

РЕКЛОУЗЕР В СИСТЕМІ ДІАГНОСТУВАННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ СІЛЬСЬКИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

Мірошник О. В., Котляр О. А.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проаналізовано можливості реклоузерів як діагностувальних засобів в системах електропостачання сільських споживачів електроенергії.

Постановка проблеми. Сільські розподільні електричні мережі напругою 10 кВ характеризуються значною довжиною і розгалуженістю, а також низьким ступенем автоматизації та резервування, порівняно з електричними мережами вищих класів напруги. Як результат, розподільні повітряні лінії електропередачі (ЛЕП) 10 кВ залишаються основними джерелами аварійності, за даними [2] на них припадає 90% загального показника аварійного недовідпуску електроенергії. Одним із ефективних методів підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів стає секціонування електричних мереж з використанням реклоузерів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [1, 4] наводяться показники надійності роботи електричних мереж та досліджуються фактори впливу на надійність. В роботі [5] досліджується підвищення надійності електричних мереж у разі розміщення в них реклоузерів, та аналізуються моделі визначення оптимальної кількості реклоузерів для секціонування розподільних електричних мереж. Показано, що секціонування розподільних електричних мереж 10 кВ за допомогою реклоузерів, як основи ПАС (пунктів автоматичного секціонування), дозволить в аварійних режимах при к.з. в мережах вимикати не всю ПЛ, а лише її частину, за рахунок чого частина споживачів, що живляться від невимкненої частини лінії, не втрачуть живлення.

Мета статті. Метою даної роботи є аналіз можливостей реклоузерів як діагностувальних засобів в системах електропостачання сільських споживачів електроенергії.

Основні матеріали дослідження. Проаналізуємо функціональні можливості реклоузерів з точки зору

діагностування пошкодження в сільських розподільних електричних повітряних ліній 10 кВ. Сформулюємо математичну модель установки пунктів автоматичного секціонування на базі реклоузерів для секціонування ПЛ з метою, в першу чергу, діагностування аварійних режимів та пошуку місця пошкодження в ПЛ, не враховуючи на даному етапі основний ефект від установки реклоузерів, який полягає у зниженні величини та тривалості вимкненого навантаження.

Експлуатаційні витрати на діагностування пошкодження в радіальній ПЛ складаються в основному з витрат на транспорт та витрат на заробітню платню членам ОВБ:

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

де c – вартість палива для автотранспорту, грн./л;
 q – питомі витрати палива, л/100 км;
 a – амортизаційні відрахування на автотранспорт, грн./км;

L_i – відстань i -го переїзду ОВБ, км;

p – кількість членів бригади, осіб;

y_j – кількість умовних одиниць роботи на виконання j -ї комутаційної операції, у.о.;

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

Для проведення досліджень нами розроблена статистична модель розподільної ПЛ 10 кВ за результатами проведеної статистичної обробки основних характеристик повітряних ліній 10 кВ АК Харківобленерго (основні параметри наведені в таблиці 1.)

Таблиця 1 – Результати статистичної обробки даних щодо повітряних ліній напругою 10кВ

Характеристика елементів розподільних електричних мереж 10 кВ	Одиниця вимірювання	Значення параметра
Довжина ПЛ 10 кВ		
- математичне сподівання $M[L_{10}]$	км	13,5
- середньоквадратичне відхилення, $\sigma[L_{10}]$	км	5,1
Кількість ТП10/0,4кВ в лінії		
- математичне сподівання $M[N_{тп}]$	шт.	8,6
- середньоквадратичне відхилення, $\sigma[N_{тп}]$	шт.	5,9
Середня кількість пунктів вимикання в ПЛ N_n	шт.	3,3

Таким чином, може бути прийнята статистична модель розподільної ПЛ 10 кВ, яка має довжину 13,5 км, від неї живляться 9 ТП 10/0,4 кВ, в лінії встановлені 4 пункти вимикання на роз'єднувачах (рис.1).

