

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Луцький національний технічний університет

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Вінницький національний технічний університет

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і
газу

Харківський Національний технічний університет

сільського господарства ім. П. Василенка

Національний технічний університет "Харківський
політехнічний інститут"



***Проблеми і перспективи енергозбереження в
комунальному господарстві та на
промислових підприємствах***

**Матеріали доповідей
V Всеукраїнського наукового семінару**

м. Луцьк, 15 травня 2015 р.

Рубаненко О.Є., Комар В.О., Сікорська О.В. АНАЛІЗ НОРМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ ЗАСОБАМИ НАТУРНО-ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	133
Рубаненко О. Є., Малогулко Ю. В. ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ.....	135
Рубаненко О. Є. , Романюк М. В., Рубаненко О. О. ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА РАННІЙ СТАДІЇ РОЗВИТКУ ДЕФЕКТУ.....	139
Собчук Д.С., Алексеєнко К.О. УТОЧНЕННЯ В ОБЛАСТІ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	144
Собчук Д.С., Дрождіна І.О. ОСНОВИ ЕНЕРГОАУДИТУ.....	147
Собчук Д.С., Карнаух Т.І. ТЕРМІНОЛОГІЧНІ УТОЧНЕННЯ В ОБЛАСТІ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	150
Собчук Д.С., Карпович І.Ю. ОСОБЛИВОСТІ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	152
Собчук Д.С., Клименко М.Б. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ЯК ВАЖЛИВИЙ АСПЕКТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	155
Собчук Д.С., Лебедєв І.О. КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ.....	157
Співак І.А. БІОГАЗОВІ УСТАНОВКИ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ.....	159

Література

1. Бурикін О. Б. Оптимізація режиму локальних електричних систем з відновлювальними джерелами енергії [Текст] / Бурикін О. Б., Малогулко Ю. В. // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Електротехніка та електротехнології». – 2013. – №2 - Вип. 15 (338). – С. 42-46. - ISSN 2074-2630.

2. Кулик В.В. Оптимізація перетікань активної та реактивної потужностей у розподільних електромережах засобами розосередженого генерування [Текст] / Кулик В.В., Бурикін О.Б., Малогулко Ю.В. // Вісник ВПІ. Енергетика та електротехніка. – 2014. - №1. – С. 90-93. - ISSN: 1997-9274.

3. Лежнюк, П.Д. Вплив інверторів СЕС на показники якості електричної енергії в ЛЕС / П.Д. Лежнюк, Рубаненко О.Є., І.О. Гунько // Вісник Хмельницького національного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2015. – №2. – С. 134-139.

УДК621.316

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА РАННІЙ СТАДІЇ РОЗВИТКУ ДЕФЕКТУ

О. Є. Рубаненко¹, к.т.н., доцент
М. В. Романюк², к.т.н., ст.викл.
О. О. Рубаненко³, к.т.н., доцент

¹Вінницький національний технічний університет

²Луцький національний технічний університет

³Вінницький національний агрономічний університет

Вступ

Мережі оперативного постійного струму (ОПС) є одними із найважливіших складових цих систем, зокрема гідроелектростанцій, і призначені для живлення пристроїв релейного захисту, сигналізації та автоматики, відповідальних механізмів власних потреб, аварійного освітлення, приводів високовольтних вимикачів і т. п. Важливість таких споживачів висуває високі вимоги до надійності мережі ОПС [1,3].

Існує багато пристроїв визначення пошкодженої кабельної лінії мережі ОПС, однак специфіка об'єкта контролю потребує: збільшення достовірності правильного визначення появи небезпечного зниження опору ізоляції на ранній стадії; визначення пошкодженого кабелю та забезпечення швидкого знаходження місця замикання при зниженні активного опору ізоляції полюса відносно землі до 20-0 кОм без додаткових перемикань в мережі; простоти і

надійності в експлуатації, безперервного контролю значення опору ізоляції; спрацьовування на сигнал; не погіршення параметрів мережі.

