тканин організму проходячи через нього електричним струмом, що супроводжується мимовільними судорожними скороченнями м'язів, у тому числі м'язів серця і легень. У результаті можуть виникнути різні порушення життєдіяльності організму, включаючи порушення і навіть повне припинення діяльності органів подиху і кровообігу.

У залежності від результату впливу струму електричні удари можуть бути умовно розділені на наступні чотири ступені:

I - судорожне скорочення м'язів без утрати свідомості;

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ii - судорожне скорочення м'язів із утратою свідомості, але зі збереженим подихом і роботою серця;

Iii - утрата свідомості і порушення серцевої діяльності чи подиху (або того й іншого разом);

Iv - клінічна смерть, тобто відсутність подиху і кровообігу.

Клінічна смерть - це перехідний період від життя до смерті, що настає з моменту припинення діяльності серця і легень.

Електричні опіки найбільше розповсюджений вид електротравми. Вони викликані найчастіше впливом електричної дуги. Ці електротравми обумовлені великою енергією і високою температурою електричної дуги (понад 3500°С) і носять, як правило, важкий характер: опіки iii і iv ступеня (омертвіння всієї товщі шкіри й обвуглювання тканин).

Основні причини нещасних випадків в електроустановках наступні: випадковий дотик, чи наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою; замикання струму на землю чи на корпус електроустаткування і поява напруги на металевих частинах, що нормально не знаходяться під напругою; помилкові дії персоналу, у тому числі з комутаційною апаратурою, у результаті чого може з'явитися напруга на відключених частинах, там, де працюють люди [19].

За статистичними даними число нещасних випадків, у тому числі зі смертельним результатом, при напругах 127, 220, 380 в складає близько 80% від загального числа випадків при ураженні електричним струмом[19, 20].

При необхідності роботи на устаткуванні, що може виявитися під напругою варто застосовувати необхідні засоби захисту.

4.3. Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт

Метою технічних заходів згідно п. 5.1.11-1.48-00 є підготовка безпечного робочого місця для монтажних і ремонтних робіт з частковим чи повним зняттям напруги їх виконують у наступному порядку [дпаоп 5.1.11-1.48-00 державний наказ про правила безпеки для працівників залізничного

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспорту на електрифікованих лініях. Затв. Міністерство праці та соціальної політики України № 120 від 31.05]:

— вимикати необхідні струмоведучі частини і вживають заходів, що виключають помилкову подачу напруги до місця роботи;

— на відключених комутаційних апаратах вивішують забороняючи плакати: «не вмикати - працюють люди», при необхідності встановлюють огороження не відключених струмоведучих частин;

— до пристрою, що заземлює, приєднують затиск переносного заземлення; перевіряють, чи немає напруги на відключеній для роботи частині установки;

— якщо його немає, то негайно накладають на знеструмлені струмоведучі частини переносне заземлення;

— робоче місце обгороджують переносними огороженнями і вивішують застережливі і нагадуючі плакати: «стій-висока напруга!», «працювати тут». Ці заходи здійснює оперативний персонал удвох: один з кваліфікаційною групою не нижче iv, другий не нижче iii. Друга людина (робітник) може бути і з числа неоперативного персоналу чи персоналу споживачів, при цьому він повинен бути спеціально проінструктованим й ознайомленим з електричною схемою [19, 20].

4.4. Організаційні заходи

Роботи в електроустановках проводять за нарядом, усному чи телефонному розпорядженню. Нарядом на роботу в електроустановках називається письмове розпорядження, що визначає місце, час початку і закінчення роботи, умови її безпечного виконання, склад бригади і осіб, відповідальних за безпеку працюючих [19, 20].

Організаційні заходи при підготовці робочого місця й у період роботи наступні: оформлення роботи нарядом чи розпорядженням; допуск до роботи; нагляд під час роботи; дотримання визначеного порядку й оформлення записом у журналі перерв у роботі, переходів на інше робоче

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місце, закінчення роботи. Відповідальними за безпеку є: особа, що видала наряд чи розпорядження; допускаючи до роботи; відповідальний керівник робіт; виробник роботи; що спостерігає; члени бригади.

Особа, що видала наряд чи усне розпорядження, перед тим, як видати наряд чи розпорядження, визначає обсяг роботи і можливість її безпечного виконання, призначає відповідального керівника і виробника роботи. Право видачі наряду надано особам, уповноваженим розпорядженням по підприємству і тим, що мають v кваліфікаційну групу, а в установках напругою до 1000 в – не нижче iv.

Дозволяючий несе відповідальність за достатність мір безпеки, правильне їхнє виконання на місці роботи, правильний допуск і оформлення переходів і закінчення роботи. Дозволяючий є відповідальною особою з числа оперативного персоналу. Він повинний мати кваліфікаційну групу не нижче iv (в установках напругою до 1000 в – не нижче iii).

Відповідальний керівник при роботах по наряду відповідає за відповідність складу бригади і кваліфікаційної групи працюючих виконуваний роботі. Приймаючи робоче місце від дозволяючого, він нарівні з ним відповідальний за правильну підготовку робочого місця і достатність мір безпеки. Відповідальним керівником роботи може бути призначений інженер, технік, майстер, що мають v кваліфікаційну групу. При роботах в електроустановках напругою до 1000 в по розпорядженнях відповідальний керівник не призначається. Склад бригади визначає особа, що віддала розпорядження. Функції відповідального керівника виконує виробник роботи. Виробник роботи, приймаючи робоче місце від допускаючого, несе відповідальність за правильну підготовку робочого місця і виконання мір безпеки, за дотримання правил безпеки їм самим і членами бригади, стежить за справністю інструмента і пристосувань. Він уважно спостерігає за працюючими. Виробником роботи призначаються бригадир, старший монтер, досвідчений монтер, що мають iv, а в установках до 1000 в – ip кваліфікаційні групи. Поіменний список осіб, призначуваних

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідальними керівниками і виконавцями робіт по наряду, затверджується розпорядженням по підприємству. Спостерігаючий призначається для нагляду за бригадами будівельників і особами не електротехнічної спеціальності. Він відповідає за правильну підготовку робочого місця і дотримання працюючими правил безпеки. Стежить за тим, щоб огороження, плакати, заземлення не знімалися і не переставлялися. Спостерігаючому забороняється сполучати нагляд з іншою роботою. Члени бригади відповідають за дотримання ними особисто правил безпеки і вказівок, отриманих при допуску до роботи і під час роботи. Дозволяється в одній особі сполучати обов'язок двох осіб з числа наступних: особи, що видає наряд, відповідального керівника і виробника роботи. В електроустановках напругою до 1000 в допускається сполучати обов'язок допускаючого і виробника роботи (з дозволу особи, що віддало розпорядження).

Наряд на роботу. По наряді виконують роботи з повним чи частковим зняттям напруги, а також роботи без зняття напруги поблизу і на струмоведучих частинах, що знаходяться під напругою. Наряд вручає допускаючий виробник роботи після допуску бригади до робіт. Його заповнюють у двох екземплярах чорнилом чи хімічним олівцем під копірку, чітко і ясно. Виправлення і перекреслення в наряді не дозволяються. Наряд видається на весь період роботи.

Термін його дії не обмежується. При перервах у роботі наряд залишається дійсним, якщо не змінювалися умови роботи, що відносяться до підготовки і стану робочого місця. Зміна і розширення робочого місця можливі тільки в тому випадку, якщо буде виписаний новий наряд. На віддалені об'єкти наряд може бути переданий по телефону старшим черговим.

по закінченні роботи наряд щодня здається черговому. Коли робота закінчена цілком, наряд підписується (закривається) відповідальним керівником роботи і старшим черговим.

