

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСЦЕВИХ СПОЖИВАЧІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛІ З УРАХУВАННЯМ РЕЗЕРВНОГО ДЖЕРЕЛА

Матесенко Ю.П., к.т.н., доцент, Павлюк О.М., магістрант
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Основне призначення систем електропостачання (СЕР) - надійне живлення споживачів електроенергією необхідної якості. Про надійність живлення споживачів можна судити, вивчивши вимоги споживачів, що вимагаються до надійності електропостачання. Для цього необхідно проаналізувати характер функціонування самих споживачів і наслідки, які викликають порушення їх електропостачання [1].

До *першої категорії* належать споживачі, порушення електропостачання яких може спричинити:

- небезпеку для життя людей;
- значний збиток для економіки держави;
- масовий брак продукції на виробничих підприємствах;
- розлад складних технологічних процесів;

До *другої категорії* належать споживачі, перерва в електропостачанні яких пов'язана з масовим недовипускненням продукції, простоями робочої сили на виробничих підприємствах, простоями механізмів і транспорту, порушенням нормальної життєдіяльності мешканців міст і сіл..

Решта споживачів належать до *третьої категорії*.

Споживачі першої категорії мають забезпечуватися електроенергією від двох *незалежних джерел живлення* і перерва їх електропостачання може бути допущена лише на час автоматичного введення резервного живлення. [2].

Мета роботи. Аналіз та шляхи підвищення надійності систем електропостачання місцевого споживача ТЕЦ з урахуванням резервного джерела живлення.

Матеріали та результати досліджень. Розглянемо взаємодію СЕР, електроприймача (ЕР) і технологічної установки (ТУ).

СЕР постачає електроенергію ЕР, де вона перетворюється в вид енергії, необхідний для функціонування ТУ. Зміна параметрів електроенергії призводить до зміни режиму роботи ТУ. Однак ТУ робить зворотний вплив на ЕР - наприклад, в залежності від режиму роботи ТУ змінюється момент опору приводного механізму, що призводить до порушення встановленого режиму роботи електродвигунів. У свою чергу, зміна режиму роботи ЕР може привести до погіршення характеристик СЕР. ЕР споживає реактивну енергію, яка збільшує втрати в мережах: вони є джерелами вищих гармонік електричного струму, нерівномірного навантаження фаз тощо. Таким чином, електрична система і споживач взаємно впливають один на одного.

Вимоги до надійності електропостачання споживача залежать від режиму функціонування, параметрів і характеристик ЕР і ТУ [3].

Мережі з резервом. Для підвищення надійності електропостачання споживачів мережі або оснащуються спеціальними пунктами автоматичного введення резервного живлення, або АВР монтується в розподільних пристроях підстанцій.

Розрізняють такі види автоматичного резервування:

Повне мережеве резервування. В цьому випадку резервне живлення подається споживачам у разі зникнення напруги на джерелі живлення. Таке резервування дозволяє забезпечити електроенергією всіх споживачів, приєднаних до даної лінії.

Часткове мережеве резервування. В цьому випадку повинен бути встановлений встановлений СВ. Споживачі, які харчуються від ділянок, розташованих до секційних вимикачів (СВ), при пошкодженні лінії будуть знеструмлені на час ремонту пошкодженої ділянки (магістралі).

Місьцеве резервування. При такому резервуванні вступна осередок розподільного пристрою споживача (ТП) обладнується автоматичним комутаційним апаратом (КА). У вивідній осередку встановлюється апарат з пристроєм АВР. При зникненні напруги від основного ДЖ відключається КА у вступній осередку і використовується живлення від резервного ДЖ [1].

Приклад. Визначити показники надійності електропостачання споживачів ТЕЦ, які приєднані до лінії 10 кВ за схемою, показаної на рис.1.1 за двома варіантами ДЖ:

- 1) при частковому мережевому резервуванні С5 і СВ2 в точці 5 відсутній;
- 2) при місцевому резервуванні С5 і установці в точці 5 СВ. Інші апарати в обох варіантах однакові.