Отже, розвиток мікропроцесорних систем захистів електростанцій та підстанцій, чутливість яких висуває високі вимоги до рівня ізоляції мережі ОПС, а також світова тенденція щодо проведення відновлювальних та ремонтних робіт на обладнанні за потреби, на випередження, на основі реального і прогнозного стану устаткування (що дає змогу значно зекономити людські та матеріальні ресурси), а також нагальна практична потреба в найбільш повному забезпеченні зазначених вище вимог щодо властивостей та функцій пристроїв контролю ізоляції мережі ОПС спричинила постановку і проведення досліджень, опис і результати яких подані в цих тезах.

Мета роботи: вдосконалення методів визначення якості ізоляції мереж оперативного постійного струму на ранній стадії розвитку дефекту.

Результати досліджень

Результати досліджень зменшення опору ізоляції мереж ОПС

Отримані в 2007–2012 роках дані свідчать про те, що на стан ізоляції впливає вологість середовища, у якому відбувається експлуатація мережі ОПС. Вона прискорює процес старіння ізоляції. Серед факторів, що впливають на підвищення вологи в забрудненій ізоляції й у самому діелектрику, можна виділити дощ, росу, туман, паморозь.

На рис. 1 показаний фрагмент даних реєстраторів *ILW200*, на якому зафіксовано найбільш характерний для дощу розвиток замикання полюса контрольованої мережі на «землю» (на графіку показано зміну в часі значення опору додатного та від'ємного полюсів: вище горизонтальної осі зображено зміну опору додатного полюсу, нижче – від'ємного).

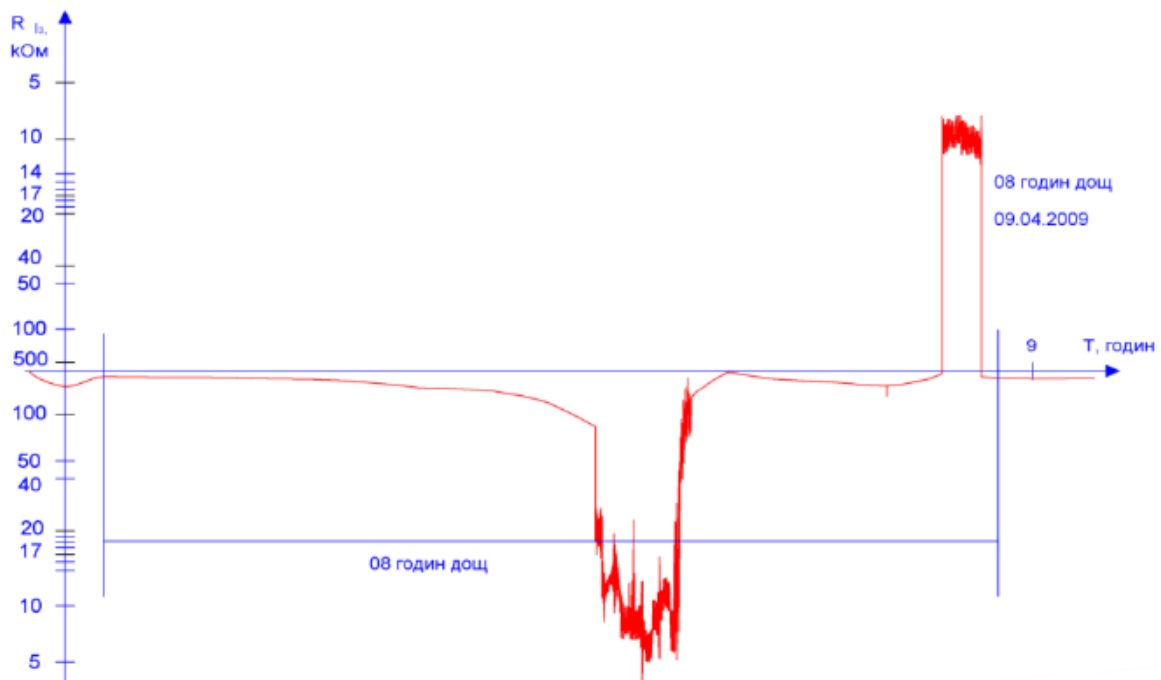


Рисунок 1 – Розвиток замикання полюса на землю під час дощу

Дослідженнями на електричних стаціях і підстанціях доведено, що ймовірність появи повторних замикань велика при уставці спрацьовування 20 кОм і вище.

