

## МОДЕЛЮВАННЯ та АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПС 110/35/10 кВ «ТЕРЕМКИ»

**Хоменко О.В., доцент, к.т.н., Гречуха О.С., магістрант**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем*

**Вступ.** Електроенергія розглядається як предмет продажу та споживання і повинна відповідати визначеним показникам якості [1]. Показники якості визначають вплив параметрів електроенергії на ефективність роботи електричних апаратів, приладів і електрообладнання, приєднаних до мережі. Відхилення параметрів якості електроенергії від нормативних значень призводить до погіршення умов експлуатації електроустановок енергопостачальних організацій та споживачів електроенергії, до втрат потужності в мережі, а також може призвести до значних економічних втрат в промисловості і в побутовому секторі.

**Мета роботи.** Моделювання та аналіз режимів роботи підстанції «Теремки» в нормальному та ремонтному режимах, моделювання перехідних режимів ПС при роботі пристроїв АВР. Для моделювання використовується програмний комплекс PowerFactory [3].

**Матеріали та результати дослідження.** Електрична мережа – сукупність пристроїв та обладнання, які забезпечують генерацію, передачу та розподіл електроенергії від її джерел до споживачів. Електростанції та споживачів електроенергії об'єднують в енергетичні системи електричні мережі загального призначення [2]. Важливою складовою електричних мереж, окрім ЛЕП, є електричні підстанції. Вони призначені для перетворення електроенергії і її розподілення. Також електричні підстанції, залежно від призначення, служать для перетворення трифазного змінного струму в постійний, зміни числа ліній, підвищення та пониження напруги, управління режимом роботи мережі.

Підстанція «Теремки» має три рівні напруги: 110 кВ, 35 кВ та 10 кВ. Відповідно, зниження напруги на ній з 110 кВ до 35 кВ та 10 кВ здійснюється за допомогою двох силових трьохобмоткових трансформаторів типу ТДТН-40000/110, з номінальною потужністю 40 МВА кожний. Обидва трансформатори мають на сторонах ВН встановлені пристрої РПН, які забезпечують можливість ступінчатого регулювання напруги в мережі, не вимикаючи навантаження. Живлення підстанції відбувається від двох ліній 110 кВ, що йдуть від ПС «Ново-Київська №1» та ПС «Ново-Київська №2».

На рівнях напруги 35 кВ та 10 кВ застосовується схема з одиничною секційною системою шин. Дві секції з'єднані через секційний вимикач. Він забезпечує розділення схеми при пошкодженні однієї секції, тобто не потребує повного відключення підстанції при ремонті секції. Схема забезпечує більш надійний зв'язок між окремими вузлами електричної мережі в нормальних, ремонтних та аварійних режимах.

Моделювання в PowerFactory дає змогу аналізувати і оцінювати процеси, які відбуваються в електричній мережі. На рис. 1 показана модель підстанції «Теремки» 110/35/10 кВ в середовищі PowerFactory. Показані результати розрахунку нормального усталеного режиму.

Напруга знаходиться в межах норми, відсутні перевантаження на трансформаторах і шинах.