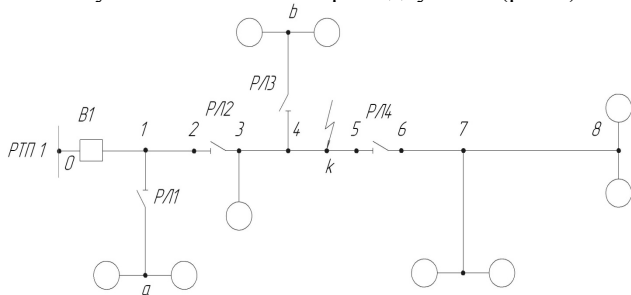


Рисунок 1 – Статистична модель радіальної розгалуженої ПЛ 10 кВ

Розглянемо процес пошуку місця пошкодження в ПЛ без ПАС. Діагностування пошкоджень в аварійно вимкнених розподільних ПЛ може передбачати кілька стратегій:

- послідовний поділ ліній роз'єднувачами у міру збільшення відстаней від джерела живлення (РТП 35/10 кВ) до місця їхнього встановлення;

- мінімізація недовідпуску електроенергії протягом процесу пошуку місця пошкодження;

- якнайшвидше відновлення електропостачання відповідальних споживачів.

Процес діагностування аварійно вимкненої ПЛ найчастіше виконується методом послідовного ділення знеструмленої лінії шляхом почергового вимикання роз'єднувачів в пунктах вимикання та пробної подачі напруги на лінію до того моменту, коли буде виявлено пошкоджену ділянку, після чого ОВБ починає огляд пошкодженої ділянки для виявлення місця пошкодження. Порядок операцій пошуку пошкодження проілюстровано на рис. 2 та в табл. 2.

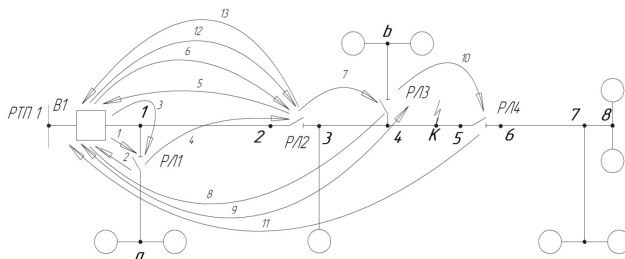


Рисунок 2 – Переїзди ОВБ в процесі діагностування аварійно вимкненої лінії

Таблиця 2 – Комутаційні операції в процесі діагностування аварійно вимкненої лінії (РТП без чергового персоналу)

Номер кроку процесу	Номер переїзду (рис. 2)	Номер операції	Операції			Інформація щодо пошкодження/номер ділянки
			Комутаційний апарат	Характер	Мета (результат)	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	I	РЛ1	Вимикання	Поділ мережі	немає/1-а
	2	II	В1	Вмикання	Випробування	
	-	III	В1	Вимикання	Автоматичне вимикання к.з.	
2	3	IV	РЛ1	Вмикання	Відновлення схеми	немає/0-2
	4	V	РЛ2	Вимикання	Поділ мережі	
	5	VI	В1	Вмикання	Випробування	
3	-	VII	В1	Вимикання	Підготовка до випробування	немає/4-б
	6	VIII	РЛ2	Вмикання		
	7	IX	РЛ3	Вимикання	Поділ мережі	
	8	X	В1	Вмикання	Випробування	
	-	XI	В1	Вимикання	Автоматичне вимикання к.з.	
4	9	XII	РЛ3	Вмикання	Відновлення схеми	є/3-5
	10	XIII	РЛ4	Вимикання	Поділ мережі	
	11	XIV	В1	Вмикання	Випробування	
	-	XV	В1	Вимикання	Автоматичне вимикання к.з.	

У разі установки в ПЛ лише одного ПАС на базі реклоузера, наприклад, замість пункту вимкнення на роз'єднувачі РЛ2 процес діагностування пошкодження в лінії помітно спрощується, оскільки при к.з. в точці К спрацює на вимкнення не вимикач В1 в голові лінії, а вимикач ПАС. Тому пошук місця пошкодження в аварійно вимкненій лінії почнеться з вимкнення роз'єднувача РЛ3, що суттєво скоротить як тривалість діагностичних операцій, так і витрати палива на автотранспорт. Операції пошуку місця аварійного пошкодження проілюстровано на рисунку 3 та в таблиці 3.

