

УДК 621.316

ОПЕРАТИВНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

П.Д.Лежнюк¹, докт.техн.наук, **О.Є.Рубаненко¹**, канд.техн.наук, **О.В.Нікіторович²**, канд.техн.наук,

¹ – **Вінницький національний технічний університет,
Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна,**

² – **ЗЕА «Новосвіт»,
пров. Станіславського, 16, Вінниця, 21022, Україна.**

Досліджено пошкоджувальність автотрансформаторів, високовольтних вимикачів, трансформаторів струму, шунтових реакторів та запропоновано методологію визначення коефіцієнта їхнього залишкового ресурсу в умовах неповноти початкових даних. Одержано формули, що дозволяють знаходити прогнозоване значення цього коефіцієнта за поточними значеннями одних і ретроспективними значеннями інших діагностичних параметрів. Розглянуто вплив врахування стану високовольтного обладнання на вибір технічного забезпечення процесу оптимального керування режимами електроенергетичних систем. Бібл. 2.

Ключові слова: коефіцієнт залишкового ресурсу, втрати активної потужності, електроенергетична система.

Вступ. На досягнутому рівні розвитку електроенергетичної галузі особливо актуальною є задача автоматизації керування режимами роботи електроенергетичних систем (ЕЕС) на основі використання сучасних наукових методів і засобів керування. Автоматизація оперативно-диспетчерського управління режимами є не лише умовою нормального функціонування потужного електроенергетичного об'єднання, а й необхідною умовою подальшого його розвитку. Підвищення ефективності оптимального керування нормальними режимами електроенергетичних систем (ЕЕС) вимагає розв'язування оптимізаційних задач великої розмірності, що можливо завдяки використанню засобів нейро-нечіткого моделювання.

Оптимізація нормальних режимів роботи ЕЕС здійснюється за умови мінімуму цільової функції, за яку приймаються сумарні втрати активної потужності в ЕС [1, 2], тобто $\Delta P = f(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \rightarrow \min$, де \mathbf{x} – параметри режиму ЕЕС; \mathbf{u} – параметри регулюючих пристроїв (коефіцієнти трансформації трансформаторів, автотрансформаторів і вольто-додаткових трансформаторів, навантаження джерел реактивної потужності).

Для підвищення ефективності використання трансформаторів з РПН в ЕЕС при формуванні керуючих впливів необхідно також врахувати їхній технічний стан та залишковий ресурс. Із врахуванням сказаного в задачі оптимізації режиму ЕЕС критерій оптимальності може бути встановлено такий [2]: $F = \Delta P = \Delta P_1 + \sum_{i=1}^q \Delta P_2$,

де ΔP_1 – сумарні втрати активної потужності в ЕЕС; ΔP_2 – втрати, що вводяться для врахування залишкового ресурсу трансформаторів та вартості перемикачів з огляду на наближення терміну капітального ремонту; q – кількість трансформаторів, які регулюються.

Необхідність врахування ΔP_2 зумовлена тим, що близько 65% силових трансформаторів в Україні, Росії, в мережах США пропрацювали понад 25 років.

Для оптимізації місця і кількості керуючих впливів необхідно використовувати узагальнений показник (коефіцієнт залишкового ресурсу трансформатора), який би враховував зміну всіх контрольованих параметрів. Порівняльний аналіз такого показника для різних, задіяних у процесі керування параметрами нормального режиму, трансформаторів дозволить вибрати кращу сукупність трансформаторів, зменшити їхню пошкоджувальність та витрати на ремонт. Задача ускладнюється тим, що частина параметрів контролюється безперервно, а інші параметри визначаються періодично. Таким чином, вихідна інформація для розрахунку коефіцієнта залишкового ресурсу ($k_{рес}$) є неповною, а пороховане значення $k_{рес}$ – прогнозним.

З метою врахування особливостей конкретного обладнання, наприклад, силового трансформатора з пристроєм РПН, коефіцієнт його загального залишкового ресурсу визначається з урахуванням коефіцієнтів залишкового ресурсу за результатами контролю окремих параметрів

$$k_i = \frac{X_{i\text{гран}} - X_{i\text{пот}}}{X_{i\text{гран}} - X_{i\text{поч}}},$$

де i – відповідає контрольованому параметру трансформатора.

