

Південної Кореї – одного зі світових лідерів з розвитку та впровадження Smart Grid технологій в електроенергетиці. Також, з цього року в Україні впроваджується стимулююче тарифоутворення для операторів системи розподілу [5]. На переконання представників Міненерго, воно дозволить збільшити обсяг інвестицій у модернізацію електромереж і поступово зменшить втрати електроенергії в них.

Використання досвіду та міжнародна співпраця в сфері електроенергетики є позитивними важелями для впровадження «Smart Grid» в Україні, проте, не потрібно повністю копіювати втілення цієї концепції, як в інших країнах, оскільки електричні системи та мережі кожної країни мають унікальну структуру та інші особливості, тому, на мою думку, перед впровадженням потрібно адаптувати цю концепцію під нашу Об'єднану енергосистему України.

Список використаних джерел

1. IEEE Smart Grid Series of Standards IEEE 2030 (Interoperability) and IEEE 1547 (Interconnection) Status [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/53028.pdf>
2. Навіщо потрібні розумні енергосистеми [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nv.ua/ukraine/so-skorostyu-sveta/chto-takoe-smart-grid-50055452.html>
3. Оцінка стану та реалізації концепцій розвитку «інтелектуальних» електромереж у світовій практиці [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Grid.pdf>
4. Smart Grid Market [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-grid-market-208777577.html#:~:text=MarketsandMarkets%20forecasts%20the%20smart%20grid,20.9%25%20during%20the%20forecast%20period.>
5. Впровадження Smart Grid технологій в Україні » [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ua-energy.org/uk/posts/elektrychni-merezhi-stanut-rozumnymu>
6. Шляхи розвитку електроенергетики в Україні у рамках концепції «Smart Grid» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ua.energy/majbutnye-ukrenergo/smart-grid/>

УДК 621.316

ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ У ПОДВІЙНИХ СТРУМООБМЕЖУЮЧИХ РЕАКТОРАХ НА КЛАСІ НАПРУГИ 10 кВ

Ярошук А.С., здобувач вищої освіти гр. ЕМ-181
Красножон А. В., к.т.н., доцент
Національний університет «Чернігівська політехніка»

Особливістю мереж 6-10 кВ є можливість появи значних струмів короткого замикання, для обмеження яких часто застосовують подвійні струмообмежуючі реактори. Кожна фаза такого реактора складається з двох віток, що мають магнітний зв'язок з коефіцієнтом від 0,4 до 0,6 [1]. Номінальний струм однієї вітки такого реактора може бути 630 А та більше. Таким чином, в нормальному робочому режимі в таких реакторах можуть виникати значні втрати потужності, які можна оцінити розрахунковим способом.

На рисунку 1 можна розглянути розрахункову схему однієї фази з таким реактором.

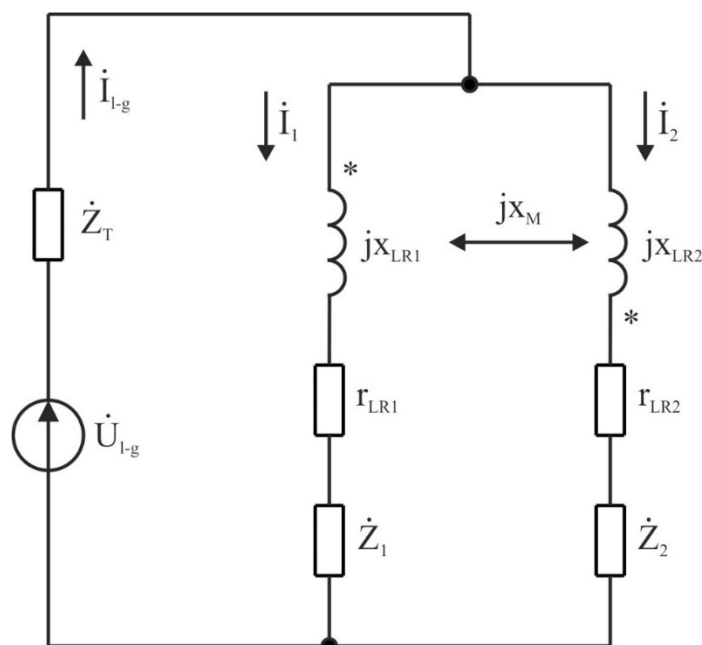


Рисунок 1 – Розрахункова схема однієї фази з подвійним струмообмежуючим реактором

На рисунку 1 позначено: \dot{U}_{l-g} – напруга між фазою та землею; $\dot{Z}_T = r_T + jx_T$ – внутрішній опір однієї фази силового трансформатора, приведений до напруги 10 кВ; $\dot{Z}_{LR1} = r_{LR1} + jx_{LR1}$ – комплексний опір першої вітки реактора; $\dot{Z}_{LR2} = r_{LR2} + jx_{LR2}$ – комплексний опір другої вітки реактора; $\dot{Z}_M = jx_M$ – опір взаємної індукції; $\dot{Z}_1 = r_1 + jx_1$ – опір навантаження в першій вітці реактора; $\dot{Z}_2 = r_2 + jx_2$ – опір навантаження в другій вітці реактора; \dot{I}_{l-g} – струм у фазі силового трансформатора; \dot{I}_1 – струм у першій вітці реактора; \dot{I}_2 – діюче значення струму у другій вітці реактора.

