УДК 621.316

О. В. Власова

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ, ЗУМОВЛЕНИХ ФУНКЦІОНУВАННЯМ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація: В роботі розглядається питання використання розосереджених джерел енергії (РДЕ) в електричних системах, та їх вплив на режими роботи розподільних електромереж. А також складові втрат електроенергії, викликані використанням РДЕ в енергетичних системах

Ключові слова: розподільчі джерела електроенергії, вплив РДЕ на режими роботи ЕМ, втрати зумовлені використанням РДЕ.

***Abstract**: Using the work examines the dispersed energy sources (IDR) in electrical systems and their impact on modes of distributive grid. Also parts of Electricity losses supported use IDR in power systems*

***Keywords:** distributive source of electricity IDR, Impact on modes of EM, losses caused by using IDR.*

Вступ

Питання використання розосереджених джерел енергії (РДЕ) в електричних системах з метою підвищення надійності та якості електропостачання споживачів на сьогодні є практично не дослідженими. Важливим тут є дослідження впливу РДЕ на режими роботи розподільних електромереж (ЕМ), а також складової втрат електроенергії, що зумовлені роботою РДЕ.

Результати дослідження

З [1] відомо, що частка втрат потужності в поздовжній частині електричних мереж, зумовлена передачею потужності розосередженого джерела енергії (РДЕ), коли остання задається у вигляді транзитного струму $\dot{J}_{\text{тр}}$, залежить не тільки від його складових, але і від значень інших струмів, що протікають вітками електричної мережі (ЕМ). Міру залежності транзитної складової втрат від параметрів поточного режиму ЕМ можна охарактеризувати коефіцієнтами взаємовпливу [1]:

$$\mu'_i = 1 + 2\frac{I'_i}{J'_{\text{тр}}}; \qquad \mu''_i = 1 + 2\frac{I''_i}{J''_{\text{тр}}}, \tag{1}$$

де $J'_{\text{тр}}$, $J''_{\text{тр}}$, I'_i, I''_i – активна та реактивна складові струму, яким задається транзит потужності, та інших часткових струмів, зумовлених власними навантаженнями ЕМ.

Ці коефіцієнти можуть приймати довільні значення залежно від значення та напрямку струмів, що протікають *i*-ою віткою. Нульові значення відповідають відсутності у даній вітці часткових струмів крім $\dot{J}_{\text{тр}}$.

З урахуванням (1) вираз для визначення втрат потужності в ЕМ від передачі потужності РДЕ може бути переписаний так:

$$\Delta P_{\text{тр}} = 3 \sum_{i \in м1} \left[J'^2_{\text{тр}} \mu'_i + J''^2_{\text{тр}} \mu''_i \right] \cdot R_i, \tag{2}$$

де М1 – множина віток електромережі, якими транспортується потужність РДЕ.

У випадку передачі потужності розосередженого джерела електроенергії споживачеві, приєднаному до однієї розподільної електромережі з РДЕ (наприклад, окремий фідер 10 кВ, фрагмент ме-

режі 110 кВ з вираженим джерелом централізованого електропостачання тощо), крім втрат активної потужності, що зумовлені адресною передачею електроенергії електричною мережею від РДЕ до споживача, слід враховувати складову втрат, яка зумовлена передачею електроенергії від центру живлення до зазначеного споживача. Ця складова враховує передачу енергії на покриття небалансу між договірним та реальним електропостачанням, а також втрат від адресного перетоку.

Таким чином, сумарні втрати активної потужності, що мають бути покриті за рахунок власників РДЕ у випадку передачі потужності електричною мережею до заданого споживача, визначаються так:

$$\Delta P_{\Sigma \text{тр}} = 3 \sum_{i \in м1} \left[J'^2_{\text{тр}} \mu'_i + J''^2_{\text{тр}} \mu''_i \right] \cdot R_i + 3 \sum_{j \in м2} \left[\Delta J'^2_{\text{тр}} \mu'_{\Delta j} + \Delta J''^2_{\text{тр}} \mu''_{\Delta j} \right] \cdot R_j, \quad (3)$$

де j – номер вітки електричної мережі;

М2 – множина віток схеми ЕМ на шляху між основним центром живлення та вузлом призначення адресного перетоку потужності РДЕ.