З метою врахування особливостей стану конкретного обладнання, наприклад, силового трансформатора з пристроєм РПН та умовним номером 1, значення втрат ($\Delta P_{2,1}$), що вводяться для врахування залишкового ресурсу трансформаторів та вартості перемикачів для першої коригувальної дії, визначається за виразом

$$\Delta P_{2,1} = \frac{B_{\text{кап.рем.1}}}{B_{\text{ел.ен}} T_{\text{ремонт}}}, \text{ де } B_{\text{кап.рем.1}} = \sum_{\gamma=1}^g [(1 - k_{\text{рес}\gamma}) \cdot B_{\gamma}], \text{ а } k_{\text{рес}\gamma} - \text{ коефіцієнт залишкового ресурсу окре-$$

мих вузлів трансформатора (вводів, РПН, основної ізоляції, системи охолодження, обмоток і т.п.), γ – порядковий номер вузла в базі даних, ν – кількість контрольованих вузлів, B_{γ} – прогнозована вартість ремонту (заміни) γ -го вузла, знайдена методами нейро-нечіткого моделювання з використанням алгоритму Мамдані, $B_{\text{ел.ен.}}$ – вартість 1 МВт недовідпущеної електричної енергії.

Висновок. Методи нечіткого моделювання у поєднанні з методами критеріального програмування можуть бути використані при інформаційній підтримці прийняття рішень персоналом під час оперативного керування оптимальними даними при неповноті початкових.

1. Астахов Ю.Н., Лежнюк П.Д. Применение критерияльного метода в электроэнергетике. – К.: УМК ВО, 1989. – 137 с.

2. Астахов Ю.Н., Лежнюк П.Д. Применение теории подобия в задачах управления нормальными режимами электроэнергетических систем // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1990. – №5. – С. 3–11.

УДК 621.316

ОПЕРАТИВНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

П.Д. Лежнюк¹, докт.техн.наук, О.В. Никиторович², канд.техн.наук, Рубаненко А.Е.¹, канд.техн.наук,

¹ – Винницкий национальный технический университет,

Хмельницкое шоссе, 95, Винница, 21021, Украина,

² – ООО «Новосвит»,

пер. Станиславского, 16, Винница, 21022, Украина.

Исследована повреждаемость автотрансформаторов и предложена методология определения коэффициента их остаточного ресурса в условиях неполноты начальных данных. Получены формулы, которые позволяют находить прогнозируемое значение этого коэффициента по текущим значениям одних и ретроспективным значениям других диагностических параметров. Рассмотрено влияние учета состояния высоковольтного оборудования на выбор технического обеспечения процесса оптимального управления режимами электроэнергетических систем. Библи. 2.

Ключевые слова: коэффициент остаточного ресурса, потери активной мощности, электроэнергетическая система.

THE OPERATIVE DIAGNOSTICATING OF HIGH-VOLTAGE EQUIPMENT IS IN THE TASKS OF OPTIMUM MANAGEMENT THE MODES OF THE ELECTROENERGY SYSTEMS

P.D.Lezhniuk¹, O.V.Nikitorovich², O.E.Rubanenko¹,

¹ – Vinnytsia national technical university,

Khmelnyske shosse, 95, Vinnytsia, 21021, Ukraine,

² – Open Companies "Novosvit",

Stanislavskogo prov., 16, Vinnytsia, 21022, Ukraine.

Povrezhdaemost of autotransformers is investigational and methodology of determination of coefficient of their remaining resource is offered in the conditions of incompleteness of initial data. Formulas which allow to find the forecast value of this coefficient on current values one and by the retrospective values of other diagnostic parameters are got. Influence of account of the state of high-voltage equipment is considered on the choice of the technical providing of process of optimum management the modes of the electroenergy systems. References 2.

Keywords: coefficient of remaining resource, losses of active-power, electroenergy system.

1. Astakhov Yu.N., Lezhniuk P.D. The application of the criteria method in electric power engineering. – Kyiv: UMC VO, 1989. – 137 p. (Rus)

2. Astakhov Yu.N., Lezhniuk P.D. Primenenie tyeorii podobiya v zadachakh upravleniya normal nymi rezhimami elektroenergeticheskikh sistem // Izvestiia AN SSSR. Energetika i transport. – 1990. – №5. – Pp. 3–11. (Rus)

Надійшла 26.01.2012

Received 26.01.2012