

## РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ФРАГМЕНТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 330-6 кВ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГІОНУ ОЕС УКРАЇНИ

**Хоменко О.В., к.т.н., доцент, Баширова І.В., магістрант**  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем*

**Вступ.** Керування процесами, що відбуваються в електроенергетичній системі, потребує постійного визначення технічних умов роботи системи та аналізу режимів її роботи. Одним із шляхів вирішення даної задачі в сучасних умовах є моделювання та аналіз режимів роботи ЕЕС.

Розрахунки усталених режимів є базовими при вирішенні задач, пов'язаних з проектуванням і експлуатацією електричних систем. Результати цих розрахунків використовуються при плануванні режимів і оперативному управлінні електричними системами, служать базою для виконання оптимізації, аналізу стійкості і надійності тощо [1, 2]. У роботі було проведено моделювання і аналіз нормальних та післяаварійних усталених режимів.

**Мета роботи** полягає в аналізі структурної побудови ПС 330 кВ «Північна», ролі цієї підстанції в загальному модельованому фрагменті електричної мережі 330-6 кВ Центрального регіону ОЕС України та моделюванні усталених режимів роботи цього енергетичного об'єкту.

**Матеріали і результати досліджень.** Центральна енергетична система, де наразі проходить модернізація силового обладнання, обслуговує регіон, до якого входять Черкаська, Київська, Чернігівська, Житомирська області та столиця України – місто Київ .

ПС 330/110/10 кВ «Північна» введена в експлуатацію в 1971 році [3]. Вона входить до складу Центральної електроенергетичної системи ДП «НЕК «Укренерго», є частиною «кілця ПС 330кВ» навколо м. Києва (ТЕЦ-6 – ПС Бровари – ТЕЦ-5 – Київська – Північна – ТЕЦ-6) [3]. Підстанція пройшла масштабну реконструкцію, яка тривала з 2009 по 2013 роки, в результаті чого було замінено старе обладнання на більш модернізоване, тому нині воно є більш сучасним, економічно вигідним та простішим в експлуатації

ПС «Північна» знаходиться поблизу с. Нові Петрівці Вишгородського району Київської області та є одним з основних джерел електроживлення промислових і комунально-побутових споживачів міста Києва та північної частини Київської області.

Актуальність вибраного об'єкту дослідження полягає у тому, що в зв'язку з тим, що ПС «Північна» нещодавно пройшла реконструкцію, головними результатами якої стало встановлення третього автотрансформатора АТ-3, заміна масляних вимикачів на елегазові та заміна всього обладнання ПС (крім АТ) на сучасне обладнання фірми АВВ, встановлене обладнання не пройшло остаточних перевірок. В цьому і полягає інтерес до її моделювання та вивчення.

Розрахункова модель мережі сформована в програмному комплексі PowerFactory. Включає підстанції Північну, Новокиївську, Нивки, Київську, Оболонь, Лівобережну, Броварську, а також ТЕЦ-6, Київську ГЕС та ГАЕС,

Чорнобильську АЕС, Дарницьку ТЕЦ. Модель фрагменту електричної мережі з ПС «Північна» в середовищі РF показана на рис 1.

Підстанція є понижувальною, тобто відбувається процес зниження напруги зі 330 кВ до 110 кВ та 10 кВ, по лініях 110 кВ спрямовується на підстанції регіонального рівня та доводиться до споживачів.

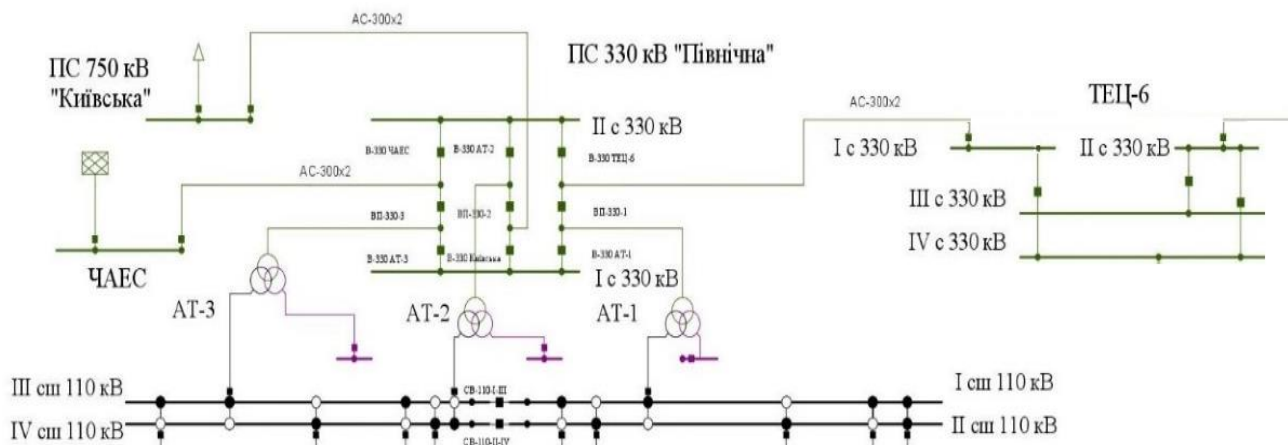


Рисунок 1 – Фрагмент електричної мережі з ПС 330 кВ «Північна»

Практично все обладнання на ПС 330 кВ «Північна», не враховуючи три автотрансформатори типу АТДЦТН-200000/330 кВ, замінено на обладнання фірми АВВ.