Допуск до роботи. Технічні заходи щодо підготовки робочого місця черговий виконує звичайно за 1-2 год. До початку робіт. Безпосередньо перед

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

початком роботи відповідальний керівник, виробник роботи і старший черговий (допускаючий) знову перевіряють, чи виконані всі міри безпеки, і тільки після цього старший черговий приступає до допуску бригади.

Він перевіряє, чи відповідає зміст роботи, склад бригади і кваліфікація її членів (по іменних посвідченнях) запису в наряді; пояснює відкільня знята напруга, де накладені заземлення, які частини поблизу залишилися під напругою; переконується, що усе, викладене їм, бригадою зрозуміло.

Далі допускаючий доводить бригаді, що на відключених частинах напруга відсутня: при напрузі 35 кв і нижче спочатку за допомогою покажчика напруги, а потім дотиком до струмоведучих частин рукою. Якщо заземлення встановлені безпосередньо у місця роботи, то рукою можна не торкатися. Потім допускаючий дає дозвіл робітнику починати роботу і вручає йому наряд. Після допуску виробник роботи не має права відлучитися з робочого місця і залишити бригаду без нагляду. Допуск до роботи проводиться щодня. Закінчення робіт і підготовка устаткування до включення в роботу. Робота вважається цілком закінченою після прибирання робочих місць. Відповідальний керівник оглядає ділянку, видаляє бригаду з місця роботи і здає наряд.

Черговий перевіряє стан робочих місць, після чого закриває наряд і підготовляє устаткування до включення: відключає і знімає переносні заземлення і перевіряє по місцю збереження, чи всі переносні заземлення в наявності для того, щоб на приєднанні, призначеному для включення, не залишити забутих накладених заземлень; за допомогою мегомметра чи від спеціальної іспитової установки перевіряє ізоляцію минулого ремонт приєднання (якщо в цьому є необхідність); знімає плакати «працювати тут» і забирає тимчасові огороження; установлює на місце постійні огороження і плакати, запори і замки; знімає переносні плакати; замикає приміщення електроустановки чи відкритий розподільний пристрій.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5. Обслуговування акумуляторних приміщень

Працювати в акумуляторних приміщеннях дозволяється працівникам, яким виповнилося 18 років і які пройшли навчання та перевірку знань з безпечного поводження з кислотою, лугом і свинцем.

Стаціонарні акумуляторні батареї повинні бути встановлені в спеціально призначеному для них приміщенні з виходом через тамбур.

На дверях приміщення з акумуляторною батареєю повинні бути написи: "акумуляторна", "з вогнем не входити", "палити забороняється".

Двері акумуляторної повинні замикатися замком, який само замикається та вільно відмикається з внутрішньої сторони без ключа. Розміщати кислотні і лужні батареї в одному приміщенні забороняється. Стеля, стіни, віконні рами, двері, металеві конструкції, стелажі та інші частини приміщення, де встановлені кислотні акумуляторні батареї, повинні бути пофарбовані кислотостійкою фарбою. Вентиляційні коробки фарбують як із зовнішнього, так і з внутрішнього боку.

Для вікон акумуляторної необхідно застосовувати матове скло або скло, покрите білою клейовою фарбою. Допускається встановлювати акумуляторну батарею в приміщенні без вікон.

Вентиляція акумуляторної повинна бути припливна витяжною і встановлюватися окремо для кислотних і лужних батарей. Витяжні вентилятори повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Встановлення в акумуляторній електричних плит забороняється. Акумуляторна повинна мати робоче та аварійне освітлення із застосуванням світильників у вибухозахищеному виконанні. Світильники розміщуються над проходами.

Вимикачі, штепсельні розетки і запобіжники повинні бути встановлені поза акумуляторною. Для огляду акумуляторів використовується переносна лампа у вибухозахищеному виконанні на напругу не вище 12 в із захисною сіткою. Вентиляція акумуляторної вмикається за дві години до початку роботи в ній обслуговуючого або ремонтного персоналу і перед початком

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зарядки акумуляторів. Виключення вентиляції здійснюється через півтори години після закінчення заряду.

При експлуатації акумуляторної батареї, що працює за методом постійного під заряду:

- батарея повинна бути переведена в режим розряду за дві години до початку роботи в її приміщенні;
- вентиляція приміщення повинна виконуватись при кожному "закипанні" електроліту в акумуляторах.

Працівники, які обслуговують акумуляторні батареї, повинні бути забезпечені спецодягом та іншими захисними засобами відповідно до діючих норм. Працювати з кислотою, лугом або електролітом дозволяється тільки в гумових рукавицях і калошах, у прогумованому фартуху та бавовняному костюмі з кислотостійким просоченням (для кислотних акумуляторів) і в захисних окулярах.

Поблизу приміщення з кислотними акумуляторами повинні знаходитися умивальник, мило, запакована вата, рушник і закритий посуд з 5...10% нейтралізуючим розчином питної соди.

Під час експлуатації лужних акумуляторів у якості нейтралізуючого розчину застосовується 5...10 % розчин борної кислоти.

На весь посуд з електролітом, дистильованою водою, содовим розчином або розчином борної кислоти повинні бути нанесені чіткі написи (найменування).

У кожному акумуляторному приміщенні повинен бути скляний або фарфоровий кувальд з носиком місткістю 1,5...2 л для приготування та доливання електроліту. При попаданні кислоти або лугу на відкриті частини тіла необхідно негайно промити цю ділянку тіла спочатку водою, а потім нейтралізуючим розчином (соди або борної кислоти).

Бутлі із сірчаною кислотою переносяться вдвох на спеціальних ношах, з отвором посередині, а також латами, в які бутель повинна входити разом із

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корзиною (або ящиком) на дві третини своєї висоти. Забороняється бутель з

Кислотою переносити на руках або на спині. При перенесенні бутлі з кислотою повинні бути щільно закриті пробками.

При готуванні кислотного електроліту сірчану кислоту необхідно вливати у воду тонким струмком і невеличкими порціями, перемішуючи розчин скляною паличкою. Кислоту треба виливати із бутля в дистильовану воду за допомогою спеціальних пристосувань (сифонів, качалок та ін.).

Переливати кислоту вручну не дозволяється. Забороняється лити воду в кислоту. Готування кислотних і лужних електролітів повинно здійснюватися централізовано в спеціальних окремих приміщеннях. Для готування електролітів слід застосовувати ебонітові посудини (банки). Для готування лужного електроліту можна також застосовувати залізні або чавунні посудини. Не рекомендується готувати електроліт в скляних посудинах, тому що при нагріванні розчинів скло може лопнути.

Електроліт або дистильовану воду слід доливати в акумулятори за допомогою сифона з гумовою кулькою або гумовою грушею. При монтажі та обслуговуванні акумуляторних батарей необхідно дотримуватися таких запобіжних заходів:

- усі роботи з пересування і вирівнювання стелажів і встановлених на них акумуляторних банок повинні бути виконані до заливання в акумулятори електроліту;
- перед вмиканням змонтованої батареї на заряд керівник робіт зобов'язаний старанно перевірити правильність і надійність з'єднань між окремими акумуляторами і з'єднань з батарейними шинами.

Пайка пластин в акумуляторному приміщенні дозволяється не раніше ніж через 2 години після закінчення заряду.

Батареї, що працюють за методом постійного під заряду, повинні бути за 2 години до початку робіт переведені в режим розряду. До початку робіт повинна бути заздалегідь увімкнута вентиляція для забезпечення повного

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

видалення всіх газів з приміщення. Під час пайки повинна проводитися безупинна вентиляція. Місце пайки повинно бути відгороджене від решти батареї вогнестійкими щитами.

