

## ДІАГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ У РОЗПОДІЛЬНИХ ЛІНІЯХ З РОЗ'ЄДНУВАЧАМИ РЛК-10

Мірошник О. В., Коробка В. О.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка**У статті аналізуються переваги розподільних повітряних ліній 6-10 кВ з роз'єднувачами нового покоління РЛК-10 щодо пошуку пошкоджень.*

**Постановка проблеми.** Аварії в лініях 6-10 кВ призводять до недовідпуску електричної енергії, а відповідно і до значних матеріальних збитків. Одним із напрямків розв'язання проблеми може бути секціонування мереж за допомогою автоматичних секціонувальних пунктів. Однак реалізація такого технічного рішення на базі реклоузерів вимагає значних інвестицій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зменшення величини недовідпуску електроенергії можливе або за рахунок скорочення тривалості пошуку пошкодження та відновлювальних робіт, або за рахунок забезпечення резервного живлення споживачів, або за рахунок локалізації частини мережі з пошкодженням. Зараз в експлуатації масово розповсюджені розгалужені розподільні лінії з лінійними роз'єднувачами в магістралі та на відгалуженнях для можливості ручної комутації з метою зміни конфігурації мережі. Ці лінії, як правило, не мають ніяких додаткових засобів автоматизації. З метою зменшення недовідпуску електроенергії у разі виникнення к.з. в лінії пропонувалось кілька засобів підвищення надійності електропостачання:

- покажчики пошкодження;
- лінія, обладнана системою моніторингу мереж;
- лінія з реклоузерами.

В [1, 2] пропонується секціонування розподільної мережі за допомогою роз'єднувачів нового покоління РЛК-10, які орієнтовані на роботу як з ручним, так і з двигунним приводом типу ПДЖ-1 і можуть здійснювати автоматично локалізацію окремих пошкоджених ділянок електричної мережі під час створюваної лінійним вимикачем на підстанції безструмової паузи в циклах АПВ (за принципом роботи відокремлювачів в мережах напругою 35-110 кВ).

**Мета статті.** Метою статті є оцінка експлуатаційних витрат на діагностування пошкоджень в розподільних повітряних лініях 6-10 кВ з роз'єднувачами нового покоління РЛК-10.

**Основні матеріали дослідження.** Для зменшення невизначеності в процесі прийняття рішення щодо стратегії дій ОВБ з пошуку пошкодження диспетчеру потрібна, крім факту спрацювання вимикача лінії на підстанції, додаткова інформація щодо зони пошкодження. В лінії з покажчиками пошкоджених ділянок інформація про пошкодження можна отримати тільки наблизившись до опори з встановленим покажчиком пошкодженої ділянки, що не надає додаткової інформації на стадії вибору стратегії пошуку пошкодження. Для оцінки ефективності решти перерахованих засобів автоматизації розподільних мереж потрібно порівняти їх вплив на величину експлуатаційних витрат

на діагностичні заходи, на тривалість перерв електропостачання та на величину збитків від недовідпуску електроенергії.

Алгоритм роботи автоматизованих роз'єднувачів [1] в аварійних режимах передбачає спрацювання секціонувального роз'єднувача з двигунним приводом у безструмову паузу після другого циклу АПВ, оскільки перший цикл АПВ дозволяє усунути основну масу нестійких пошкоджень. Структурна побудова алгоритму роботи автоматизованих роз'єднувачів може відрізнитися в залежності від варіантів секціонування лінії (різна кількість роз'єднувачів, встановлення на магістралі, відгалуженнях, можливість ручного ввімкнення резерву).

Всебічний аналіз переваг і недоліків автоматизації розподільної мережі шляхом установки роз'єднувачів РЛК-10 з двигунним приводом, порівняно з реклоузерами, показує, що мережа з роз'єднувачами РЛК-10 потребує значно менших інвестицій в лінійну комутаційну апаратуру, хоча в [1] не враховано, що для контролю наявності напруги в мережі кожен роз'єднувач має бути обладнаний датчиками напруги, а для роботи двигунного приводу роз'єднувача потрібне джерело живлення, а це потребує додаткових інвестицій. Додаткових інвестицій потребує також система телеінформації та телесигналізації від автоматизованих роз'єднувачів, без якої диспетчер не матиме в режимі реального часу інформації щодо локалізованої роз'єднувачем пошкодженої ділянки лінії, інакше можливості діагностичної функції автоматизованої розподільної лінії з роз'єднувачами РЛК-10 будуть залишатися такими ж, як і для лінії з неавтоматизованими роз'єднувачами, за винятком візуального контролю стану роз'єднувача під час огляду ОВБ аварійно вимкненої лінії. Таким чином, приведені витрати на розподільну лінію без засобів автоматизації можна оцінити за виразом

$$Z = EK_n + B, \quad (1)$$

де  $K_n$  – капітальні вкладення в неавтоматизовану лінію;

$B$  – щорічні витрати;

$E$  – норматив дисконтування.

