

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ЗМІННОГО СТРУМУ ВІД ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Бондар О.І., к.т.н., доцент, Придаток В.С., студент

*Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м
Дніпро, Україна*

Анотація. Розроблено новий підхід до схеми живлення власних потреб тягової підстанції з використання сонячної генерації, що дає можливість підвищити якість електроенергії.

Ключові слова: схема живлення власних потреб, тягова підстанція, сонячні батареї, сонячна енергія.

Вступ. В Україні залізничний транспорт знаходиться на 5 місці по об'ємам споживання електроенергії, що становить 5.7 відсотків за 12 місяців у 2016 та 2017 роках. Важливою частиною доставки електроенергії від електростанції до рухомої одиниці є підстанції. Від 1,5 до 4,5 відсотка потужності підстанції витрачається на власні потреби. Для удосконалення цих результатів та збільшення об'ємів переданої електроенергії пропонується підключити до загальної системи альтернативні джерела електроенергії. Вони зможуть забезпечувати самостійність та автономність власних потреб тягових підстанцій змінного та постійного струму[5].

Мета роботи. Метою роботи є підвищення функціонування ефективності власних потреб тягової підстанції та підвищення якості електроенергії.

Основна частина. Поставлена задача полягає у тому ,щоб збільшити ефективність функціонування та зменшити електроспоживання власних потреб тягової підстанції, шляхом підключення альтернативних джерел до тягової підстанції.

До переваг підключення альтернативних джерел відноситься : зменшення використання вичерпних джерел електроенергії , перехід до більш екологічного добутку електроенергії та покращення навколишнього середовища .

До недоліків підключення альтернативних джерел відносяться : схема підключення альтернативних джерел; моделі елементів системи тягового електропостачання ; моделі елементів альтернативних джерел[8] .

На тягових підстанціях всіх типів, 110-220 кВ, зазвичай встановлюють по два ТВП потужністю 250-400 кВ А кожен.

У загальному випадку до споживачів власних потреб відносять (рис.1):

- системи і механізми охолодження силових трансформаторів (автотрансформаторів);
- пристосування, необхідні для регулювання напруги силового трансформатора під навантаженням;
- оперативні ланцюга випрямленої постійного, змінного струму;
- зарядні, підзарядні агрегати для акумуляторних батарей;
- пристрої зв'язку, сигналізації і телемеханіки;
- всі види освітлення: аварійне, зовнішнє, внутрішнє, охоронне;
- вузли та деталі систем змащення підшипників СК;
- водневі установки;

- насосні агрегати, що забезпечують роботу систем пожежогасіння, технічного і господарського водопостачання;
- системи автоматики і компресії повітряних вимикачів;
- установки електропідігріву приміщень вимикачів, акумуляторних батарей, ресиверів та інших пристроїв;
- механізми систем вентиляції, бойлерні тощо.