Коефіцієнти взаємовпливу $\mu'_{\Delta j}$ та $\mu''_{\Delta j}$ мають фізичний зміст, аналогічний коефіцієнтам і визначаються так:

$$\mu'_{\Delta j} = 1 + 2 \frac{I'_j}{\Delta J'_{\text{тр}}}; \qquad \mu''_{\Delta j} = 1 + 2 \frac{I''_j}{\Delta J''_{\text{тр}}}. \quad (4)$$

де $\Delta J'_{\text{тр}}$, $\Delta J''_{\text{тр}}$ – складові додаткового струму, що протікає від джерела централізованого електропостачання для покриття зазначеного вище небалансу потужності на шинах споживача:

$$\Delta \dot{J}_{\text{тр}} = \dot{J}_{\text{тр}} - \dot{J}^{\text{СП}}_{\text{тр}} \quad (5)$$

де $\dot{J}^{\text{СП}}_{\text{тр}} = \frac{\hat{S}_{\text{тр}}}{\sqrt{3}\hat{U}_{\text{СП}}}$ – струм, зумовлений передачею потужності $\hat{S}_{\text{тр}}$ та приведений до шин споживача.

Слід зауважити, що якщо згідно умов угоди щодо постачання електроенергії регламентується передача лише активної потужності, то для визначення $\dot{J}^{\text{СП}}_{\text{тр}}$ слід використовувати лише активну складову транзитної потужності $P_{\text{тр}}$:

$$\dot{J}^{\text{СП}}_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{тр}}}{\sqrt{3}\hat{U}_{\text{СП}}}, \quad (6)$$

де $\hat{U}_{\text{СП}}$ – комплексно-спряжена напруга на шинах споживача.

Відповідний транзитній потужності струм залежить від типу електричної станції, типу її генераторів, наявності засобів компенсації реактивної потужності та пристроїв керування ними. Якщо за технологічним процесом генерування активної потужності на РДЕ пов'язане з генеруванням або споживанням реактивної потужності (наприклад використовуються синхронні генератори на ГЕС або вітрових станціях), то

$$\dot{J}_{\text{тр}} = \frac{\hat{S}_{\text{тр}}}{\sqrt{3}\hat{U}_{\text{РДЕ}}}, \quad (7)$$

Для випадку, коли реактивна потужність цілком компенсується в межах балансової належності РДЕ (наприклад, застосування асинхронних генераторів на ГЕС з керованими засобами компенсації реактивної потужності) то струм, який описує транзитний потік потужності від нього визначається

$$\dot{J}_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{тр}}}{\sqrt{3}\hat{U}_{\text{РДЕ}}}. \quad (8)$$

Висновки

Виходячи з цього, у випадку повної компенсації реактивної потужності засобами РДЕ його вплив на режими роботи електромереж є меншим, через що значення втрат від адресного перетоку потужності у більшості випадків також є меншими, порівняно з транспортуванням активної та реактивної потужності. Однак в окремих випадках – якщо розосереджені джерела видають потужність у електрично віддалені частини ЕМ – додаткове генерування реактивної потужності РДЕ може бути корисним з огляду на підвищення якості електроенергії в ЕМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П.Д. Определение и анализ потерь мощности от транзитных перетоков в электрических сетях энергосистем методом линеаризации / П.Д. Лежнюк, В.В. Кулик, А.Б. Бурыкин // Электрические сети и системы. – 2006. – №1. – С. 28-32.

2. Lezhnyuk P.D. Electroenergy Systems Interference Analysis / P.D. Lezhnyuk, V.V. Kulyk, O.B. Burykin : Proceedings of the XIII International Symposium on Theoretical Electrical Engineering [“ISTET’05”], (Lviv, June 2 – 5, 2005). – Lviv.: Lviv Polytechnic National University, 2005. – P. 215-218.

3. Лежнюк П. Д. Взаємовплив електричних мереж і систем в процесі оптимального керування їх режимами / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. Б. Буркін: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 123 с.

Власова Олеся Василівна — студентка групи 1Е-13Б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lesya_vlasova2011@mail.ru;

Науковий керівник: ***Лежнюк Петро Дем'янович*** — доктор. техн. наук, професор, завідувач кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Olesya V. Vlasova — *student of 1E-13B, Department of Electric Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:* lesya_vlasova2011@mail.ru*;*

Supervisor: ***Lezhniuk D. Peter*** — *Dr. Sc. , Professor, Head of* Department of Electric Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.