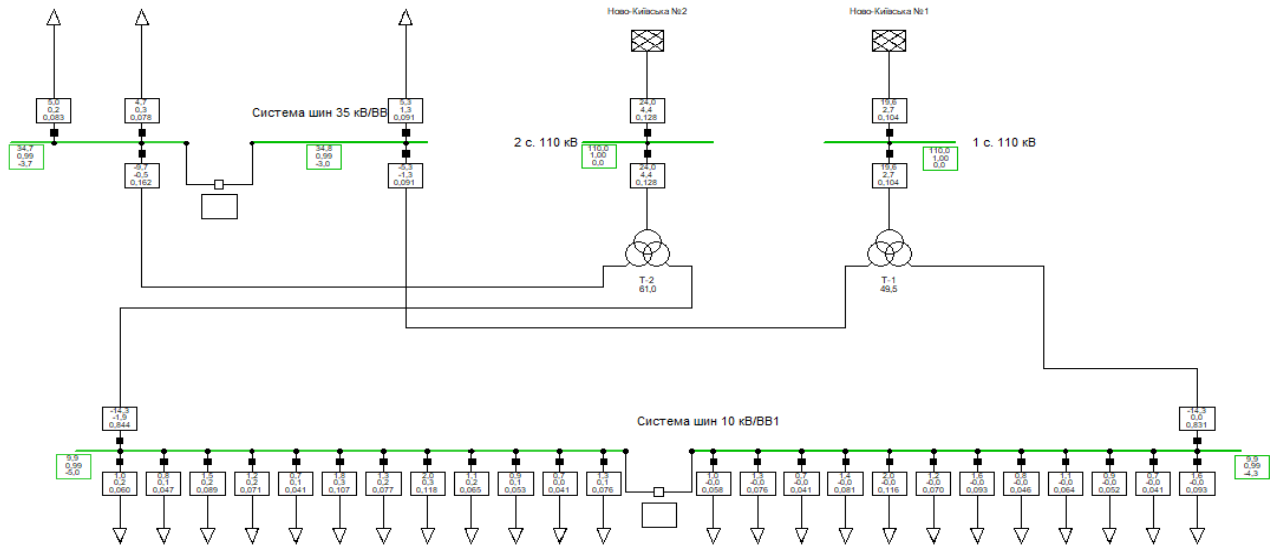


Рисунок 1 – Модель ПС «Теремки» в середовищі PowerFactory

Проведена серія розрахунків усталених і перехідних режимів:

1) Моделювання нестійкого КЗ на 2 с.ш. 10 кВ. Коротке замикання виникло на 4-й секунді, в цей час напруга на шині різко знизилась. Через 0,8 с спрацювало автоматичне повторне вмикання (АПВ), яке увімкнуло шину в мережу, рівень напруги відновився до початкового значення. Виконавши розрахунок, ми отримали наступні значення параметрів (рис. 2):

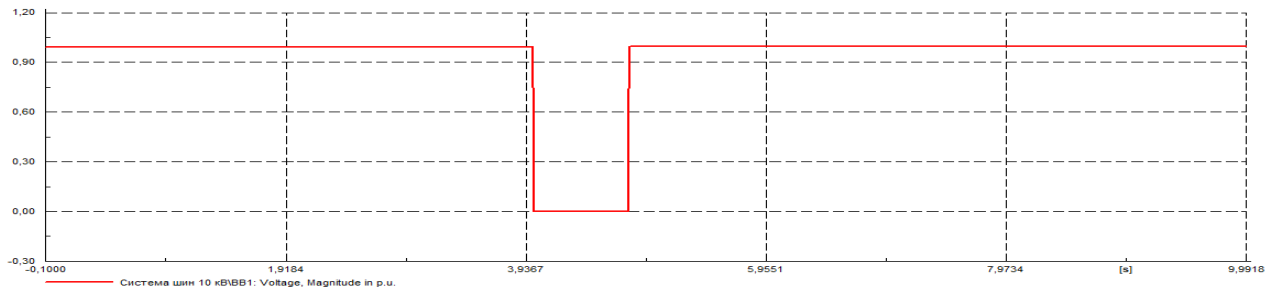


Рисунок 2 – Характеристика зміни напруги при нестійкому КЗ на 2с.ш 10 кВ

2) Моделюємо наступний режим: на 5-й секунді сталося КЗ на трансформаторі Т-2, релейний захист його відключив. В результаті відключення на 2-й с.ш. 10 кВ зникло живлення. Через витримку часу в 1 с спрацював пристрій

автоматичного введення резерву (АВР), і на 6-й секунді відновив живлення секції через робочий трансформатор Т-1. Виконавши розрахунок, ми отримали наступні значення параметрів (рис. 3):