Залежність імовірності появи повторного замикання на «землю» після першого замикання полюса на землю – 0,16 від загальної кількості замикань, тобто 22 замикання. При уставці 100 кОм – 0,31, тобто 42 замикання, а при 125 кОм – 43 замикання. Зрозуміло, що збільшення уставки від 100 кОм до 125 кОм недоцільне. Збільшення уставки з 20 кОм до 100 кОм буде ефективним, якщо пристрій контролю ізоляції дозволяє автоматично визначити пошкоджений кабель, у короткий час (15–20 хвилин) знайти місце замикань і усунути його. Збільшення уставки спрацьовування до 125-200 кОм невиправдане, тому що більш 64,7% таких знижень ізоляції через росу, дощу і т. п. закінчилися самостійним відновленням ізоляції і не призвели до більш низького зниження опору. Отже, короточасні зменшення опору полюса відносно «землі» до 100 кОм і менше можуть бути ознакою стійкого зменшення цього опору до 20 кОм і менше в майбутньому.

Використання нейро-нечіткого моделювання

Системи контролю опору ізоляції мережі ОПС, що існують на даний час, використовують у своїх розрахунках відомі математичні моделі, однак ці моделі мають досить суттєвий недолік – вони не можуть визначати і враховувати функціональні зв'язки між багатьма з їх контрольованих діагностичних параметрів одночасно, в одній математичній моделі (які, до того ж, часто є різноспрямованими). Ефективним інструментарієм для встановлення зазначених функціональних зв'язків, врахування різної за природою інформації та експертних знань у предметній області, є технологія нейро-нечіткого моделювання.

Зауважимо, що експертні знання можуть формуватись в результаті аналізу контрольованих діагностичних параметрів спеціалістами, які безпосередньо діагностують стан ізоляції мережі ОПС, що дає можливість встановлення причин виведення із експлуатації тієї чи іншої ділянки мережі ОПС. Під контрольованим діагностичним параметром розуміємо параметр, відхилення якого від норми сприяло виведенню ділянки мережі ОПС в ремонт.

Визначення ділянки із зниженим опором ізоляції мережі ОПС пропонується здійснювати шляхом розрахунку коефіцієнту якості її функціонування. Коефіцієнт якості функціонування ділянки мережі ОПС є комплексним параметром, який враховує не лише можливість мережі ОПС виконувати свої функції, а й можливість ефективно відновлювати ізоляцію після короточасних зменшень опору ізоляції. Розглянемо задачу знаходження коефіцієнта якості функціонування мережі ОПС залежно від кількості знижень значення опору ізоляції ($K_{ЗЗОІ}$), самого значення опору ізоляції ділянки мережі ОПС та часу самовідновлення ізоляції мережі ОПС після збурення (проходження сигналу):

$$k_{\text{як.функ.}} = a_{\Sigma} \cdot k_n \cdot k_z \cdot k_{\text{відн.}}, \quad (1)$$

де коефіцієнт кількості самовідновлень ізоляції після короточасних зменшень опору ізоляції визначається за виразом:

$$k_n = \frac{n_{\text{відн.}}}{n_{\text{сум}}}, \quad (2)$$

$n_{\text{сум}}$ – сумарна кількість КЗЗОІ мережі ОПС;

$n_{\text{відн.}}$ – сумарна кількість КЗЗОІ, після проходження яких, аварійних зменшень ізоляції не було;

