

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ ПІДСТАНЦІЇ 330/110 кВ

*Чижиков А.Ю., magictr, artem.chyzhykov.kitaer@donntu.edu.ua;*

*Шейна Г. О., к.т.н., ganna.sheina@donntu.edu.ua*

*Донецький Національний Технічний Університет, Покровськ, Україна*

В існуючих електричних мережах використовується оптимальне керування параметрами режимів електроенергетичних систем (ЕЕС), яке полягає у виборі оптимальної конфігурації схеми ЕЕС та складу її працюючого обладнання.

В даній роботі досліджується ділянка електричної мережі класів напруги 330/110/35 кВ. Центром живлення є ПС Центральна-330 (рис. 1). Зв'язок між напругами забезпечують три трифазні автотрансформатори (АТ) типу АТДЦТН-200000/330/110. Перший і другий АТ підключені до першої системи шин (СШ) 330 кВ, третій – до 2 СШ 330 кВ. Першу систему шин 110 кВ живить другий і третій АТ, 2 СШ 110 кВ — перший АТ, але АТ2 і АТ3 можуть переключатися до 2 СШ 110 кВ (в нормальному режимі вимикачі відключені). Розподільчий пристрій 110 кВ має 13 приєднань, чотири з яких відключені через те, що це споживачі знаходяться на НКТ. Першу секцію шин 35 кВ живить третій АТ, 2 секц. 35 кВ — перший і другий АТ. У розподільчого пристрою 35 кВ 5 приєднань.

В роботі розглянуті засоби регулювання напруги на автотрансформаторах підстанції 330/110/35 кВ для забезпечення безперебійного електропостачання і бажаного рівня напруги на шинах споживачів.

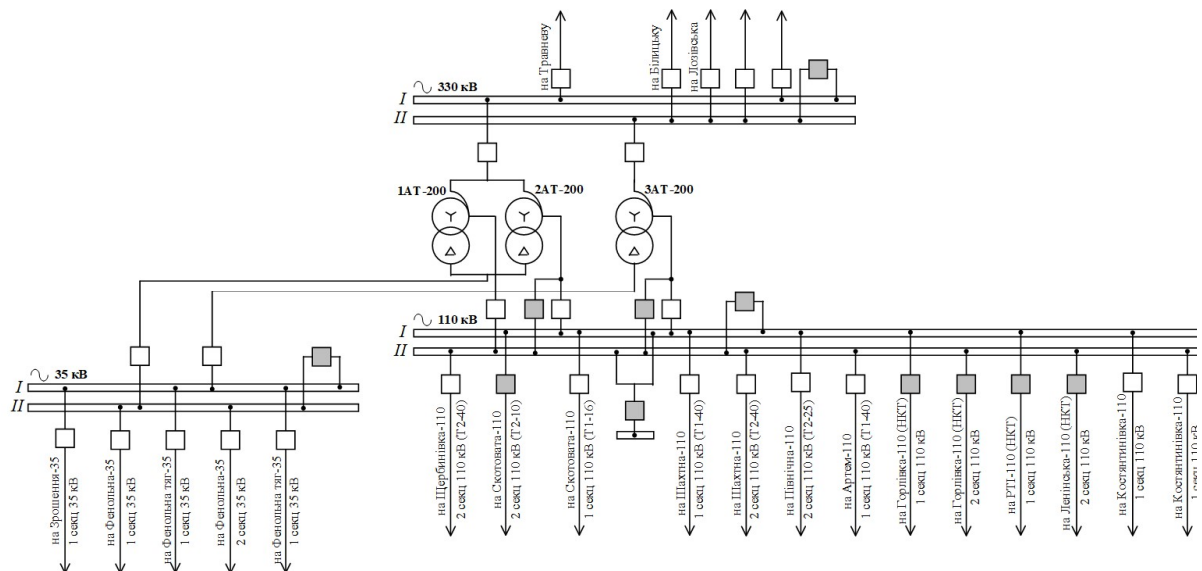


Рисунок 1 – Схема підстанції Центральна -330

Перша і друга системи шин 110 кВ працюють роздільно. Напруга на системах шин регулюються завдяки регулюючим пристроям трансформаторів.