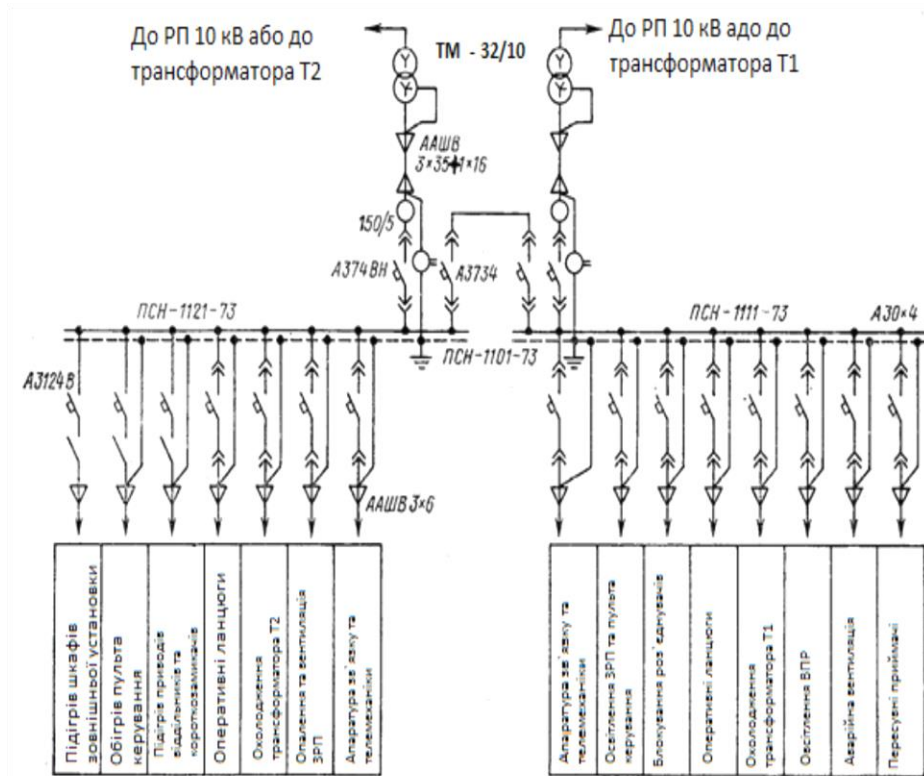


Рисунок 1 - Схема ВП типової трансформаторної підстанції 110 кВ

На рис.2 представлені дані щодо споживання електроенергії на власні потреби для існуючої підстанції змінного струму.(Рис-2)

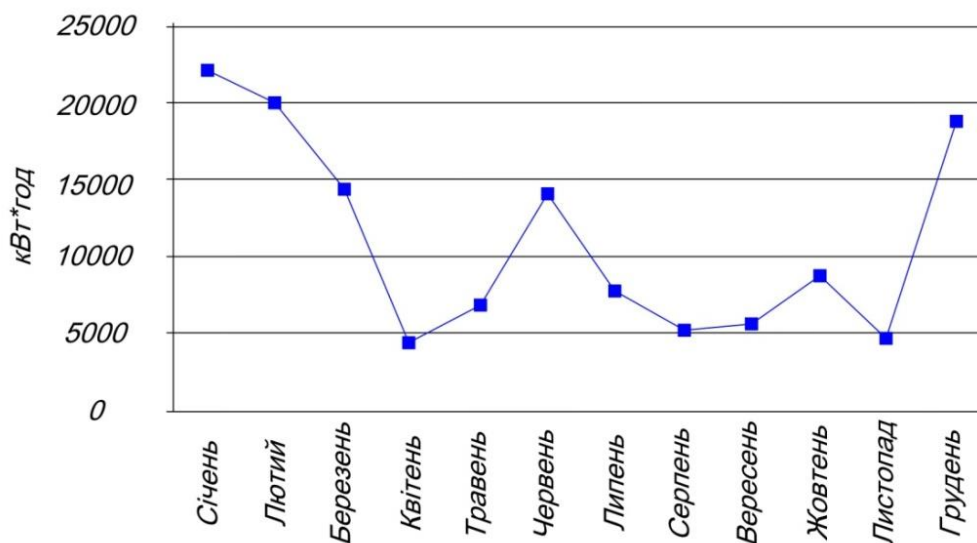


Рисунок 2- Графік спожитої електроенергії на власні потреби підстанції, кВт·год.

На основі аналізу літературних джерел [4-11] було запропоновано використати альтернативні джерел енергії а саме сонячну енергію. У перспективі впровадження застосування сонячної електроенергії є два напрями розвитку: перший – це використання енергії для споживачів власних потреб, другий – живлення системи тягового навантаження, нетягових (в тому числі і пристроїв залізничної автоматики) та районних споживачів з видачею генерованої електричної енергії в Єдину енергетичну систему. Найбільш доцільним є приєднання таких генерованих потужностей поблизу місць зосередження великих навантажень (а отже поблизу тягових чи районних підстанцій) для зменшення перетоків енергії в ЛЕП [2].

Розрахунок потужності СЕС при під'єднанні до тягової підстанції змінного струму . У якості прикладу тягову підстанцію змінного струму, споживана електроенергія власних потреб якої складає для зимового періоду 44144 кВт*год за місяць, тобто це 1424 кВт за добу. Виконаємо розрахунок для визначення кількості фотобатарей для можливості живлення власних потреб. Вибираємо фотоелектричний перетворювач марки SP500M6-96, який має невисоку вартість та високий ККД гальванічного елемента [7].

Таблиця 1– Основні паспортні дані вибраного модулю

Характеристика	Позначення	Величина
Електричні характеристики		
Максимальна потужність	$P_{\max}$	500 Вт
Максимальна напруга	$U_{\max}$	48,63 В
Максимальний струм	$I_{\max}$	10,28 А
Напруга холостого ходу	U_{xx}	58,95 В

Струм короткого замикання	$I_{кз}$	10,87 А
ККД гальванічного елемента	η_c	19.51 %
Кількість комірок	n	96 шт
Механічні характеристики		
Вага	m	26 кг
Довжина	l	1956 мм
Ширина	b	1310 мм
Товщина	h	45 мм
Загальна площа	S_1	2,56 м ²