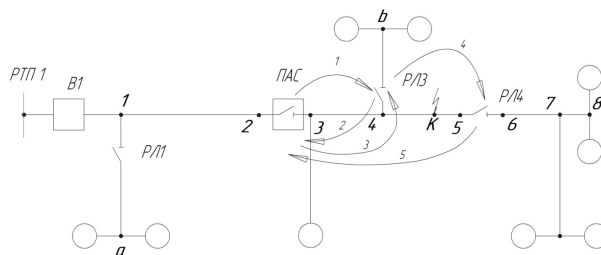


Рисунок 3 – Переїзди ОВБ в процесі діагностування аварійно вимкненої лінії, секціонованої реклоузером

Таблиця 3 – Комутаційні операції в процесі діагностування аварійно вимкненої лінії, обладнаної ПАС (РТП без чергового персоналу)

Номер кроку процесу	Номер переїзду (рис. 3)	Номер операції	Операції			Інформація щодо пошкодження/ номер ділянки
			Комутаційний апарат	Характер	Мета (результат)	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	I	РЛ3	Вимкнення	Поділ мережі	немає/4-б
	2	II	ПАС	Вмикання	Випробування	
	-	III	ПАС	Вимкнення	Автоматичне вимкнення к.з.	
2	3	IV	РЛ3	Вмикання	Відновлення схеми	є/3-5
	4	V	РЛ4	Вимкнення	Поділ мережі	
	5	VI	ПАС	Вмикання	Випробування	
	-	VII	ПАС	Вимкнення	Автоматичне вимкнення к.з.	

Висновки. Таким чином, порівняння обсягів діагностичних заходів щодо пошуку аварійної ділянки в ПЛ 10 кВ з секціонуванням реклоузером і без пунктів автоматичного секціонування на прикладі статистичної моделі ЛЕП 10 кВ показує, що у разі установки одного реклоузера кількість кроків процесу пошуку аварійної ділянки зменшується з чотирьох до двох, а кількість переїздів ОВБ з п'ятнадцяти до семи. Отже секціонування сільських розподільних ліній 10 кВ за допомогою реклоузерів крім підвищення надійності електропостачання споживачів ще і значно спрощує процес діагностування коротких замикань, зменшує витрати праці ОВБ.

Список використаних джерел

1. Прус В. Л. Повышение надежности сельских электрических сетей / В. Л. Прус, В. В. Тисленко. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1989. – 208 с. : ил.-(Промышленность селу)
2. Шкура В. П. Состояние аварийности в распределительных электрических сетях. / Электрические сети и системы. - 2010, №2. - С. 8-25.
3. Петров П. В. Реклоузер вакуумный РВА/TEL-10 / Электрические сети и системы. - 2005, №6, с. 16-22.
4. Ганус А. И. Динамика изменения параметра потока отказов линий электропередачи разных номинальных напряжений / А. И. Ганус, К. А. Старков.- Электрические сети и системы. - 2010, №2. - С. 80-86.

5. Гай А. В. Математическая модель размещения коммутационных аппаратов в условиях рыночных отношений между электроснабжающей компанией и потребителем / В. А. Гай, В. В. Козирский, Б. В. Кузьменко. - Электрификация та автоматизация сільського господарства. - 2005, №3. - С. 40-52.

Аннотация

РЕКЛОУЗЕР В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Мирошник А. В., Котляр А. А.

Проанализированы возможности реклоузеров как диагностических средств в системах электро-снабжения сельских потребителей электроэнергии.

Abstract

THE RECLOSER IN THE DIAGNOSTIC SYSTEM FOR THE RURAL DISTRIBUTION OF AIR-LINES OF

O. Miroshnyk, O. Kotlyar

Possibilities are analysed of the opportunities of recloser as diagnostic tools in power supply systems for rural consumers of electrical energy.