На ВРУ 330 кВ підстанції представлена подвійна система шин з трьома вимикачами на два приєднання («полоторна» схема), яка обладнана елегазовими вимикачами LTV 420E2 (9 шт.). Дана система шин має приєднання трьох ліній: ПЛ-330 ТЕЦ-6, ПЛ-330 Київська та ПЛ-330 Чорнобильська АЕС, на яких встановлено трансформатори напруги ємнісного типу СВ-420 (5 шт.), і приєднання трьох АТ 330 кВ [4].

ВРУ 110 кВ, яке виконано за схемою «Дві робочі, секціоновані вимикачами, і обхідна системи шин з двома обхідними і двома шиноз'єднувальними вимикачами», з приєднанням 16-ти ліній і трьох приєднань АТ 110 кВ. На лініях даного класу напруг встановлені вимикачі НРЛ 170В1 (25 шт.) та встановлено трансформатори напруги ЕМФ – 145 (6 шт.) на обох секціях I та II системи шин, а також в фазі С обхідної системи шин [4].

З метою аналізу усталених режимів даного енергетичного об'єкту був змодельований нормальний режим роботи електричної мережі при максимальних (о 17:00 год.), та мінімальних (о 3:00 год.) режимах зимових навантажень на 1.02.2017 року. Узагальнивши результати, можна сказати, що напруга на шинах 330 - 110 кВ в цих режимах була в допустимих межах. При мінімальних навантаженнях напруга є вищою, ніж при максимальних, що обумовлено вищими перетоками потужності у системі за більших навантажень у вузлах, що викликає більші втрати потужності у системі, і які є основним чинником зниження напруги у вузлах.

Також було проведено аналіз та отримано характеристики післяаварійного режиму роботи мережі Центрального регіону ОЕС. Післяаварійні усталені

режими настапають після відключення пошкоджених елементів системи, обумовлених необхідністю ліквідації аварії [5]. Для цього експерименту було обрано досліди з відключенням ПЛ1 110кВ Північна – Оболонь (ПЛ2 110 кВ Північна - Оболонь стала більш завантаженою), вимкненням навантаження 110 на I секції шин 110 кВ ПС «Нивки» (напруга на кожній із шин 330, 110 та 10 кВ зросла на ~7,4 %) та вимкненням генератора на шині 10 кВ Київської ГАЕС, що не призвело до серйозних наслідків в електричній мережі.

Отже, розрахунки та аналіз усталених режимів електричних мереж відносяться до важливих задач електроенергетики. Для моделювання та аналізу впливів усталених режимів на електричну систему доцільно використовувати програмне забезпечення PowerFactory. На сьогоднішній день PF, розроблене компанією DlgSILENT, є інженерним інструментом для аналізу промислових та комерційних електросистем та розроблене в якості інтегрованої та інтерактивної системи програмного забезпечення задля оптимізації режимів енергетичних систем [6].

**Висновки.** На базі підстанції 330/110/10 кВ «Північна» було змодельовано та проаналізовано вплив усталених режимів ПС на режими електричної системи завдяки включення моделі підстанції в загальний модельований фрагмент електричної мережі 330 - 6 кВ Центрального регіону ОЕС України в програмі PowerFactory.

Результати досліджень та моделювань нещодавно модернізованої підстанції можуть бути використані як практичний досвід для реконструкцій інших підстанцій 330 кВ. Нині “Північна” стала більш надійною, з’явилося нове сучасне обладнання, дистанційне управління усіма апаратами, що наразі керується по АСУТП, що не потребує знаходження людини під час перемикачів на ВРУ.

#### Перелік посилань

1. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб. / О.В. Хоменко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с. – Бібліогр.: с. 109.
2. Перхач В. С. Математичні задачі електроенергетики / В. С. Перхач. – Львів: Видавництво при Львівському державному університеті видавничого об'єднання «Вища школа», 1982. – 380 с. – (2-е).
3. Прес-тур на ПС 330 кВ "Північна" [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=AUoiKZBqIo0>.
4. Келеман Б.В. Підстанція 330/110/10кВ “Северна”. Пояснювальна записка і основні креслення / Келеман Б.В., 2009. – (Державний проектно-вишукувальний і науково-дослідний інститут “УКРЕНЕРГО МЕРЕЖ ПРОЕКТ” Львівський філіал).
5. Планирование, анализ и оптимизация электрических систем и сетей [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://dmcc.lnd.kiev.ua/postavka/>.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Системи силової електроніки в електроенергетиці". // Загальні положення про PowerFactory.