У проходах між стелажми з акумуляторами забороняється класти, хоча б і тимчасово, будь-які предмети і матеріали.

Забороняється зберігати і приймати їжу в приміщенні акумуляторної.

Під час роботи в акумуляторному приміщенні, коли відбувається заряд або формування батареї, необхідно користуватися респіраторами. Запасні бутлі із сірчаною кислотою повинні зберігатися на складах у спеціальних корзинах із ручками або в дерев'яних, надійно збитих, ґратчастих ящиках. Простір між бутлем і корзиною заповнюється соломною або тонкими стружками. Горло бутля повинно бути щільно закрито пробкою, накрите зверху пергаментним папером і обв'язане.

Зберігати більше добового запасу сірчаної кислоти в акумуляторній (кислотній) забороняється.

Заряджені акумулятори закритого типу до місця встановлення транспортують на транспорті в спеціальних дерев'яних контейнерах, розділених на чарунки решітками. Висота решітки не повинна перевищувати 2/3 висоти акумулятора. У кожен чарунку помішують тільки один акумулятор. Контейнери встановлюють на м'яку (повстяну, із деревної стружки або тирси) підстилку.

Для розвезення акумуляторів необхідно не менше двох осіб. Виймати акумулятор з чарунки контейнера дозволяється тільки після повної зупинки транспортного засобу. Працівники повинні користуватися спецодягом і захисними окулярами. Акумулятор повинен переносити один працівник, передавати його з рук до рук забороняється. Безпечне обслуговування акумуляторів всіх типів, у тому числі імпортованих, здійснюється відповідно до інструкції з їх обслуговування.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6. Охорона праці у надзвичайних ситуаціях. Протипожежна безпека

Причинами пожежі, як правило, є: робота з відкритим вогнем, несправності електричних пристроїв і проводок, паління і недотримання правил пожежної безпеки. Усі цехи і ділянки повинні бути забезпечені протипожежним інвентарем і вогнегасниками. Робітники повинні вміти ними користатися при пожежі.

До роботи з пристроями з допускаються особи, що пройшли інструктаж і перевірку знань з пте електроприладів споживачів та птб при експлуатації електроприладів споживачів, які мають посвідчення .

З метою дотримання правил безпеки в електроустановках та охорони праці при роботі з електроприладами забороняється:

- експлуатувати пристрій без захисних кришок і запобіжних кожухів;
- виконувати ремонтні роботи над силовими ланцюгами без відключення електроживлення приладу;
- користуватися електропаяльником і переносною лампою освітлення на 220 в;
- експлуатувати електромеханічні верстати без індивідуальних засобів захисту.

з метою дотримання протипожежної безпеки забороняється :

- використовувати відкритий вогонь у приміщеннях;
- зберігати більше добової норми горючі мастильні матеріали і легкозаймисті речовини в приміщеннях, не обладнаних спеціальними сейфами;
- застосовувати некалібровані плавкі вставки та жучки;
- експлуатувати устаткування з зіпсованим електроконтуром;
- користуватися електронагрівальними приладами (плитка, чайник і Т. П.);
- залишати без нагляду включені пристрої і прилади;
- курити в приміщеннях.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі робочі приміщення повинні бути чистими та щодня звільнятися від сміття. Проходи і виходи в приміщеннях повинні бути вільними. Цеж відноситься і до засобів пожежегасіння. Засобами пожежегасіння повинні бути оснащені всі службові приміщення. Для гасіння пожеж необхідно застосовувати тільки вуглекислотні чи порошкові вогнегасники.

Усі вогнегасники, захисні рукавиці і килими повинні мати перевірочне клеймо з терміном дозволеного до застосування .

При виникненні пожежі співробітники зобов'язані :

- повідомити пожежну частину;
- приступити до пожежегасіння;
- ужити заходи евакуації людей і матеріальних цінностей.

якщо приміщення закривають на ніч чи опечатують на свята, відповідальний за його пожежну безпеку є начальник зміни. Він повинен відключити всі електричні прилади від мережі, знеструмити приміщення, зробити запис у відповідному журналі й оглянути приміщення на відповідність його пожежній безпеці.

Інші надзвичайні ситуації. Виток хімічних речовин на станції.

Для гасіння застосовують воду, водяна пара і спеціальні хімічні речовини. Вода найбільш дешевий і розповсюджений засіб, однак її не можна застосовувати для гасіння бензину, бензолу, гасу й інших легкозаймистих рідин з малою щільністю.

Для гасіння пожежі в електроустановках, що знаходяться під напругою, застосовують вуглекислоту. Утворити при швидкому випарі снігоподібну масу, вона прохолоджує палаюче речовину і знижує концентрацію кисню. В електроустановках при гасінні пожежі вживають невідкладних заходів по їхньому відключенню. Після ліквідації пожежі установку включають тільки після очищення і перевірки її стану.

У виробничих приміщеннях необхідно дотримувати чистоту і порядок, не допускати захламлення. Відходи матеріалів, ганчірки, стружку, обпилювання треба регулярно забирати в спеціально відведені місця. Обтиральні матеріали

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні зберігатися в металевих шухлядах із кришками. Дрантя, що було у вживанні, має здатність до самозаймання; її необхідно щодня видаляти. У випадку виникнення пожежі або загоряння приймаються негайні заходи для його ліквідації й одночасно повідомляється в найближчу пожежну частину. Цш/0030 правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України. Київ 2004.

Інші надзвичайні ситуації. Виток хімічних речовин на станції.

Про виникненні витоку хімічних речовин усі працівники повідомляються по двобічному парковому зв'язку. При витоку хімічних речовин на станції необхідно одягти протигаз і костюм, що захищає шкір, проїхати в притулок або в зону евакуації. Відповідальним за переміщення працівників є начальник станції. У нього є докладний план евакуації при будь-яких надзвичайних ситуаціях. Із цим планом ознайомлені всі місцеві керівники і їх підлеглі.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Удосконалення системи обліку електричної енергії на заданій тяговій підстанції змінного струму 27.5 кВ 50 Гц з метою зменшення небалансу електричної енергії і більш точного її урахування було реалізовано за рахунок впровадження на ній лічильників активної і реактивної електроенергії з більш високим класом точності і включення їх до системи АСКУЕ. В результаті коефіцієнт небалансу було зменшено майже у 2 рази.

Оскільки тягове навантаження є потужним випромінювачем «брудної» електроенергії, то необхідно дослідити спектральний склад струму та напруги в низьковольтній мережі, встановити її вплив на здоров'я людини. Оцінити якість використання GS-метрів та фільтрів на прикладі низьковольтної мережі 220 В 50 Гц в лабораторних умовах.

Були проведені дослідження, які дали розуміння поведінки зміни показань лічильників GS при різних амплітудах і частотах забрудненого сигналу. Результати показали, що одиниці GS збільшуються як зі збільшенням частоти, так і зі збільшенням напруги, але частота впливає більше. Показано, що застосування запропонованих фільтрів призводить до значного збільшення струмоподачі та відповідно до збільшення напруженості магнітного поля навколо проводів, негативний вплив якого вже виявлено та науково доведено. Подальші дослідження повинні стосуватися знаходження рівнянь, що описують зміни величини одиниць GS залежно від амплітуди та частоти гармонічних складових, у тому числі кількох. А також виявити ступінь впливу цих показників на роботу різного електрообладнання, зокрема приладів обліку електричної енергії.