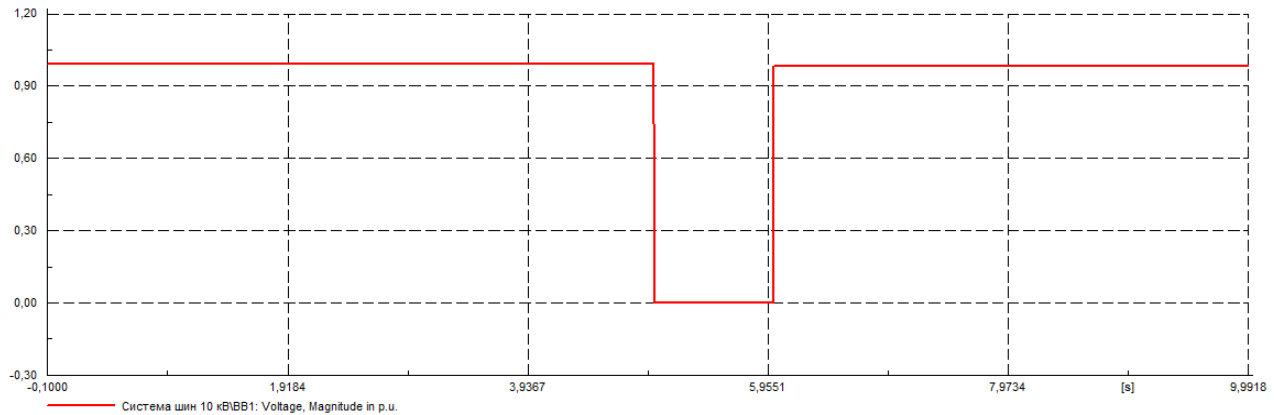


Рисунок 3 – Характеристика зміни напруги при КЗ на трансформаторі Т-2

Виконаємо відповідні моделювання для ремонтної схеми. Трансформатор Т-2 виведено в ремонт, живлення споживачів здійснюється через трансформатор Т-1.

3) Проведемо наступний дослід: на 2 с.ш. 10 кВ на 5-й секунді відбувається різке зростання навантаження на 200%. Через це завантаженість трансформатора Т-1 значно зростає. Для того, щоб трансформатор не вийшов з ладу, блок АВР з 5.4 с починає кожні 0,2 с відключати найменш важливих споживачів, доки трансформатор не розвантажиться. На 6-й секунді, після відключення 4-х споживачів, трансформатор достатньо розвантажився. Через відключення споживачів, значення напруги на шинах трохи збільшилось, але залишилось в допустимих нормах. Результат моделювання зображено на рис. 4.