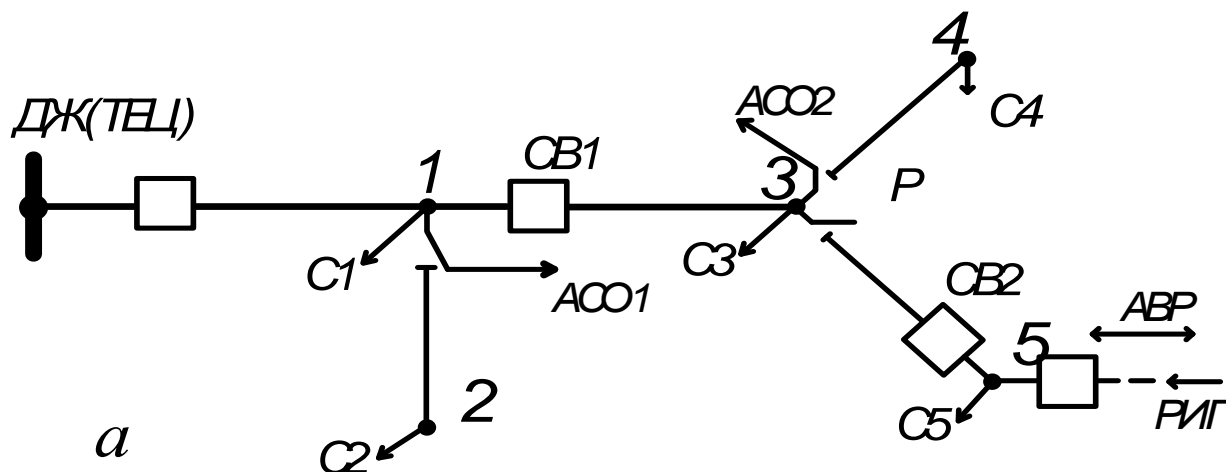


Рисунок 1.1 – Схема СЕП споживачів

Рішення.

- I. Схема заміщення для цього варіанта представлена на рисунку 1.2 б. Розрахунок часу відновлення живлення представлений в табл. 1.
- II. Схеми заміщення для С1, С2, С3, С4 на рисунку 1.2 г.. Очікуваний недовідпуск електроенергії той же. Схема заміщення споживача С5 представлена на рисунку 1.2, в.

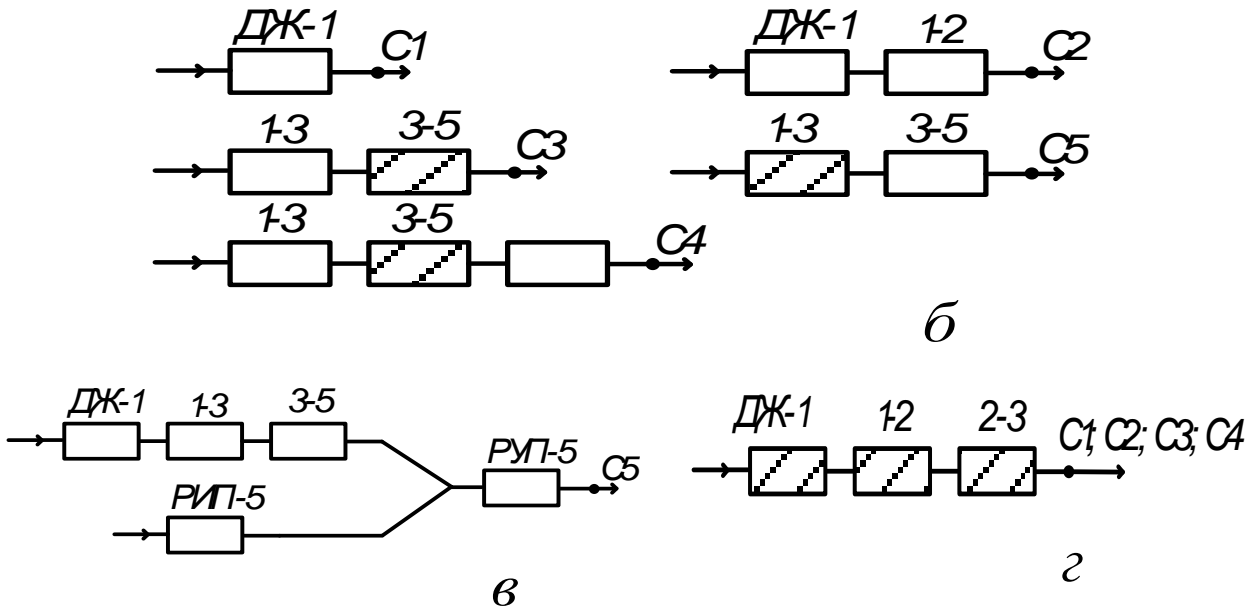


Рисунок 1.2 – Схеми заміщення

Для визначення показників надійності споживача необхідно врахувати можливість відмови робочого (резервного) живлення при просте резервного (робочого) харчування, надійність обладнання і функціонування пристроїв АВР. Визначимо показники надійності елемента РП С5. Вважаємо, що споживач С5 - це шини РП-10 кВ ТП 10 / 0,4 кВ.

Відмова шин РП-10 кВ запишемо:

$$\omega_{ш} = \omega_{ш10}^0 \cdot N_p = 0,003 \text{ год}^{-1}; \tau_{ш} = 3,5 \text{ ч};$$

Відмова приєднань:

$$\omega_{пр} = \omega_{вв 10} + 2\omega_{рв 10} = 0,019 \text{ год}^{-1}; \tau_{пр} = \tau_{пер};$$

Відмова робочого живлення і не спрацювання вмикача навантаження пристрою АВР:

$$\begin{aligned} \omega_{АВР} &= \omega_{раб} (q_{рз} + q_{АВР}); \tau_{АВР} = \tau_{пер}; \omega_{раб} = k_n \cdot \omega_{п10}^0 \\ t_{ип-1, 1-3, 3-5} &= 3,75 \text{ год}^{-1}; \\ q_{рз} &= 0,020; q_{АВР} = 0,022; \omega_{раб} &= 0,1575 \text{ год}^{-1}. \end{aligned}$$

