

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ З СЕКЦІЙНИМ ВИМИКАЧЕМ ЛІНІЇ 0,38 кВ

Гончар М. І., Попадченко С. А.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Наведено додаткові параметри щодо практичного використання лінійного регулятора напруги типу ВДТ з секційним вимикачем, установленим в лінії 0,38 кВ.

Постановка проблеми. В діючих сільських мережах 0,38 кВ, не поодинокі випадки, коли відхилення напруги виходять за нижній рівень мінус (20...30) % U_n , що недопустимо і величина відхилення виходить за межі чинного ГОСТ 13109 – 97 (ДСТУ 13109 – 95) [1] $\pm 5\% U_n$. Значні, по величині, відхилення напруги призводять до виходу із ладу побутової техніки: холодильників, радіоапаратури. Однією з причин значних відхилень напруги є те, що лінії були побудовані з урахуванням діючого на той час ГОСТ з допустимим відхиленням $\pm 7,5\% U_n$ і навіть $\pm 12,5\% U_n$ та ростом побутового навантаження, і як наслідок збільшенням втрат напруги. Постає питання покращення якості напруги. Одним із технічних рішень є рекомендації [2, 4, 6] щодо використання лінійних регуляторів напруги виконаних на базі сухих трансформаторів напруги типу ТСН 380/38 В. В роботах [2, 4, 5] основна увага приділялась теоретичному обґрунтуванню доцільності використання ВДТ та схемним рішенням і недостатньо визначені експлуатаційні та конструктивні можливості, вибір місця установки, визначення зони дії, чутливості захисту стосовно мінімальної величини струмів к.з.

Мета статті. Теоретично обґрунтувати та розробити конструкцію установки для автоматичного регулювання напруги і секціонування чотирипровідної лінії 0,38 кВ.

Основні матеріали дослідження. Якщо допустити, що активне навантаження розділено рівномірно по лінії 0,38 кВ і магістральна частина виконана одного перерізу, то втрати напруги визначаються за формулою [1]:

$$\Delta U = r_0 \frac{P \cdot L}{2U_n}, \text{В} \quad (1)$$

де r_0 – питома величина активного опору проводу, Ом / км;

L – довжина магістральної частини лінії електропередачі, км;

P – розрахункове навантаження головної ділянки лінії, кВт;

U_n – номінальна напруга, 0,38 кВ.

Щоб відхилення напруги на затискачах споживачів не вийшли за допустимі рівні $\pm 5\%$, втрати напруги в лінії повинні бути менші допустимої величини [2]:

$$\Delta U_g \% = \delta U_{0,4(\max)} + 5 \quad (2)$$

де $\delta U_{0,4(\max)}$ – відхилення напруги на шинах 0,4 кВ трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ в режимі максимальних навантажень, %.

Допустима довжина чотирипровідної лінії з рівномірним навантаженням після перетворення (1) з урахуванням (2) визначається за формулою:

$$L_g = \frac{20 \Delta U_g \% \cdot U^2}{r_0 \cdot P}, \text{км} \quad (3)$$

Якщо лінія приєднується до виходу із ТП на деякій відстані ℓ_0 то допустима довжина лінії визначається за формулою:

$$L_g = \frac{20 \Delta U_g \% \cdot U^2}{r_0 \cdot P} - 2\ell_0, \text{км} \quad (4)$$

Припустимо що лінія 0,38 кВ виконана проводом марки А50 з питомим опором 0,576 Ом / км. За цих умов допустима довжина лінії в якій відхилення напруги не вийдуть за норму, мінус 5%, визначається за формулою:

$$L_g = \frac{20 \cdot 0,38^2 \cdot \Delta U_g \%}{0,576 \cdot P} = \frac{5 \cdot \Delta U_g \%}{P}, \text{км} \quad (5)$$

На рис. 1 наведена залежність довжини лінії 0,38 кВ з рівномірним навантаженням від активного навантаження.

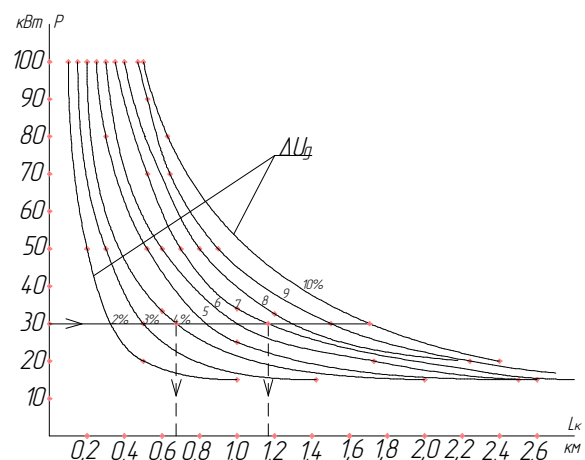


Рисунок 1 - Залежність довжини лінії 0,38 кВ з рівномірно розподіленим навантаженням від потужності і допустимої втрати напруги (провід марки А50 – 0,576 Ом/км).