Розглянуті питання охорони праці при виконанні електротехнічних дослідів в лабораторних умовах.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. M. Havas (2006) Electromagnetic Hypersensitivity: Biological Effects of Dirty Electricity with Emphasis on Diabetes and Multiple Sclerosis, Electromagnetic Biology and Medicine, 25:4, 259-268, DOI: 10.1080/15368370601044192
2. M. Havas, D. Stetzer. "Dirty Electricity and Electrical Hypersensitivity: Five Case Studies." Proc. of the World Health Organization Workshop on Electrical Hypersensitivity, 25-26 October, 2004, Prague, Czech Republic.
3. F. Leferink. "Conducted Interference, Challenges and Interference Cases." IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine. Vol. 4, Iss. 1, 1st Quarter 2015. – 78-85 pp. DOI: 10.1109/MEMC.2015.7098517
4. ten Have, B. (2022). Electromagnetic Interference on Static Energy Meters Due to Residential Emissions (1 ed.). [PhD Thesis - Research UT, graduation UT, University of Twente]. University of Twente.
5. GS meters/Filter. Our Products. Cleaning the planet of electrical pollution one home at a time. URL: <http://www.gsfilters.com/en/home.php>
6. EMI (Dirty Electricity) Meter. URL: <https://greenwavefilters.com/product/emi-meter/>
7. AECTP 500 Category 501 3.16 NCS01 CONDUCTED SUSCEPTIBILITY, POWER LEADS, 30 Hz to 150 kHz 3.16.1 NCS01 Applicability.
8. NPR-CLC/TR 50422 (en) Guide for the application of the European Standard EN 50160.
9. NEN-EN-IEC 61000-4-30 (en) Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods (IEC 61000-4-30:2015,IDT)
10. K. M. Serdiuk, I. S. Struzhko, F. Leferink, T. M. Serdiuk, "Investigation of the conducted emission. "Dirty" Electricity", Proc. Of the 82nd International Scientific and Practical Conference PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF RAIL TRANSPORT. - April 20-21, 2023. – pp.28-29

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Tetiana Serdiuk, Ksenia Serdiuk, Volodymyr Profatylov, Hafte Hayelom, Adhena David Thomas, Steve Grady. "Analysis of electrified systems and electromagnetic interference on railways" 7th IEEE GLOBAL EMC CONFERENCE (GEMCCon) BALI 2023 INSPEC Accession Number: 22884503. DOI:10.1109/GEMCCON57842.2023.10078191 Publisher: IEEE. Conference Location: Nusa Dua, Bali, Indonesia, 19-20 January, 2023
12. Serdiuk Tetiana; Syarfa Zahirah Binti Sapuan; Dwi Mandaris; Serdiuk Kseniia; Anatolii Radkevych; Maksym Serchenko. "Evaluation of Electromagnetic Compatibility of Electric City Transport with the Automatics Systems". 2023 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe. Publisher: IEEE. 04-08 September, Krakow, Poland. 2023 DOI: 10.1109/EMCEurope57790.2023.10274245
13. Tetiana Serdiuk, Serhii Buriak, Svitlana Serdiuk, Oksana Gololobova, Kseniia Serdiuk, Viktor Skalko, Oleh Voznyak. "Features of Electromagnetic Compatibility in Railway Transport". 2023 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe. Publisher: IEEE. 04-08 September, Poland, Krakow, 2023. DOI: 10.1109/EMCEurope57790.2023.10274322
14. Tetiana Serdiuk; Kseniia Serdiuk; Volodymyr Profatylov; Hafte Hayelom Adhena; David Thomas; Steve Greedy. "Analysis of Electrified Systems and Electromagnetic Interference on the Railways". IEEE Letters on Electromagnetic Compatibility Practice and Applications.–Volume: 5, Issue: 3, September 2023. – pp. 67-71. DOI: 10.1109/LEMCPA.2023.3290101. ISSN: 2637-6423.
15. Підстанція комплектна тягова змінного струму 27,5 кВ. URL: <http://dakenergo.com/podstanciya-komplektnaya-tyagovaya-pere/>
16. Електропостачання електрифікованих залізничних доріг - нетягові споживачі електрифікованих доріг URL: <https://leg.co.ua/arhiv/podstancii/elektrosnabzhenie-elektrificirovannyh-zheleznyh-dorog-4.html>
17. Які існують лічильники електричної енергії. URL: https://ecshop.com.ua/articles/6.kakie_bivayut_schetchiki_elektroenergiy

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Сердюк, Т. М. Електроживлення і захист пристроїв електричної централізації / Т. М. Сердюк, З. В. Тодоров, О. С. Грецько // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2015. – Ном. 9. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2015. – С. 29–45.
19. Правила улаштування електроустановок [Текст]: вид. 3-те, перероб. і доп. – Мінпаливенерго України, 2010. – 736 с.
20. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ).
URL: <https://www.diagram.com.ua/list/44.shtml#pte>

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

- 1) Аналіз існуючої системи тягового електропостачання і обліку електричної енергії. Актуальність, мета та об'єкт роботи;
- 2) Облік електричної енергії, на досліджувальній ділянці;
- 3) Удосконалення системи обліку електроенергії навантажень тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц;
- 4) «Брудна» електроенергія. Проблеми і їх вирішення.

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК

					7.141.170040.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.

АКТУАЛЬНІСТЬ, МЕТА ТА ОБ'ЄКТ РОБОТИ

- **Об'єкт розробки** — система обліку електричної енергії тягової підстанції.
- **Мета роботи** — удосконалити існуючу систему обліку електричної енергії тягової підстанції змінного струму за рахунок впровадження вимірювальних комплексів з більш високим класом точності з метою зменшення небалансу у розрахунках електричної енергії.
- **Актуальність** — Останнім часом, з 1991 по 2016 рік, Укрзалізниця проводила електрифікацію змінним струмом 25 кВ 50 Гц на протяжність близько 3000 км. Зараз Укрзалізниця забезпечує 82% вантажних перевезень і 50% пасажирських. Тому електрифікація залізниць дуже широко використовується у світі. Але споживачі змінного струму (лінії електропередач, приводи підприємств) зазвичай є активно-реактивним навантаженням при цьому дуже важливим є точний облік електроенергії з урахуванням витрат активної і реактивної потужності, тому тема магістерської роботи, яка пов'язана із удосконаленням системи обліку електричної енергії і вибором «коректних» лічильників, дослідження впливу «брудної» електрики на облік електроенергії є актуальною і своєчасною задачею, яка потребує дослідження і вирішення.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Система зовнішнього електропостачання