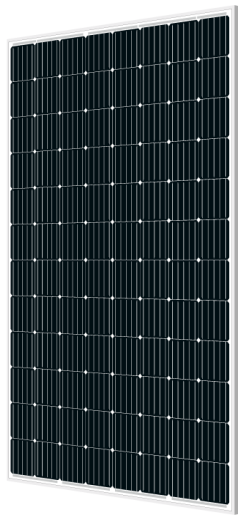


Рисунок 3 - Зовнішній вигляд фотобатареї марки SP500M6-96

Потужність сонячної батареї складається з вихідних потужностей окремих фотоелементів. Вихідний струм фотоелементів батареї визначається числом елементів, сполучених паралельно, а вихідна напруга - числом елементів, сполучених послідовно. Знаючи номінальну потужність фотоелектричної станції на потужність одного фотомодуля, визначимо необхідну кількість фотомодулів :

$$N^{CB} = \frac{P_{ном}}{P_1^{CB}} \quad (1)$$

де $P_{ном}$ – номінальна потужність фотоелектричної станції, Вт. $P_{ном}=59333$ Вт
 P_1^{CB} – номінальна потужність фотомодуля, Вт

$$N^{CB} = \frac{59333}{500} = 119 \text{ шт.}$$

Виконаємо перерахунок загальної кількості фотомодулів, враховуючи спосіб підключення їх до інвертора: Число модулів, з'єднаних послідовно:

$$N_{\text{посл}}^{CB} = \frac{U_{\text{інв}}}{U_{\text{max}}^{CB}} \quad (2)$$

де $U_{\text{інв}}$ – вхідна напруга інвертора, В. $U_{\text{інв}} = 260$ В.

U_{max}^{CB} – напруга фотоелектричного модуля, В

$$N_{\text{посл}}^{CB} = \frac{260}{48.63} = 5.346 \approx 5 \text{ шт.}$$

Потужність послідовно з'єднаних фотомодулів:

$$P_{\text{посл}}^{CB} = N_{\text{посл}}^{CB} \cdot P_1^{CB} \quad (3)$$

$$P_{\text{посл}}^{CB} = 5 \cdot 500 = 2500 \text{ Вт}$$

Число фотомодулів, з'єднаних паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{CB} = \frac{P_{\text{max}}^{сис}}{P_{\text{посл}}^{CB}} \quad (4)$$

де $P_{\text{max}}^{сис}$ – потужність розрахункової системи;

$$N_{\text{пар}}^{CB} = \frac{59,3}{2,5} = 23,72 \approx 24 \text{ шт.}$$

Загальна кількість фотоелектричних модулів в системі:

$$N^{CB} = N_{\text{пар}}^{CB} \cdot N_{\text{посл}}^{CB} \quad (5)$$

$$N^{CB} = 5 \cdot 24 = 120 \text{ шт.}$$

Загальна площа фотоелектричних модулів:

$$S_{\text{заг}} = S_1 \cdot N^{CB} \quad (6)$$

$$S_{\text{заг}} = 2,56 \cdot 120 = 307,2 \text{ м}^2$$

Загальна площа даху тягової підстанції складає 462,5 м², тобто фотоелектричні модулі займатимуть 66 % від загальної площі даху.

Відстань між рядами фотоелектричних батарей розраховано за формулою:

$$L = h_{\text{мод}} \cdot \sin \frac{((180 - (\beta + \theta)) \cdot \frac{\pi}{180})}{\sin(\frac{\theta \cdot \pi}{180})} \quad (7)$$

де $h_{\text{мод}}$ – висота модуля, 1,956 м;

β - кут нахилу фотобатареї до горизонту, 45°;

θ – кут висоти сонця, 15,5°

$$L = 1.956 \cdot \sin \frac{((180 - (45 + 15.5) \cdot \frac{3.14}{180}))}{\sin(\frac{15.5 \cdot 3.14}{180})} = 1.37 \text{ м} \quad (8)$$

План розміщення фотоелектричних панелей наведено на рис 4:

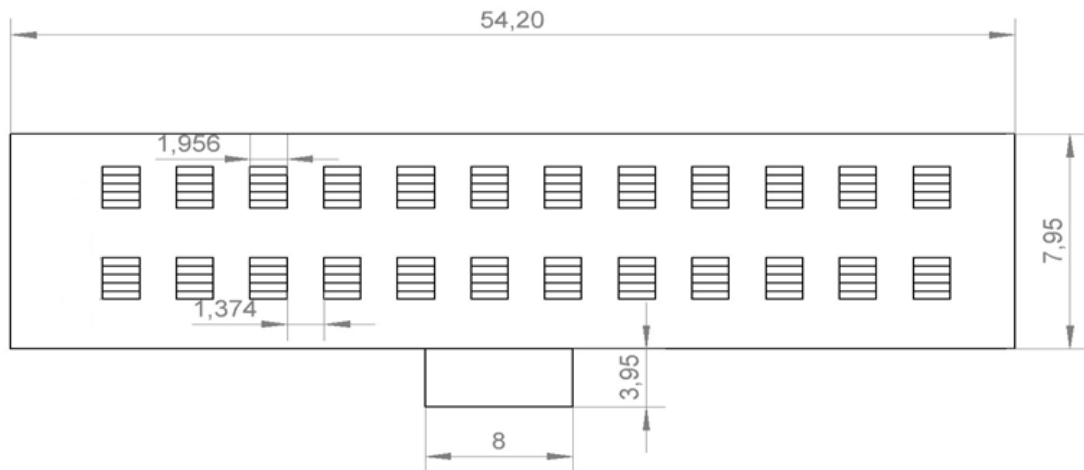


Рисунок 4 - План розміщення модулів фотоелектричних модулів на території ТП



Рисунок 5 - Приклад розміщення фотоелектричних батарей на території ТП

Висновки. З попередніх розрахунків видно, що сонячна установка повністю перекриває значення споживання електроенергії власних потреб розрахункової тягової підстанції. Розрахунок був проведений для періоду, у який споживання електроенергії найбільше. Тож, і на літній період можна повністю переходити на споживання від сонячних батарей і реалізувати схему автоматичного вводу в роботу для власних потреб.

Для живлення ВП може використовуватися енергія, що отримується від поновлюваних джерел. Найбільш ефективним представляється використання сонячної енергії. Аналіз перспектив розвитку системи живлення власних потреб тягової підстанції показує, що при підключення СЕС дозволяє отримувати покращені техніко-економічні показники. Електрична

енергія для живлення власних потреб тягових підстанцій може повністю перекриватися енергією від СЕС. Якщо встановити спеціальні накопичувачі на розробленій сонячній електростанції, то можна безперебійно, незалежно від часу доби, жити власні потреби без затрат електроенергії, яку зазвичай отримують із системи зовнішнього електропостачання.

Список використаної літератури

1. Бей Ю.М., Мамошин Р.Р., Пупинін В.Н., Шалімов М.Г. Тягові підстанції / Підручник для вузів зал. транспорту. – М.: Транспорт, 1986 – С. 238-239.
2. Почаевец В.С. Електричні підстанції: Підр. Для технікумів та коледжів ж.-д. трансп. – М.: Желдориздат, 2001. – 512 с.
3. Прохорський А.А., Тягові та трансформаторні підстанції, підручник для технікумів ж.-д.трансп. – 4 вид. перераб. та доп. – М.:Транспорт, 1983 р -496 с
4. М.С. Пастушенко, Перспективи впровадження відновлюваних джерел енергії на залізничному транспорті України/Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпро, e-mail: ms_estimate@gmail.ru.
5. Величко С.А.Енергетика навколишнього середовища України (з електронними картами). Навчально-методичний посібник для магістрантів [Текст]. Харків: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна. – 2003. – 52с.
6. Усков А. Є., Дайбова Л. А. Навчальний журнал КубГАУ, №114(10), 2015 р.
7. О.М.Полях (ДІТ), Ю.О. Кугасенко (ДІТ) «Дослідження сумісної роботи споживачів власних потреб з нетрадиційними джерелами енергії»
8. Полях, О.М. Можливість використання альтернативних джерел електроенергії на власні потреби тягової підстанції G [Текст] / О. М. Полях, Ю. О. Кугасенко, Т. П. Решетняк // «ТРАНСЕЛЕКТРО – 2016» IX Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро, 21–23.12.2016 р.)–Д.: ДНУЗТ, 2016. – с. 26
9. Чи вигідно встановлювати двозонний елек-тролічильник? [Електронний ресурс] – Режим доступу: (<http://ecotown.com.ua/news/Koly-vyhidno-vstanovlyuvaty-dvozonnyy-lichylnyk-elektroenerhiyi/>)
10. Полях, О. М. Зменшення експлуатаційних витрат за допомогою енергооптимального руху поїздів [Текст] / О. М. Полях, Д. А. Босий, Н. О. Логвінова / Вісник Дніп-кого нац.ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – 2012. – № 42. – С. 110 – 113
11. Акумуляторні батареї [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://suten.com.ua/923alten.php>)