коефіцієнт залишкового ресурсу по параметру опір ізоляції полюсу мережі ОПС визначається за виразом:

$$k_z = \frac{|Z_{\text{гран}} - Z_{\text{ном}}|}{|Z_{\text{поч}} - Z_{\text{гран}}|}, \quad (3)$$

$Z_{\text{гран}}$ – граничне нормативне значення опору ділянки мережі ОПС;

$Z_{\text{ном}}$ – значення опору мережі ОПС на момент контролю;

$Z_{\text{поч}}$ – початкове значення опору ділянки мережі ОПС (на момент введення в експлуатацію);

коефіцієнт відновлення опору ізоляції ділянки мережі ОПС визначається за виразом:

$$k_{\text{відн}} = \frac{Z_{\text{відн.}}}{Z_{\text{поч}}}, \quad (4)$$

$Z_{\text{відн.}}$ – значення опору мережі ОПС після самовідновлення;

$$a_{\Sigma} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \quad (5)$$

де a_1 , a_2 , a_3 – вагові коефіцієнти, які задаються експертами з власного досвіду, що характеризують вплив того чи іншого фактору в залежності від особливостей мережі ОПС і враховують особливості умов експлуатації, а саме: a_1 – коефіцієнт, який, враховує вплив кількості відновлень після проходження сигналів; a_2 – коефіцієнт, який, враховує вплив опору ізоляції ділянки мережі ОПС; a_3 – коефіцієнт, який, враховує вплив відновлення опору ізоляції ділянки мережі ОПС.

Формування початкових навчальних даних було здійснено наступним чином. Для трьох вхідних параметрів моделі, які змінювались випадковим чином від 0 до 1, був визначений коефіцієнт якості функціонування ділянки мережі ОПС. Для зручності застосування даних і спрощення поточних розрахунків у системі комп'ютерної математики MATLAB. Повна таблиця містить розглянуті варіанти сполучень діагностичних параметрів та відповідних ним значень коефіцієнту якості функціонування ділянки мережі ОПС. Три вхідних параметри моделі – коефіцієнти, які відповідають трьом контрольованим діагностичним параметрам. Для збільшення точності визначення коефіцієнту якості функціонування можна збільшувати кількість діагностичних параметрів.

Математична модель коефіцієнта якості функціонування мережі ОПС є системою логічних рівнянь в загальному вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ЯКЩО } k_n \in \text{"нормальне"} \text{ ТА } k_Z \in \text{"нормальне"} \text{ ТА } k_{\text{відн}} \in \text{"нормальне"} \text{ ТО} \\ k_{\text{я.функ.}} = a_{11} \cdot k_n + a_{12} \cdot k_Z + a_{13} \cdot k_{\text{відн}} \\ \text{ЯКЩО } k_n \in \text{"незначне відхилення"} \text{ ТА } k_Z \in \text{"незначне відхилення"} \text{ ТА } k_{\text{відн}} \in \text{"незначне відхилення"} \text{ ТО} \\ k_{\text{заг.зал.рв}} = a_{21} \cdot k_n + a_{22} \cdot k_Z + a_{23} \cdot k_{\text{відн}} \\ \text{ЯКЩО } k_n \in \text{"передаварійне"} \text{ ТА } k_Z \in \text{"передаварійне"} \text{ ТА } k_{\text{відн}} \in \text{"передаварійне"} \text{ ТО} \\ k_{\text{заг.зал.рв}} = a_{31} \cdot k_n + a_{32} \cdot k_Z + a_{33} \cdot k_{\text{відн}} \\ \text{ЯКЩО } k_n \in \text{"аварійне"} \text{ ТА } k_Z \in \text{"аварійне"} \text{ ТА } k_{\text{відн}} \in \text{"аварійне"} \text{ ТО} \\ k_{\text{заг.зал.рв}} = a_{41} \cdot k_n + a_{42} \cdot k_Z + a_{43} \cdot k_{\text{відн}} \end{array} \right.$$