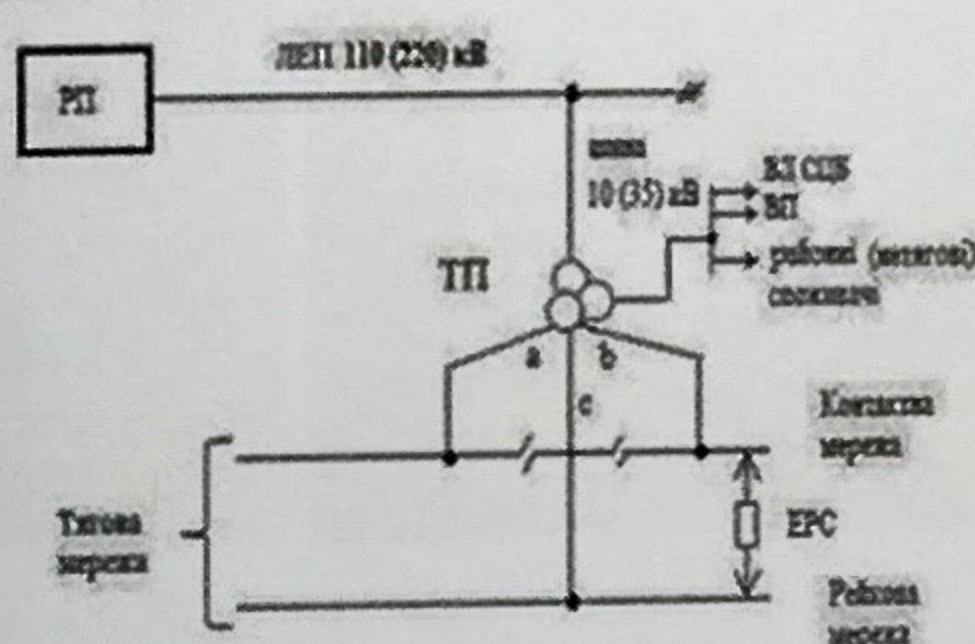


Рис. 1.1. Система зовнішнього електропостачання змінного струму 25 кВ 50 Гц

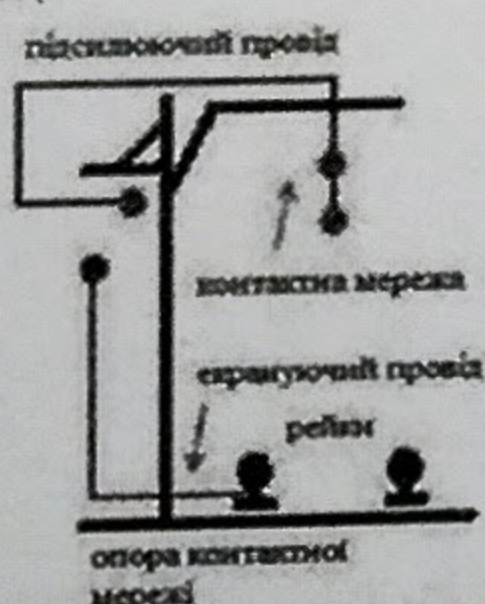


Рис. 1.2. Розташування проводів при системі тягового електропостачання змінного струму 25 кВ з ЕУП

Переваги та недоліки

Переваги системи тягового електропостачання 25 кВ змінного струму у порівнянні з тягою 3 кВ постійного струму:

- система простіше; контактна мережа має менший перетин в мідному еквіваленті 130...150 мм²;
- більше відстань між тяговими підстанціями майже в 2 рази. Довжина фідерної зони складає 45...50 км;
- менше втрати електроенергії і напруги;

Недоліками тяги змінного струму є:

- сильний електромагнітний вплив тягового навантаження на суміжні пристрої, ЛЕП і лінії зв'язку;
- складніше організувати рекуперацію ЕРС; сильний вплив тягового навантаження на систему зовнішнього електропостачання;
- значна несиметрія струмів і напруг, відносно низький коефіцієнт потужності $\lambda = \cos \varphi = P/S$. Він нормується в межах $\lambda = 0,9...1$ [11 - 13].

Переваги системи з ЕУП:

- зниження втрат електроенергії. Близько 25000 кВт·год на рік на один кілометр кожного шляху;
- зниження небезпечних індуктивних впливів на суміжні споруди приблизно в два рази;
- зниження потенціалу рейок (підвищення електробезпеки) майже в два рази; зниження опору тягової мережі приблизно в два рази.

Недоліки:

- екрануючий ефект сильно залежить від відстані між проводами і частоти з'єднання екрануючого проводу із землею;
- при заміні автоблокування на систему з тональними рейковими колами виникають складнощі з підключенням екрануючого проводу через відсутність дросель-трансформаторів.

- **Обраба для досліджень** дільницю з електричною тягою змінного струму.

Аналіз існуючої системи тягового електропостачання і обліку електричної енергії. Актуальність, мета та об'єкт роботи

Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції

Додаток
7.141.170040.01

Літ.

Маса

Масштаб

1

1 : 1

Арк.

71

Аркушів

74

Український державний
університет науки і технологій,
група ЕЕ2221

МН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Сердюк К.М.	<i>[Signature]</i>	20.12.23
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	10.12
Г. Контр.				
Реценз.				
І. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	10.12
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	10.12

ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ДОСЛІДЖУВАЛЬНІЙ ДІЛЬНИЦІ

Аналіз лічильників електричної енергії

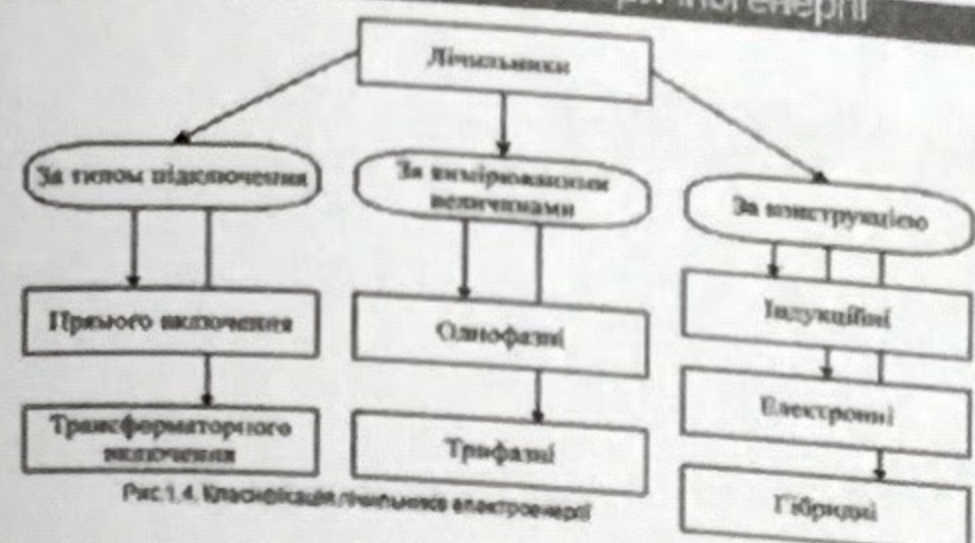


Рис. 1.4. Класифікація лічильників електроенергії

Висновок, які краще та які на тягових підстанціях застосовують зараз?

- SL7000 France – трифазний, трансформаторного включення, гібридний, використовують на Українській.
- NIK-Електроніка, Українське виробництво – ломаються.