Якщо втрати напруги виходять за межі, наприклад 4%, рис 1., при довжині лінії 1,2 км, а прохідна потужність, за межами допустимої довжини становить 30кВт. При добавці напруги 5% розрахункова потужність регулятора напруги:

$$S_p = \frac{S_{np} \cdot \Delta E\%}{100} = \frac{30 \cdot 5}{100} = 1,5 \text{кВА} \quad (6)$$

де S_{np} – прохідна потужність в лінії 0,38 кВ;
 ΔE – добавка напруги регулятора, %.

На рис. 2 наведена принципова електрична схема, а на рис. 3 установка на опорі пристрою автоматичного регулювання напруги, з використанням сухого трансформатора типу ТСН 380/38 В, з підключенням підмагнічувальної обмотки по схемі "зірка нуль" на напругу 220 В.

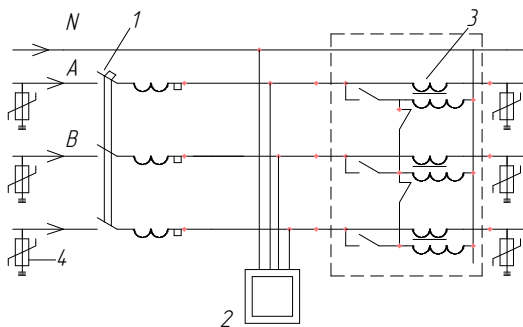


Рисунок 2 - Принципова електрична схема пристрою автоматичного регулювання напруги в лінії 0,38 кВ і секційним автоматичним вимикачем, де
 1 – автоматичний вимикач з електромагнітним і тепловим розчіплювачами;
 2 – блок управління;
 3 – вольтододатковий трансформатор;
 4 – обмежувач перенапруг.

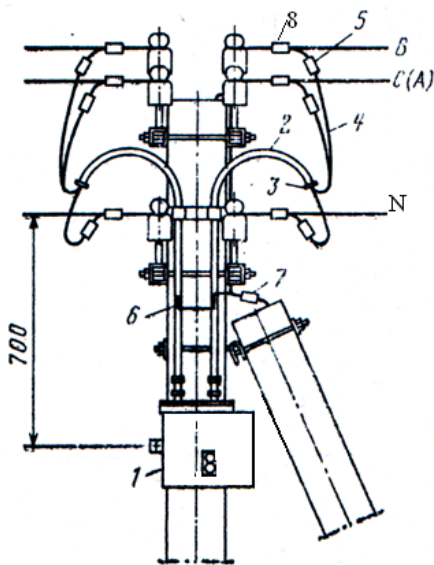


Рисунок 3 - Установка на опорі 0,4 кВ лінійного пристрою автоматичного регулювання напруги з секційним автоматичним вимикачем

- 1 – металевий ящик с секційним вимикачем і ВДТ;
- 2 – металева труба з ізовльованими проводами фаз та кріпленням;
- 3 – кінцева втулка ;
- 4 – провід марки АПВ;
- 5 – зажим відгалуження;
- 6 – сталевий заземлюючий провідник діаметром 6 мм;
- 7 – зажим болтовий плащечний;
- 8 – обмежувач перенапруг (ОПН).

Через послідовну обмотку буде протікати струм:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{30}{1,73 \cdot 0,38} = 45,6 \text{А} \quad (7)$$

Таким чином, потужність вольтододаткового трансформатора повинна бути в межах:

$$S_{ВДТ} = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot U_n = \sqrt{3} \cdot 45,6 \cdot 0,38 = 3 \text{кВА.}$$

На рис. 4 наведена епюра зміни рівня напруги у споживачів лінії 0,38 кВ до та після місця установки пристрою автоматичного регулювання напруги з секційним автоматичним вимикачем. Символи А, В, С, Д на рис. 4 означають рівні напруги:

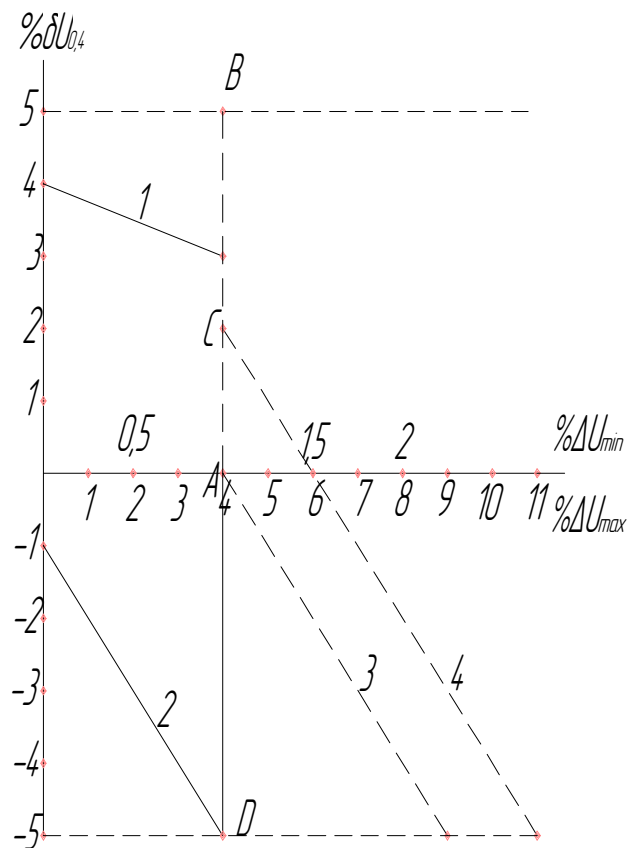


Рисунок 4 - Епюра зміни рівня напруги у споживачів в лінії 0,38 кВ із встановленим пристроєм регулювання напруги типу ВДТ, де 1-2 – рівні напруги відповідно мінімальних і максимальних навантажень;

- 3 – зміна рівнів напруг в місці установки пристрою регулювання;
- A – добавка напруги 5% в режимі максимальних навантажень;
- B – добавка напруги 5% в режимі мінімальних навантажень;
- C – відключення ВДТ в режимі верхнього рівня;
- D – включення ВДТ в режимі максимальних навантажень

Важливим моментом є рішення питань по забезпеченню вимог ПУЕ щодо чутливості захисту лінії і ВДТ від однофазних коротких замикань:

$$K_u = \frac{I_{\min}^{(1)}}{I_{c.з.}} K_{u(ПУЕ)} \quad (8)$$

де $I_{\min}^{(1)}$ – мінімальний струм однофазного к.з. в зоні дії захисту;

$I_{c.з.}$ – струм спрацювання захисту.

Струм однофазного замикання визначається за формулою:

$$I_{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\Sigma}^{(1)}}, \quad (9)$$

де U_{ϕ} – мінімальна фазна напруга в режимі максимального навантаження;

Z_1 – опір однофазному к.з. зони захисту.

Мінімальна напруга з установкою ВДТ розглядається до і після місця установки пристрою (рис. 2).

Опір зони захисту з включеним ВДТ визначається за формулою:

$$Z_{\Sigma}^{(1)} = Z_T^{(1)} + Z_n + Z_{ВДТ} \quad (10)$$

де $Z_T^{(1)}$ – опір трансформатора 10/0,4 кВ струмові однофазного короткого замикання (паспортна величина), Ом;

Z_n – опір петлі "фазний провід – нульовий" ділянки від КТП, місця встановлення силового трансформатора і апарата захисту до точки визначення однофазного струму к.з.;

$Z_{ВДТ}$ – опір послідовної обмотки трансформатора, ВДТ.

Якщо сумарний опір захисту перевищує граничне значення, при якому не забезпечується вимога ПУЕ, то доцільно секціонувати лінію.

З включенням послідовно в лінію додаткового індуктивного опору у вигляді обмотки силового трансформатора настає вимога його захисту за допомогою електромагнітного розчіплювача, автоматичного вимикача і майже миттєвого розриву електричного кола із струмами к. з.

Тому автоматичний вимикач установки (рис. 2) повинен мати розчіплювачі тепловий і електромагнітний. Струм спрацювання теплового розчіплювача повинен бути збільшений на коефіцієнт надійності (1,1...1,2) відносно розрахункового (9).

Висновки. В статті наводяться додаткові параметри, щодо практичного використання лінійного регулятора напруги в лінії 0,38 кВ із секційним вимикачем, використання якого є необхідністю.

Список використаних джерел

1. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. ГОСТ 13109 – 97. – К.: Издательство стандартов, 1998. – Госстандарт Украины с дополнениями и поправками, 1999. – 31с.

2. Игнатькин А. Н. Регулирование напряжения у потребителей. Механизация и электрификация сельского хозяйства / А. Н. Игнатькин, С. М. Белов; - № 1, 1987, с. 37-38.

3. Гончар М. І. Електропостачання сільськогосподарських підприємств та населених пунктів. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / М. І. Гончар - Харків, ХДТУСГ, 2002, с. 42.

4. Мірошник О. В. Підвищення ефективності експлуатації електроспоживачів в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи / О. В. Мірошник, І. М. Трунова; - Харків, ХДТУСГ, 2002, с. 40.

5. Черномаз В. А. Использование трансформаторов типа ТС для регулирования напряжения в низковольтной сети. Электрификация сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов / Володимир Антонович Черномаз, - Харьков, 1971, вып. 14, 16, том 1, с. 37-39.

Аннотация

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И СЕКЦИОНОВАНИЯ ЛИНИИ 0,38 кВ

Гончар М. И., Попадченко С. А.

Приведены дополнительные параметры относительно практического использования линейного регулятора напряжения типа ВДТ с секционным выключателем, установленным в линии 0,38 кВ.

Abstract

THEORETICAL MOTIVATION AND DEVELOPMENT DEVICE REGULATIONS OF THE VOLTAGE AND SEKCIROVANIYA LINES 0,38 kV

M. Gonchar, S. Popadchenko

The additional parameters are Brought for practical use the linear regulator of the voltage of the type VDT with sectional breaker, installed in lines 0,38 kV.