Для кожної вхідної змінної нейро-нечіткої моделі використовувались по чотири лінгвістичні терми з Гаусовими функціями належності, що представлені виразом (6) [2]:

$$k_{\text{pec.il}} = f(x_{il}; \sigma_{il}; c_{il}) = e^{-\frac{(x_{il}-c_{il})^2}{2 \cdot \sigma_{il}^2}}, \quad (6)$$

де: σ_{il} та c_{il} – числові параметри, σ_{il}^2 – в теорії ймовірності називається дисперсією розподілу, а другий параметр c_{il} – математичним очікуванням, i_l – вхідний фактор нейро-нечіткої моделі, який відповідає діагностичному параметру, x_{il} – значення i_l -го вхідного фактора моделі: $x_1=k_n$, $x_2=k_Z$, $x_3=k_{\text{відн}}$.

Для опису стану ізоляції мережі ОПС, використовуються такі терми, як: «нормальні» значення параметру, «незначні відхилення» значення параметру, «передаварійні» значення параметру, «аварійні» значення параметру.

Висновки

Запропонований метод визначення зниження опору ізоляції мережі оперативного постійного струму на ранній стадії його розвитку, який дозволяє попередити розвиток аварійних ситуацій і дає змогу провести завчасну заміну, ремонт, налаштування мережі ОПС.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЗЧИК:

- А**
Алексеєнко К.О. 144
- Б**
Бандура І.О. 7, 10, 14, 16,20, 23, 26,46
Бацала Я.В. 44
Бондарук В.В. 65
Бондаренко В.О. 112
- В**
Вінцюк О.В. 30, 32
Вісин О.О. 33
Волинець В.І. 37, 40, 71, 126
Видмишин В.А.,98
- Г**
Гадай В.О. 7, 63
Гадай А.В. 37, 40
Грицюк І.В. 10, 14,16, 20, 23,46
Грицюк Ю.В.10, 14,16, 20, 23,46
Грицик І.М. 68
Гладь І.В. 44
Глинський Д.В. 14
Гунько І.О. 102
- Д**
Давиденко Н.В. 60
Давмденко Л.В. 52, 55, 58
Демов О.Д. 88
Дмитроца С.А. 26, 55
Дмитришен О.М. 129
Добровольська Л.Н. 63, 65, 68, 71, 74
Дрождіна І.О. 147
- К**
Касьянко О.В. 76
Карпович І.Ю. 152
Карнаух Т.І. 150
Клименко М.Б. 155
Коменда Н.В. 79
Коменда Т.І. 79
Кость І.А. 33
Кугін В.М. 82
Куць Н.Г. 85
Кубський І.П. 20, 58
Кравчук С.В. 95
Ковальов В.М. 14
Костюк Д.М. 16
- Л**
Лежнюк П.Д. 88, 92, 95, 98, 102
Лесько В.О. 92
Лебедєв І.О. 157
Лук'янчук Р.М. 65
- М**
Мацейко В.В. 111
Малиняк І.М. 107
Малогулко Ю.В. 135
Мороз О.М. 112
Мисенко С.В. 82.
- Н**
Нечипорук А.Л. 68
- О**
Оліферчук О.І. 74
Оксенюк М.А. 46
- П**
Падалко А.М. 116, 120
Падалко Н.Й. 116, 120
Падалко Г.А. 123
Півнюк Ю.Ю. 88
- Р**
Розен В.П. 126
Романюк М.В. 71, 126, 139
Рубаненко О.О. 129, 139
Рубаненко О.Є. 82, 98, 102, 133, 135, 139
- С**
Сармуле Х.І. 23
Сніжко А.В. 74
Собчук Д.С. 144, 147, 150, 152, 155, 157
Співак І.А. 159
Сікорська О.В. 133
- Ч**
Черемісін М.М. 112
Черкашина В.В. 112