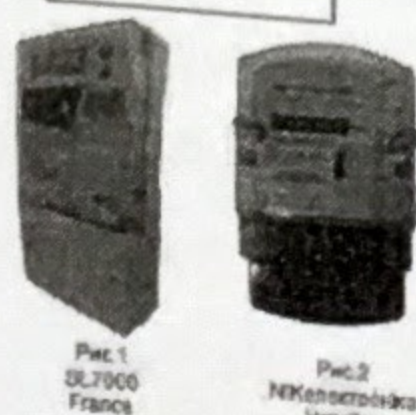


Рис. 1

Рис. 2

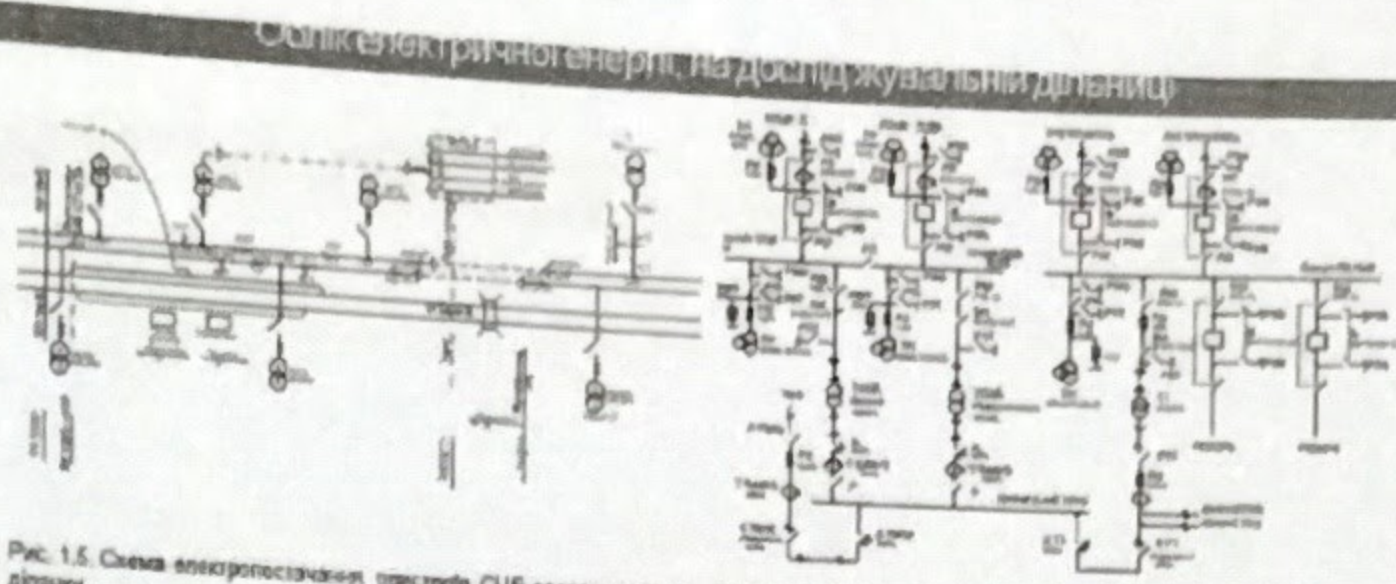


Рис. 1.5. Схема електропідключення пристрою ССБ розрахункового ділянки

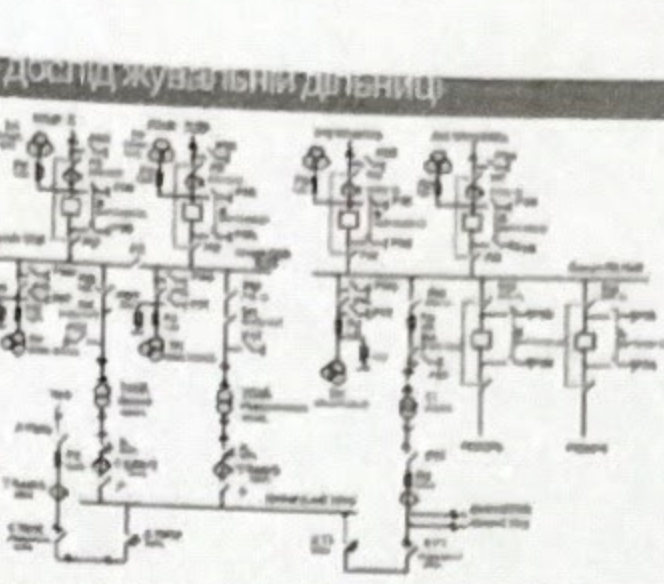


Рис. 1.6. Однофазна схема типової тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц

Розглянемо облік електричної енергії на прикладі ділянки залізничної, яка електрифікована змінним струмом 27,5 кВ з ГУП. Довжина фідерної зони становить 50 км, а для живлення пристрою ССБ використовуються лінії ВЛ ССБ-10 кВ і два дроти – рейові ДЛР-27,5 кВ. Напряг в високовольтній лінії основного і резервного живлення подається від КТП, а до споживачів (пост ЕЦ, рейовий шафи світлофорів РШ) – від трансформаторів типу ОМ-1,25 і ОМ-0,63 відповідно. Переріз є двохлінійним (рис. 1.5), а тягової підстанції висковольтні лінії ВЛ ССБ-10 кВ отримують живлення від тягової підстанції з первинним напругою 110 кВ шляхом подвійної трансформації від понижувального трансформатора власних погребів ТОН (ТМ-400-10 / 0,4) і підвищується за допомогою трансформатора ТМ-100-0,4 / 10. У системі ДЛР подається напруга безпосередньо від шин тягової підстанції 27,5 кВ від фаз «а» і «в», як зворотний провід використовується рейок (фаз «б»). Марка провідів ВЛ ССБ і ДЛР – АС-50. В середньому потужності навантаження пристрою ССБ двохлінійна ділянка можна прийняти 0,9 кВт / км при коефіцієнті потужності [23]. Повна потужність, яку споживається постом ЕЦ в середньому складає 40 кВт.

Статистичні данні про роботу типової тягової підстанції тягового струму

Таблиця 1.1 – Дані про роботу типової тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ

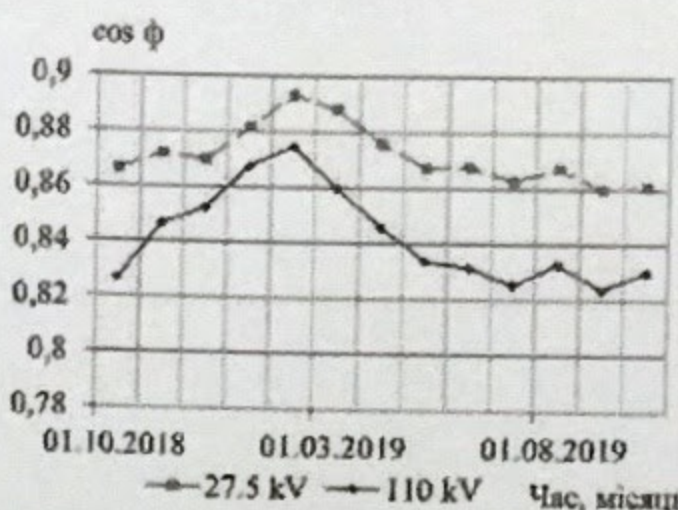
Рік	Коефіцієнт використання потужності	Коефіцієнт використання електроенергії	Коефіцієнт використання електроенергії на тягову підстанцію (згідно з [23])
2017	0,81	0,3	27 801 880
2018	0,86	0,36	27 848 880
2019	0,92	0,43	49 391 880
2020	0,84	0,28	36 228 880
2021	0,81	0,34	32 181 815
2022	0,231	0,49	26 586 273
2023	0,236	0,4	49 941 157
2024	0,1286	0,38	32 417 547
2025	0,1286	0,38	26 722 582
2026	0,1286	0,38	37 885 848
2027	0,1286	0,38	48 841 380
2028	0,1286	0,38	59 796 912
2029	0,1286	0,38	70 752 444
2030	0,1286	0,38	81 707 976
2031	0,1286	0,38	92 663 508
2032	0,1286	0,38	103 619 040
2033	0,1286	0,38	114 574 572
2034	0,1286	0,38	125 530 104
2035	0,1286	0,38	136 485 636
2036	0,1286	0,38	147 441 168
2037	0,1286	0,38	158 396 700
2038	0,1286	0,38	169 352 232
2039	0,1286	0,38	180 307 764
2040	0,1286	0,38	191 263 296

Таблиця 1.2 – Аналіз балансу електроенергії по введеним 10 кВт типової тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ протягом року

Місяць	Введення електроенергії, кВт·год	Віддача електроенергії, кВт·год	Додаткова електроенергія, кВт·год
1	2	1	1
2	2	1	1
3	2	1	1
4	2	1	1
5	2	1	1
6	2	1	1
7	2	1	1
8	2	1	1
9	2	1	1
10	2	1	1
11	2	1	1
12	2	1	1
13	2	1	1
14	2	1	1
15	2	1	1
16	2	1	1
17	2	1	1
18	2	1	1
19	2	1	1
20	2	1	1
21	2	1	1
22	2	1	1
23	2	1	1
24	2	1	1
25	2	1	1
26	2	1	1
27	2	1	1
28	2	1	1
29	2	1	1
30	2	1	1
31	2	1	1

Аналіз зміни коефіцієнта потужності на шинах тягової підстанції змінного струму

З виконаного аналізу виходить, що необхідно удосконалити систему обліку електричної енергії на тяговій підстанції змінного струму з метою зменшення небалансу електричної енергії і правильного (більш точного) її урахування. Цього можна досягти за рахунок впровадження лічильників активної і реактивної електроенергії з більш високим класом точності і включених до системи АСКУЕ. Оскільки тягове навантаження є потужним випромінювачем «брудної» електроенергії, то необхідно дослідити спектральний склад струму та напруги в низьковольтній мережі, встановити її вплив на здоров'я людини. Оцінити якість використання GS-метрів та фільтрів на прикладі низьковольтної мережі 220 В 50 Гц в лабораторних умовах. Висвітлити питання охорони праці при виконанні електротехнічних дослідів в лабораторних умовах.