Якщо в діючій лінії замість встановлених лінійних роз'єднувачів монтуються автоматизовані роз'єднувачі, то приведені витрати доцільно розраховувати [3] за виразом

$$Z = E \sum_{i=1}^T (K_{\text{л}} - K_{\text{лік}} + K_t + B_t) / (1 + E)^i + B_{\text{н}}, \quad (2)$$

де  $K_t$  – капітальні вкладення в автоматизовані роз'єднувачі в поточному році  $t$ ;

$K_{\text{лік}}$  – ліквідна вартість демонтованих з лінії роз'єднувачів, заміненних на автоматизовані роз'єднувачі;

$B_t$  – річні витрати поточного року  $t$ ;

$t$  і  $T$  – поточний та останній роки розрахункового періоду;

$B_{\text{н}}$  – витрати періоду нормальної експлуатації, починаючи з року  $t = T + 1$ .

Річні експлуатаційні витрати на обслуговування автоматизованих роз'єднувачів мають бути більшими, порівняно з неавтоматизованими, внаслідок більшої конструктивної складності. Але мають зменшитись експлуатаційні витрати на пошук аварійних пошкоджень, які складаються в основному з витрат на транспорт та витрат на заробітну платню персоналу ОБВ під час об'їзду ОБВ  $n$  ділянок лінії та виконання в електромережі  $m$  необхідних оперативних перемиць:

$$B = (c \cdot g / 100 + a) \sum_{i=1}^n L_i + p \sum_{j=1}^m y_j T_j, \quad (3)$$

де  $c$  – вартість автомобільного пального, грн./л;  
 $g$  – питомі витрати автомобільного пального, л/100 км;

$a$  – амортизаційні відрахування на автотранспорт, грн./км;

$L_i$  – відстань  $i$ -го переїзду ОБВ, км;

$p$  – кількість членів бригади, осіб;

$y_j$  – кількість умовних одиниць (у.о.) на виконання  $j$ -ї комутаційної операції в мережі;

$T_j$  – тариф на виконання 1 у.о.  $j$ -ї комутаційної операції, грн./у.о.

Для ілюстрації роботи математичної моделі (3) в табл. 1 на прикладі зображеної на рис. 1 схеми лінії з автоматизованими роз'єднувачами на відгалуженнях (РЛ1, РЛ3, РЛ5) та в магістралі (РЛ4) наведено алгоритм розрахунку експлуатаційних витрат в процесі діагностичних операцій з виявлення пошкодженої ділянки у разі к.з. в точці  $k$  в аварійно вимкненій розподільній ПЛ. Аналогічно доцільно розглянути варіант установки автоматизованого роз'єднувача РЛ2 в магістралі (рис. 2) замість РЛ4.

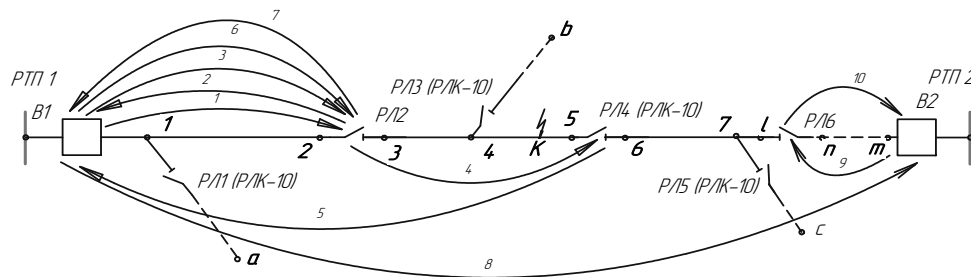


Рисунок 1 - Схема процесу діагностування аварійно вимкненої повітряної лінії

Таблиця 1 – Розрахунок експлуатаційних витрат в процесі діагностування лінії з автоматизованими роз'єднувачами на відгалуженнях (РЛ1, РЛ3, РЛ5) та в магістралі (РЛ4)

Номер кроку процесу	Номер переїзду	Номер операції	Операції		Розрахунок експлуатаційних витрат (показник ефективності, змінна частина)
			Комутаційний апарат	Характер	
1	2	3	4	5	6
1	1	I	РЛ2	Вимикання	$B = (c \cdot g / 100 + a) \sum_{B1}^{P/Л2} L_i + p y_{P/Л2} T_{P/Л2}$
	2	II	В1	Вмикання	$B = (c \cdot g / 100 + a) \sum_{P/Л2}^{B1} L_i + p y_{B1} T_{B1}$
	-	III	В1	Вимикання	Спрацювання ресурсу
2	3	IV	РЛ2	Вмикання	$B = (c \cdot g / 100 + a) \sum_{B1}^{P/Л2} L_i + p y_{P/Л2} T_{P/Л2}$
	4	V	РЛ4	Вимикання	$B = (c \cdot g / 100 + a) \sum_{P/Л2}^{P/Л4} L_i + p y_{P/Л4} T_{P/Л4}$
	5	VI	В1	Вмикання	$B = (c \cdot g / 100 + a) \sum_{P/Л4}^{B1} L_i + p y_{B1} T_{B1}$
	-	VII	В1	Вимикання	$B = p y_{B1} T_{B1}$