Частота відмов елемента РП С5:

$$\omega_{ру} = \omega_{ш} + \omega_{пр} + \omega_{АВР} = 0,1795 \text{ год}^{-1}$$

Час переключень $\tau_{пер}$ визначається часом переїзду ОВБ до споживача і виконанням необхідних операцій по табл. 4.3. Для сільської місцевості $\tau_{пер} = 2,0$ год. Тоді час відновлення елемента РУ С5:

$$\tau_{ру} = \omega_{ру}^{-1} (\omega_{ш} \cdot \tau_{ш} + \omega_{пр} \cdot \tau_{пр} + \omega_{АВР} \cdot \tau_{пер}) = 2,04 \text{ год.}$$

Частота планових відключень і середній час обслуговування:

$$v_{PY} = v_{Ш10} = 0,12 \text{ год}^{-1}; \eta_{Ш} = 4 \text{ год.}$$

Прийmemo, що довжина резервної лінії відповідає довжині робочої лінії; Лінія не обладнується ніякими секційними апаратами. Показники надійності елемента РИП 5 (резервна лінія 10кВ до С5):

$$\omega_{РИП} = \omega_{л10}^0 \cdot l_{РИП} = 3,75 \text{ год}^{-1};$$

$$\tau_{РИП} = \tau_0 + \tau_{п.м} + \tau_p = 10 \text{ год}; v_{РИП} = v_{л10}^0 t_{РИП} = 3,75 \text{ год}^{-1}; \eta_{РИП} = 8 \text{ год.}$$

Показники надійності інших елементів:

ДЖ-1	$\omega_{ИП-1} = 0,75 \text{ год}^{-1};$	$\tau_{ИП-1} = 7,6 \text{ год};$
	$v_{ИП-1} = 0,75 \text{ год}^{-1}$	$\eta_{ИП-1} = 8 \text{ год};$
1-3	$\omega_{1-3} = 1,25;$	$\tau_{1-3} = 8,95;$
	$v_{1-3} = 1,25$	$\eta_{1-3} = 8;$
3-5	$\omega_{3-5} = 0,5;$	$\tau_{3-5} = 8,35;$
	$v_{3-5} = 0,5$	$\eta_{3-5} = 8;$

Еквівалентні показники надійності послідовно з'єднаних елементів:

$$\omega_{E1} = \omega_{ИП-1} + \omega_{1-3} + \omega_{3-5} = 2,6 \text{ год}^{-1}; \tau_{E1} = 8,48 \text{ год};$$

$$v_{E1} = 2,5 \text{ год}^{-1}; \eta_{E1} = 8 \text{ год};$$

Паралельно з'єднані елементи РИП і E1:

$$\omega_{E2} = [\omega_{E1} \cdot \omega_{РИП} (\tau_{E1} + \tau_{РИП}) + \omega_{E1} \cdot v_{РИП} \cdot \eta_{РИП} + \omega_{РИП} \cdot v_{E1} \cdot \eta_{E1}] \cdot 8760^{-1} =$$

$$\omega^0 + \omega^{\cdot} + \omega^{\cdot\cdot} = 36,75 \cdot \omega^{-3} \text{ год}^{-1};$$

$$\tau_{E2} = v_{E2}^{-1} (\omega^0 \tau^0 + \omega^{\cdot} \tau^{\cdot} + \omega^{\cdot\cdot} \tau^{\cdot\cdot}) = 4,41 \text{ год}$$

Остаточно для споживача С5:

$$\omega_{П5} = \omega_{E2} + \omega_{PY} = 0,21625 \text{ год}^{-1}; \tau_{П5} = 2,45 \text{ год}; v_{П5} = v_{PY} = 0,12 \text{ год}^{-1};$$

$$\eta_{П5} = 4 \text{ год}; \theta_{П5} = \omega_{П5} \tau_{П5} + \xi v_{П5} \eta_{П5} = 0,625 \text{ год/рік}$$

$$W_5 = \bar{P}_5 \theta_{П5} = 50,6 \text{ кВт год/рік [1].}$$

Висновки. Визначено показники надійності електропостачання місцевих споживачів. Розглянуто причини і характер відмов основного обладнання необхідного для електропостачання споживачів, та проаналізовано шляхи підвищення надійності.

Виконано характеристику споживачів електричної енергії та розглянули їх вимоги до надійності за їх класифікацією по ступеню наслідків від порушень електропостачання. Проаналізовано вплив технологічних резервів на вимоги до надійності. Обрано показники надійності електропостачання споживачів.

Перелік посилань

1. Зорин В.В., Тисленко В.В., Клеппель Ф., Адлер Г. Надежность систем электроснабжения 1984р – 192с.
2. Казанський С.В., Матеєнко Ю.П., Сердюк Б.М.. Надійність електроенергетичних систем, Київ, НТУУ «КПІ», 2011р – 216 с.
3. Волков Н.Г. Надежность функционирования систем электроснабжения. Учебное пособие. Томск, издательство ТПУ, 2005 – 157с.