Рисунки 1.5 – Аналіз помісної зміни коефіцієнта потужності на шинах 27,5 і 110 кВ протягом року

Облік електричної енергії, на дослід жувальній ділянці

Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції

Додаток

7.141.170040.02

Літ. Маса Масштаб
1 1 : 1
Арк. 72 Аркушів 74
Український державний університет науки і технологій, група ЕЕ2221

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Сердюк К.М.		20.07.23
Перевір.		Муха А.М.		10/12
Т. Контр.				
Реценз.				
Н. Контр.		Карзова О.О.		10/12
Затверд.		Муха А.М.		10/12

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
НАВАНТАЖЕНЬ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ЗМІННОГО СТРУМУ
27,5 кВ 50 Гц

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
НАВАНТАЖЕНЬ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ЗМІННОГО СТРУМУ
27,5 кВ 50 Гц

$$\delta = \sqrt{\delta_{TC}^2 + \delta_{TH}^2 + \delta_{LC}^2}, \quad (2.1) \text{ - де } \delta_{TC}, \delta_{TH}, \delta_{LC} \text{ - похибка вимірювальних комплексів TC, TH, LC відповідно.}$$
$$\delta = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 0,5^2} = 0,866 \text{ - Похибка вимірювальних комплексів із сполученням TC, TH, LC ALFA (0,5; 0,5; 1)}$$
$$\delta = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 1^2} = 1,22 \text{ - Похибка вимірювальних комплексів із сполученням TC, TH, LC (0,5; 0,5; 2)}$$
$$\delta = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 2^2} = 2,12 \text{ - Частин електроенергії, які проходять через i-тий вимірювальний комплекс (наприклад районний фідер №1)}$$
$$d_{\phi i} = \frac{W_{\phi i}}{W_o}, \quad (2.2) \text{ - де } W_o \text{ - сумарний відпуск електроенергії від шин тягової напруги, кВт·год.}$$
$$d_{\phi i} = \frac{114255}{2699265} = 0,042$$

Небаланс

• Припустимий небаланс на шинах тягової підстанції визначається за формулою

$$НБ_n = \sqrt{\sum_{i=1}^N d_{\phi i}^2 \delta_i^2}$$

$$НБ_n = (0,866^2 \cdot 0,521^2 + 0,866^2 \cdot 0,479^2 + 0,866^2 \cdot 0,521^2 + 0,866^2 \cdot 0,307^2 + 0,866^2 \cdot 0,138^2 + 2,12^2 \cdot 0,032^2 + 2,12^2 \cdot 0,042^2 + 2,12^2 \cdot 0,0053^2 + 2,12^2 \cdot 0,042^2 + 2,12^2 \cdot 0,434^2)^{0,5} = 1,15\%$$

• Фактичний небаланс:

$$НБ_{\phi} = (W_n - W_o - W_p) \cdot 100\% / W_n, \quad (2.5)$$

$$НБ_{\phi} = (2858378 - 2699275 - 2142) \cdot \frac{100\%}{2858378} = 5,49\%$$

• Отже, фактичний небаланс $НБ_{\phi} = 5,49\%$ чи 156961 кВт·год, яке менше допустимого $НБ_n = 1,15\%$ - на підстанції є невраховане споживання або неприпустимі фактичні похибки вимірювальних комплексів електроенергії. Необхідно приймати міри по їх пошуку і усуненню.

Результати розрахунку небалансу на заданій підстанції

Припустимий небаланс на шинах тягової підстанції визначається за формулою

$$НБ_n = \sqrt{\sum_{i=1}^N d_{\phi i}^2 \delta_i^2}$$

$$НБ_n = (0,866^2 \cdot 0,521^2 + 0,866^2 \cdot 0,479^2 + 0,866^2 \cdot 0,521^2 + 0,866^2 \cdot 0,307^2 + 0,866^2 \cdot 0,138^2 + 2,12^2 \cdot 0,032^2 + 2,12^2 \cdot 0,042^2 + 2,12^2 \cdot 0,0053^2 + 2,12^2 \cdot 0,042^2 + 2,12^2 \cdot 0,434^2)^{0,5} = 1,15\%$$

Фактичний небаланс:

$$НБ_{\phi} = (W_n - W_o - W_p) \cdot 100\% / W_n$$

$$НБ_{\phi} = (2858378 - 2699275 - 2142) \cdot \frac{100\%}{2858378} = 5,49\%$$

Отже, фактичний небаланс $НБ_{\phi} = 5,49\%$ чи 156961 кВт·год, яке менше допустимого $НБ_n = 1,15\%$ - на підстанції є невраховане споживання або неприпустимі фактичні похибки вимірювальних комплексів електроенергії. Необхідно приймати міри по їх пошуку і усуненню.

Допустимий розрахунковий небаланс, для модернізованої системи обліку електричної енергії на тяговій підстанції - 1,0415%, що менше у 2 рази при використанні підключень з

Назва пристрою	Тип та номер пристрою	S	s	s _н
Фідер 110 кВ №1	SL 7000 PROM	0,866	0,39630	0,100627
Фідер 110 кВ №2	SL 7000 PROM	0,866	0,33308	0,299166
Фідер 27,5 кВ №1	SL 7000 PROM	1,225	0,23863	0,986619
Фідер 27,5 кВ №2	SL 7000 PROM	1,225	0,58812	0,519041
Фідер 10 кВ №1	SL 7000 PROM	0,866	0,32746	0,912181
Фідер 10 кВ №2	EASRAL- P2C-4	0,866	0,34249	0,901254
ЕЗР-1	EASRAL- P2C-4	0,866	0,32868	0,950617
ЕЗР-2	EASRAL- P2C-4	0,866	0	0,000000
ВЛ 110 кВ №1 стан	SL 7000	2,121	0,99616	0,880171
ВЛ 110 кВ №2 стан	Енергом-9	2,121	0,30818	0,000301
ВЛ №1 10 кВ	SL 7000	2,121	0,32679	0,000211
ВЛ №1 10 кВ	Енергом-9	2,121	0,11773	0,062349
ВЛ №5 10 кВ	Енергом-9	0,866	0,00369	0,000011
ВЛ №7 10 кВ	SL 7000	1,225	0,00591	0,000052
ВЛ №14 10 кВ	НК 230311	1,225	1,95-07	0,000000
ВЛ №18 10 кВ	САЗУ-3009	2,121	4,50-06	0,000000
ВЛ №20 10 кВ	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
Підстанція	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №1	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №2	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №3	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №4	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №5	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №6	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №7	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №8	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №9	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №10	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №11	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №12	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №13	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №14	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №15	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №16	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №17	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №18	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №19	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000
ВЛ 110 кВ №20	САЗУ-166	2,121	0,08111	0,000000