Загальновідомо, що АТ використовуються замість триобмоткових трансформаторів з метою зменшення витрат на провідниковий матеріал і збільшення потужності передачі. Але на відміну від триобмоткових трансформаторів, які мають два пристрої регулювання (РПН і ПБЗ), АТ обладнанні лише одним – РПН. Цей пристрій, в свою чергу, може мати два варіанти виконання, кожен з яких розглянутий у роботі.

В програмі PowerFactory [1] створена модель мережі (рис. 2), за допомогою якої виконується розрахунок режиму й оцінюються способи регулювання напруги. Перший варіант (табл. 1), коли регулювання напруги виконується лише для обмотки середньої напруги АТ, так як РПН встановлено на лінійному виводі обмотки середньої напруги. Недоліком є відсутність регулювання напруги на стороні обмотки низької напруги. Фактичні коефіцієнти трансформації визначаються наступним чином:

$$k_{T_{вс}} = \frac{U_{в.ном}}{U_{с.ном} \cdot (1 \pm n_{відг\ АТ})} = \text{var} \quad k_{T_{вн}} = \frac{U_{в.ном}}{U_{н.ном}} = \text{const} \quad (1)$$

де:  $k_{T_{вс}}$ ,  $k_{T_{вн}}$  – відповідно коефіцієнти трансформації між обмотками високої й середньої напруг, між обмотками високої й низької напруг;  $U_{в.ном}$ ,  $U_{с.ном}$ ,  $U_{н.ном}$  – відповідно номінальні напруги обмотки високої, середньої, низької напруг;  $n_{відг\ АТ}$  – номер відгалуження РПН.

Таблиця 1

| в.о. | $U_{дж}$ | $U_{1СШ\ 110\text{кВ}}$ | $U_{2СШ\ 110\text{кВ}}$ | $n_{відг\ АТ}$ | $U_{1СШ\ 35\text{кВ}}$ | $U_{2СШ\ 35\text{кВ}}$ |
|------|----------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------------------|------------------------|
|      | кВ       | кВ                      | кВ                      | кВ             | кВ                     | кВ                     |
| 1,10 | 363,0    | 114,5                   | 114,4                   | -3             | 40,2                   | 40,8                   |
| 1,05 | 346,5    | 116,0                   | 115,9                   | -1             | 38,1                   | 38,8                   |
| 1,00 | 330,0    | 117,0                   | 116,8                   | 1              | 36,0                   | 36,8                   |
| 0,95 | 313,5    | 114,9                   | 114,7                   | 5              | 33,8                   | 34,8                   |
| 0,90 | 297,0    | 112,4                   | 112,2                   | 6              | 31,7                   | 32,7                   |

Другий варіант (табл. 2), коли регулювання напруги виконується як для обмотки середньої напруги АТ, так і для обмотки низької напруги АТ, так як РПН встановлено в спільній нейтралі обмоток високої і середньої напруги. Недоліком є неможливість одночасно забезпечувати протилежні вимоги щодо регулювання напруги для обмоток середньої й низької напруги. Фактичні коефіцієнти трансформації:

$$k_{вс} = \frac{U_{в.ном} \cdot (1 \pm n_{відг\ АТ})}{U_{с.ном}} = \text{var} \quad k_{вн} = \frac{U_{в.ном} \cdot (1 \pm n_{відг\ АТ})}{U_{н.ном}} = \text{var} \quad (2)$$