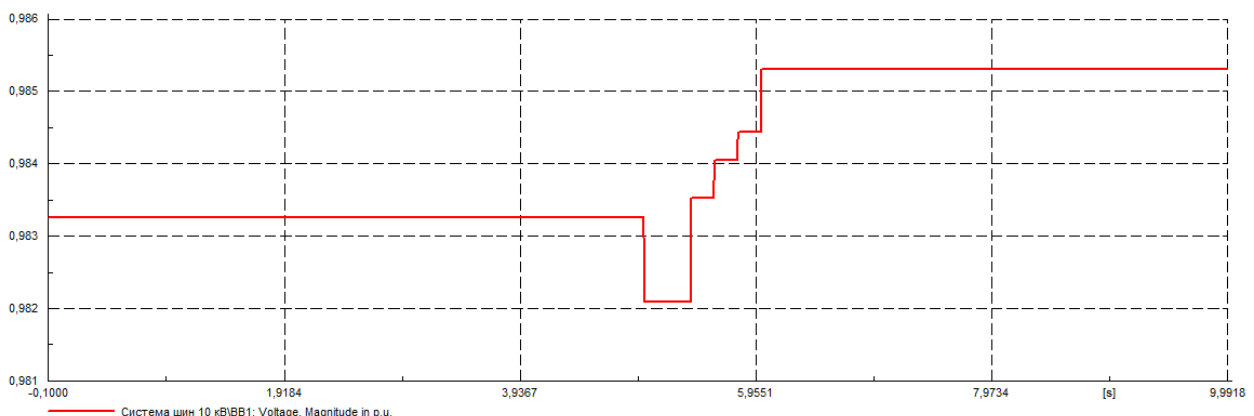


Рисунок 4 – Характеристика зміни напруги при відключенні споживачів

4) Наступний дослід: на 1 с.ш. 10 кВ відбулось КЗ. Живлення всієї секції відбувається від одного трансформатора Т-1. Під час КЗ напруга на шині різко знизилась. В дію вступив пристрій АПВ, який з витримкою часу в 0,8 с відновив

живлення на шині. Виконавши розрахунок, ми отримали наступні значення параметрів (рис. 5).

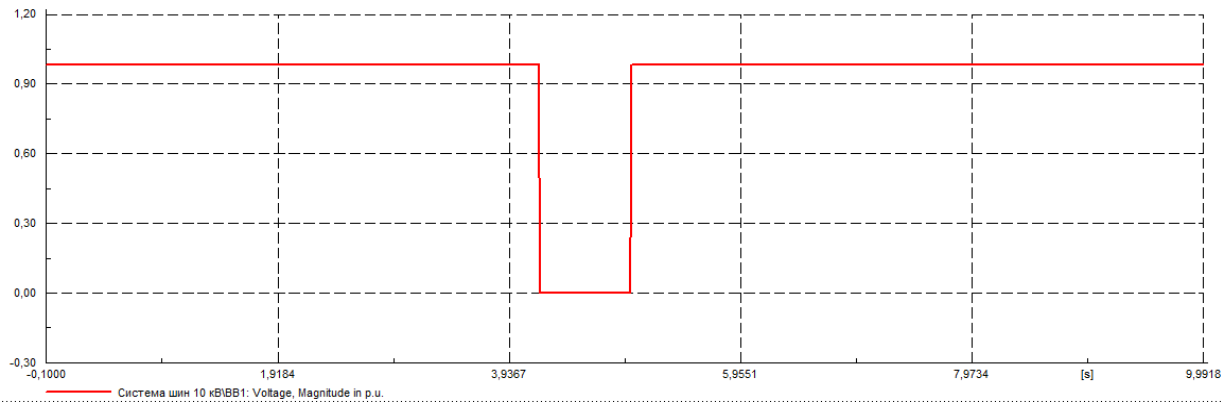


Рисунок 5 – Характеристика зміни напруги при КЗ на 1с.ш 10 кВ, коли відключений трансформатор Т-2

**Висновки.** Було проведено моделювання роботи підстанції в нормальному та ремонтному режимах. Продемонстровано характеристики напруги в часі при різних аварійних і нештатних режимах роботи. У всіх режимах при КЗ на шинах 10 кВ АПВ успішно спрацювало. Коли в нормальному режимі роботи виникало КЗ на трансформаторі, пристрій АВР успішно перемикав живлення на інший трансформатор. У режимі ремонтної схеми (коли відключений Т-2), при різкому збільшенні навантаження, АВР успішно зменшив завантаженість Т-1 шляхом відключення частини споживачів.

#### Перелік посилань

1. Бунько В.Я. Якість електричної енергії в системах енергопостачання [Текст] /В.Я. Бунько // Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук. – 2015. – С. 78 – 79.
2. Петренко Л.И. Элекрические сети и системы: Учеб: пособие для студентов вузов. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981.-320 с.
3. PowerFactory. Руководство пользователя. DIgSILENT, PowerFactory. Версия 14.0. Gomaringen, Germany. Сентябрь 2011. – 1192с.