Удосконалення системи обліку електроенергії навантажень тягової підстанції змінного струму 27,5 кВ 50 Гц

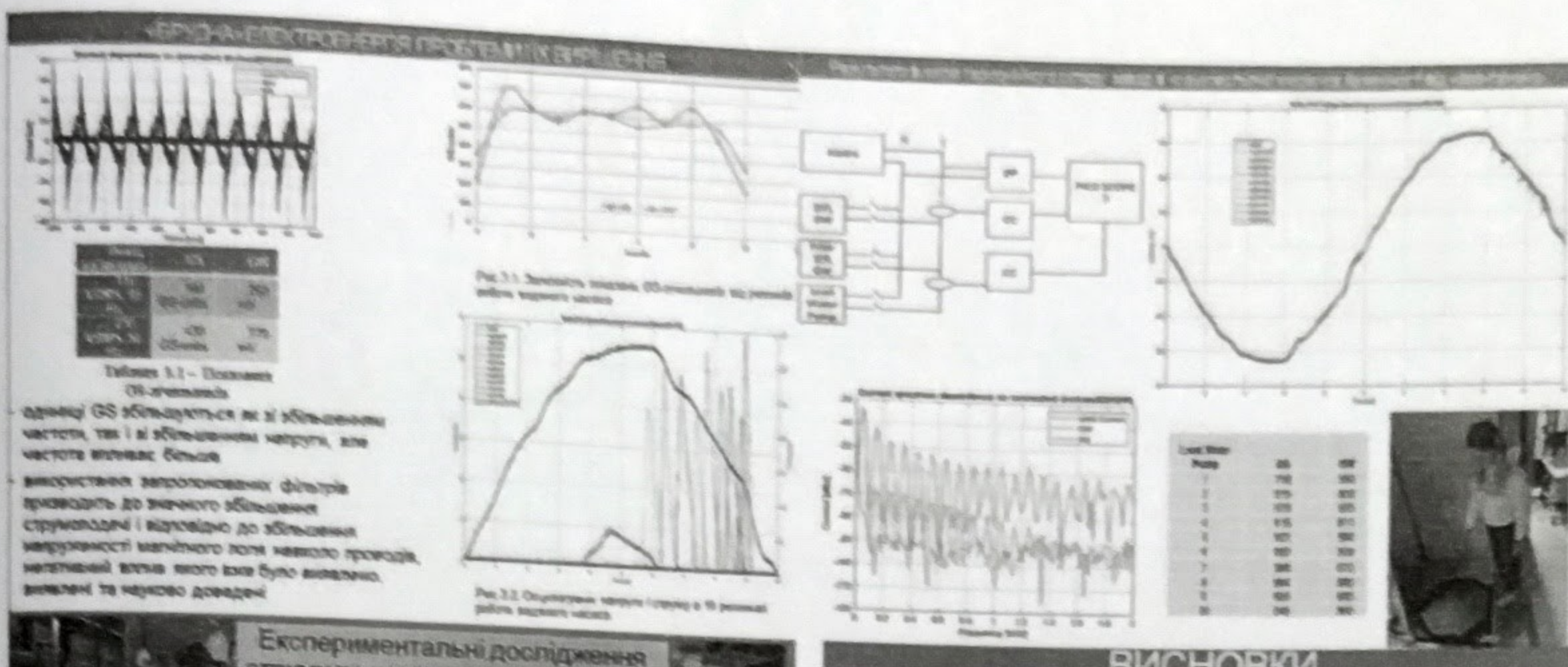
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Сердюк К.М.		20.12.23
Перевір.		Муха А.М.		21.12.23
Т. Контр.				
Реценз.				
Н. Контр.		Карзова О.О.		21.12.23
Затверд.		Муха А.М.		21.12.23

Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції

Додаток
7.141.170040.03

Літ.	Маса	Масштаб
	1	1 : 1
Арк. 73	Аркушів 74	
Український державний університет науки і технологій, група ЕЕ2221		

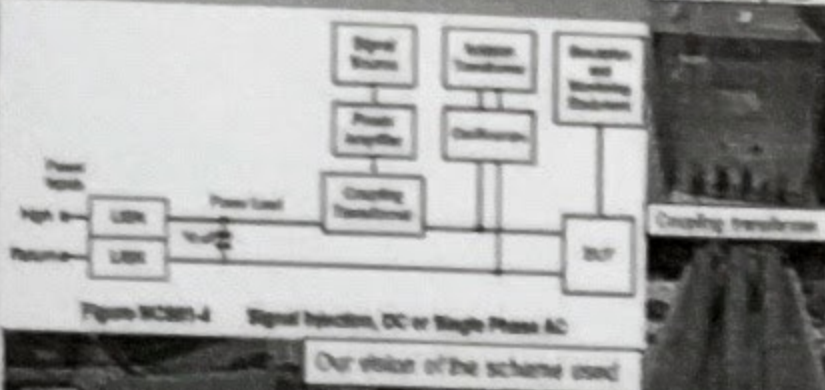
«БРУДНА» ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ. ПРОБЛЕМИ І ЇХ ВИРІШЕННЯ



ВИСНОВКИ

- **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**
 - Подальші дослідження повинні стосуватися знаходження рівень, що описує зміни величини одиниць GS залежно від амплітуди та частоти гармонічних складових, у тому числі збіжних. А також вивести ступінь впливу цих показників на роботу різного електрообладнання, зокрема приладів обліку електричної енергії.
 - Удосконалення системи обліку електричної енергії за заданій потужності підстанції змінного струму 27,3 кВ 50 Гц з метою зменшення небалансу електричної енергії і більш точної Т урахування було реалізовано за рахунок впровадження на ній лінійних ісків активної і реактивної електроенергії з більш високим класом точності і виконання Ті до системи АСКУЕ. В результаті коефіцієнт небалансу було зменшено майже у 2 рази.
 - Скопують тікове навантаження і в потужності випрошнювачем «брудної» електроенергії, то необхідно дослідити електричний склад струму та напруги в низьковольтній мережі, встановити Т впливу на здоров'я людини. Оцінити якість використання GS-метрів та фільтрів на прикладі низьковольтної мережі 220 В 50 Гц в лабораторних умовах.
 - Були проведені дослідження, які дали розуміння поведінки зміни показань лічильників GS при різних амплітуд і частотах заборуденого сигналу. Результати показали, що одиниць GS збільшуються як з збільшенням частоти, так і з збільшенням напруги, але частота впливає більше. Показано, що застосування запорозномовних фільтрів проводить до значного збільшення струмоподачі та відповідно до збільшення напруженості магнітного поля наиспо провода, негативний вплив якого вже встановлено та науково доведено. Подальші дослідження повинні стосуватися знаходження рівень, що описує зміни величини одиниць GS залежно від амплітуди та частоти гармонічних складових, у тому числі збіжних. А також вивести ступінь впливу цих показників на роботу різного електрообладнання, зокрема приладів обліку електричної енергії.

Експериментальні дослідження струму та напруги низьковольтної системи. При зміні напруги, підключень фільтрів, та навантажень



Our vision of the scheme used

Exposure, MS-Chart
in 2 Week

					«Брудна» електроенергія. Проблеми і їх вирішення				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення системи обліку електроенергії на тяговій підстанції	Літ.		Маса	Масштаб
Розроб.		Сердюк К.М.		20.12.2012				1	1 : 1
Перевір.		Муха А.М.		2012					
Т. Контр.						Арк.	74	Аркуші	74
Реценз.									
Н. Контр.		Карзова О.О.		2012	Додаток 7.141.170040.04		Український державний Університет науки і технологій, група EE2221		
Затверд.		Муха А.М.		2012					