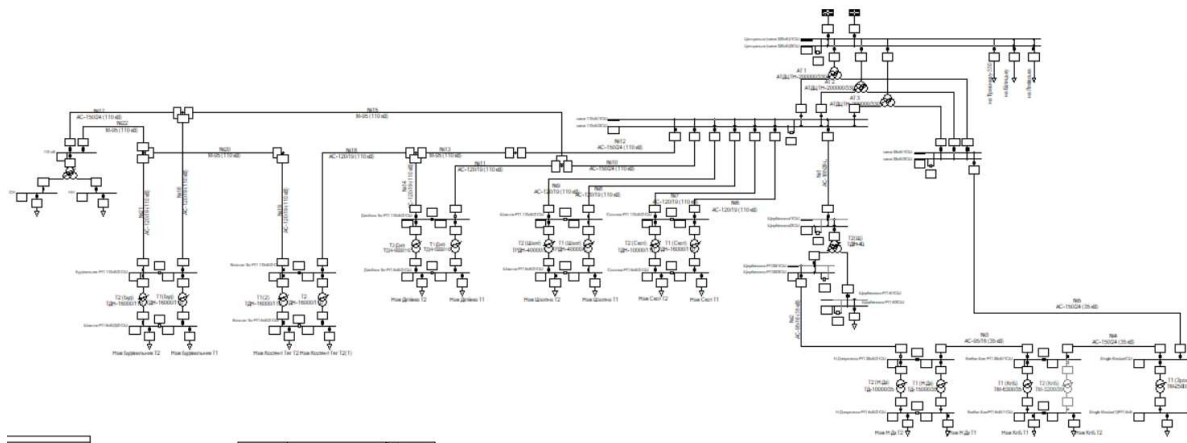


Рисунок 2 – Математична модель мережі 330/110/35 кВ

Таблиця 2

| в.о. | $U_{дж}$<br>кВ | $U_{1СШ\ 110\text{кВ}}$<br>кВ | $U_{2СШ\ 110\text{кВ}}$<br>кВ | $n_{відг\ AT}$<br>кВ | $U_{1СШ\ 35\text{кВ}}$<br>кВ | $U_{2СШ\ 35\text{кВ}}$<br>кВ |
|------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1,10 | 363,0          | 115,3                         | 115,2                         | 4                    | 37,0                         | 37,8                         |
| 1,05 | 346,5          | 114,0                         | 113,9                         | 1                    | 36,5                         | 37,3                         |
| 1,00 | 330,0          | 117,2                         | 117,0                         | 1                    | 37,6                         | 38,4                         |
| 0,95 | 313,5          | 115,8                         | 115,5                         | 4                    | 37,1                         | 37,9                         |
| 0,90 | 297,0          | 114,2                         | 113,9                         | 6                    | 36,6                         | 37,4                         |

Висновок: на сучасних автотрансформаторах РПН встановлено на лінійному виводі обмотки СН, але, як показав розрахунок, РПН в нейтралі обмотки ВН автотрансформатора є доцільним для даної схеми і заданого навантаження.

## Література

1. DIgSILENT PowerFactory 15 User Manual Online Edition / DIgSILENT GmbH, Germany, 2013 – 1427 с

## Анотація

Розглядається електрична підстанція напругою 330/110/35 кВ. Досліджуються засоби регулювання напруги на автотрансформаторі підстанції. Показаний вибір оптимального варіанту РПН автотрансформатора.

Ключові слова: електрична підстанція, автотрансформатор, РПН.

## Аннотация

Рассматривается электрическая подстанция напряжением 330/110/35 кВ. Исследуются средства регулирования напряжения на автотрансформаторе подстанции. Показан выбор оптимального варианта РПН автотрансформатора.

Ключевые слова: электрическая подстанция, автотрансформатор, РПН.

## Abstract

An electrical substation with a voltage of 330/110/35 kV is considered. Means of voltage regulation on the substation autotransformer are investigated. The choice of the optimal version of the on-load tap-changer of the autotransformer is shown.

Keywords: electric substation, autotransformer, on-load tap-changer.