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
3	6	VIII	РЛ2	Вимикання	$B = (c \cdot g/100 + a) \sum_{B1}^{PЛ2} L_i + p y_{PЛ2} T_{PЛ2}$
	7	IX	В1	Вмикання	$B = (c \cdot g/100 + a) \sum_{PЛ2}^{B1} L_i + p y_{B1} T_{B1}$
	8	X	В2	Вимикання	$B = (c \cdot g/100 + a) \sum_{B1}^{B2} L_i + p y_{B2} T_{B2}$
	9	XI	РЛ6	Вмикання	$B = (c \cdot g/100 + a) \sum_{B2}^{PЛ6} L_i + p y_{PЛ6} T_{PЛ6}$
4	10	XII	В2	Вмикання	$B = (c \cdot g/100 + a) \sum_{PЛ6}^{B2} L_i + p y_{B2} T_{B2}$

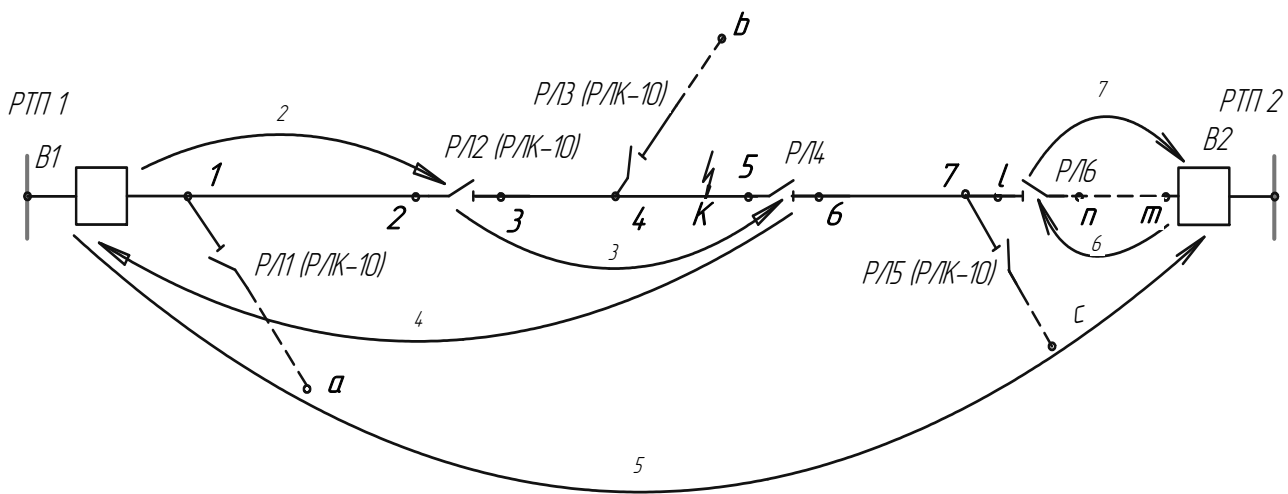


Рисунок 2 - Схема процесу діагностування аварійно вимкненої повітряної лінії з автоматизованими роз'єднувачами РЛ1, РЛ2, РЛ3, РЛ5

**Висновки.** Для оцінки ефективності обладнання лінії автоматизованими роз'єднувачами, порівняно з іншими засобами підвищення надійності електропостачання (показники пошкодження, системи моніторингу розподільної мережі, реклоузери) потрібно порівняти їх вплив не тільки на тривалість перерв електропостачання та величину збитків від недовідпуску електроенергії, а і на величину експлуатаційних витрат на діагностичні заходи.

#### Список використаних джерел

1. Буйний Р. О. Застосування роз'єднувачів нового покоління у схемах автоматизованого секціонування розподільних мереж напругою 6-10 кВ / Р. О. Буйний, І. В. Діхтярук, Ю. О. Калужний, А. О. Квицинський // Енергетика та електрифікація. – 2013. - № 4. - С. 34-40.
2. Разъединители наружной установки на 10 кВ: Каталог. Завод электротехнического оборудования. – Великие Луки. – 2010. – 18 с.
3. Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика / ГКД 340.000.001-95. К., 1995.- 34 с.

#### Аннотация

### ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ С РАЗЪЕДИНИТЕЛЯМИ РЛК-10

Мирошник А. В., Коробка В. А.

*В статье анализируются преимущества поиска поврежденных в распределительных воздушных линиях 6-10 кВ с разъединителями нового поколения РЛК-10.*

#### Abstract

### DIAGNOSTICATING OF DAMAGES IN DISTRIBUTIVE LINES WITH DISCONNECTORS OF РЛК-10

O. Miroshnyk., V. Korobka

*In the article advantages of search of damages are analysed in distributive air-tracks 6-10 kV with the disconnectors of new generation of РЛК-10.*