Параметри подвійних струмообмежуючих реакторів типу РБС, РБСУ, РБСГ на напругу 10 кВ та номінальний струм однієї вітки 630 А, наведені в таблиці 1. Слід зазначити, що такі реактори класифікують за величиною потужності втрат в одній фазі за умови протікання в кожній з її віток номінального струму.

Для схеми на рисунку 1 по законах Кірхгофа може бути складена система рівнянь [2]:

$$\begin{cases} \dot{I}_{l-g} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{I}_{l-g} \cdot \dot{Z}_T + \dot{I}_2 \cdot \dot{Z}_{LR2} + \dot{I}_2 \cdot \dot{Z}_2 - \dot{I}_1 \cdot \dot{Z}_M = \dot{U}_{l-g} \\ \dot{I}_{l-g} \cdot \dot{Z}_T + \dot{I}_1 \cdot \dot{Z}_{LR1} + \dot{I}_1 \cdot \dot{Z}_1 - \dot{I}_2 \cdot \dot{Z}_M = \dot{U}_{l-g} \end{cases} \quad (1)$$

Таблиця 1 – Параметри подвійних струмообмежуючих реакторів типу РБС, РБСУ, РБСГ на напругу 10 кВ та номінальний струм однієї вітки 630 А

№	r_{LR} , мОм	x_{LR} , мОм	x_M , мОм	ΔP (на фазу), кВт
1	6,047	250	100	4,8
2	7,937	400	200	6,3
3	9,826	560	290	7,8

Розв'язавши систему (1), можна знайти струми у вітках реактора та втрати потужності в ньому. Було досліджено вплив параметрів навантаження на величину втрат потужності в реакторі, результати наведено на рисунку 2, причому номер кривої на цьому рисунку відповідає номеру реактора в таблиці 1 (реактору з певною потужністю втрат на фазу). Графіки на рисунку 2 побудовані для навантаження з модулем опору 11,8 Ом (що відповідає струму однієї вітки реактора приблизно 500 А) при зміні $\cos \varphi$ в межах від 0,9 до 1,0. Можна дійти висновку що з підвищенням $\cos \varphi$ втрати в подвійних струмообмежуючих реакторах дещо зростають. Також слід зазначити, що величина втрат в таких реакторах навіть за величини струму однієї вітки, меншої за номінальну, є досить значною. Враховуючи тривалий час роботи таких реакторів в нормальному режимі, отримуємо дуже значні технологічні втрати електроенергії за весь термін експлуатації реактора.

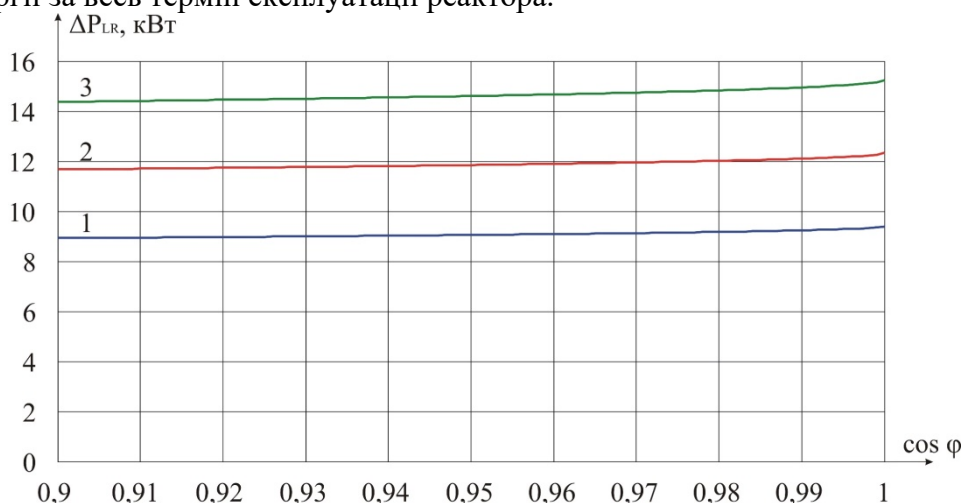


Рисунок 2 – Залежність втрат потужності в реакторі від $\cos \varphi$ навантаження для реактора з номінальною потужністю на фазу: 1 – 4,8 кВт; 2 – 6,3 кВт; 3 – 7,8 кВт.

За результатами проведеного дослідження можна зробити висновки, що втрати, які виникають в нормальному режимі роботи у подвійних струмообмежуючих ректорах на класі напруги 10 кВ, є значними та залежать від параметрів навантаження Для зменшення втрат в електричних мережах може бути доцільним перехід на більш високі класи напруги [3, 4], де струмообмежуючи реактори, як правило, не використовуються.

Список використаних джерел

1. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станции и подстанции: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1978. – 684 с.
2. Теоретичні основи електротехніки. Підручник для вищих навчальних закладів/В.І. Шеховцов, І.А. Курило та ін. У 3-х т. Т.1. Усталені режими електричних кіл із зосередженими параметрами. – К.: Політехніка, 2004. – 269 с.
3. Зорин В.В., Буйний Р.А., Красножон А.В. Повышение пропускной способности линий электропередач по ряду критериев в условиях эксплуатации // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: наук. зб. – 2012. – №2(57). – С.196-203. – (Серія "Технічні науки").
4. Буйний Р.О., Красножон А.В., Зорін В.В., Квицинський А.О. Обґрунтування області використання класу напруги 20 кВ у міських електричних мережах України // Технічна електродинаміка. – 2019. – №1. – С.68-71. – doi: 10.15407/techned2019.01.068.