

Федус Арсен

магістрант

Наукові керівники:

к.т.н., доцент *Гарасимчук І.Д.*,

к.т.н., доцент *Потанський П.В.*

*Подільський державний
аграрно-технічний університет*

м. Кам'янець-Подільський

ЕФЕКТИВНІСТЬ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В УКРАЇНІ

При проектуванні й будівництві основних елементів електричної мережі за базовий приймають нормальний усталений режим, при якому техніко - економічні показники її роботи є оптимальними з погляду надійності, якості та ефективності електропостачання. Але електрична мережа є динамічною системою, яка змінюється як у часі (зміна схеми і навантажень), так і в просторі (поява нових елементів у процесі розвитку або реконструкції). У результаті безперервних змін існуючий в мережі усталений режим завжди буде відрізнятися від проектного, тому попередньо прийняті рішення повинні піддаватися постійній корекції для збереження бажаних значень критеріїв оптимальності.

Магістральні лінії електропередачі надвисокої номінальної напруги 330...750 кВ(ЛЕП НВН) є основними системо утворюючими лініями в енергосистемі України і забезпечують видачу електричної енергії від потужних блоків атомних електростанцій (АЕС), а також необхідний обмін між окремими частинами енергосистеми. Поза тим їх розвиток та ефективна експлуатація є основною передумовою забезпечення інтеграції енергосистеми України в Європейську енергосистему UCTE.

Однією з основних причин виходу з ладу основного обладнання, що трапляється в магістральних електричних мережах, є перенапруги, тобто підвищення величини робочої напруги за максимально допустиму згідно з технічним регламентом. Це пояснюється, зокрема, тим фактором, що через велику ціну ізоляції даного класу напруги передбачено порівняно малий її резерв для складових елементів магістральних мереж. В цілому перенапруги поділяють: на короткочасні, які виникають в результаті атмосферних та комутаційних процесів, і тривалі, які обумовлені певним несприятливим поєднанням схеми, параметрів та режиму мережі, що викликає появу резонансних кіл. Резонанс – явище, яке порівняно часто зустрічається в електричних мережах, оскільки в них завжди присутні ємнісні та індуктивні елементи, здатні до коливального обміну енергією.

За статистичними даними енергосистем, серед загальної кількості причин аварійних відключень ліній напругою 750 кВ, переважну більшість складають однофазні короткі замикання (КЗ) – понад 95 %. Частка дугових замикань від загального числа КЗ, тобто замикань, у яких однофазне автоматичне повторне включення (ОАПВ) потенційно може бути успішним, оцінюється до 80 %. Таким чином, застосування ОАПВ здатне запобігти перерві електропостачання по

ЛЕП напругою 750 кВ у більшій частині випадків КЗ. Але ОАПВ може супроводжуватись резонансними перенапругами. Відповідні кола утворюються розподіленими ємностями ліній та індуктивностями ШР. Величини розподілених ємностей ЛЕП 750 кВ становлять значні величини, які визначаються довжиною і геометрією ЛЕП: розщепленням фаз, взаємним розташуванням проводів і трочів, висотою підвіски їх над землею, видом транспозиції й ін. Шунтуючі реактори (ШР) призначені для компенсації зарядної потужності ЛЕП із метою обмеження підвищення напруги в режимі мінімального навантаження ЛЕП, а також зниження перенапруг у динамічних процесах. Зрозуміло, що коли ступінь компенсації ШР зарядної ємності лінії близько 100 %, на відключеній у результаті ОАПВ фазі можуть виникнути значні резонансні перенапруги, амплітуда яких обмежується тільки втратами на корону (на практиці до рівня 1,3...1,4 від робочої напруги). Однак у таких лініях є небезпека трифазного відключення ЛЕП дією другого, швидкодіючого (0,15 с) ступеня ЗПН, уставка якого складає 1,25 від робочої напруги. Тому для ЛЕП зі ступенем компенсації зарядної потужності більшим ніж 80 %, необхідно виконувати перевірку на можливість виникнення перенапруг на відключеній під час ОАПВ фазі. Якщо аналіз аварійного режиму показує, що у ЛЕП НВН з ШР усталена величина напруги на відключеній фазі може досягти 1,2 від робочої і більше, необхідно запровадити спеціальні заходи, що запобігають трифазному відключенню ЛЕП у без струмову паузу ОАПВ після успішного гасіння дуги.

Часом у магістральних мережах спостерігаються резонансні процеси на частотах, що відрізняються від основної. Як показали дослідження, при цьому резонансне коло утворюють лінійні ємність та індуктивність, а нелінійна індуктивність є джерелом ЕРС з частотами гармонійних складових. Зокрема, під дією змінного магнітного поля робочої частоти магнітна проникність сталі, з якої виготовлено осердя трансформатора, буде змінюватись періодично з основною частотою. Таким чином, трансформатор є змінною індуктивністю, в якій можливе так зване параметричне збудження коливань. Відповідна ЕРС прикладається до лінійного резонансного кола, що утворене ШР та розподіленими ємностями ЛЕП. На практиці гармонійний резонанс також може викликати перенапруги, і через те повинна виконуватись перевірка наявності необхідних і достатніх умов його виникнення як під час проектування, так і експлуатації ЛЕП. Аналіз наявної інформації показав, що для магістральних мереж України доводиться рахуватися перш за все з можливістю збудження другої гармонійної складової в ЛЕП НВН порівняно великої довжини.

Виконана реконструкція ЛЕП НВН 750 кВ Західноукраїнська значно підвищила надійність електропостачання відповідальних енерговузлів та ефективність роботи системи в цілому. На перспективу до 2030 року в ОЕС України зберігається стратегія розвитку основних електричних мереж, відповідно до якої системоутворюючі функції видачі потужності електростанцій та забезпечення паралельної роботи з енергосистемами інших країн залишаються за мережами 330...750 кВ з послідовним зростанням ролі мережі 750 кВ. Розвиток мереж 330...750 кВ здійснюється шляхом спорудження ЛЕП НВН для утворення нових та підсилення діючих системоутворюючих зв'язків як у середині

окремих енергетичних районів, так і між регіонами та енергосистемами інших країн; видачі потужності діючих електростанцій та електростанцій, що споруджуються та розширюються; забезпечення надійного електропостачання потужних вузлів електроспоживання.

На практиці при виявленні небезпеки виникнення ферорезонансного процесу в електричній мережі повинні бути впроваджені заходи щодо його попередження. Зважаючи на принципову неможливість точного прогнозування розвитку ферорезонансного процесу, вживання захисних пристроїв визнано найбільш універсальним і ефективним заходом.

Список використаних джерел

1. *Боровик Ю.М.* Дослідження резонансних процесів у ЛЕП надвисокої напруги // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2008. – №2(20). – С. 26.
2. *Кузнецов В.Г., Тугай І.Ю.* Моделювання трансформатора напруги при ферорезонансних процесах // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська Політехніка". – 2007. – № 596. – С. 127–131.
3. *Тугай Ю. І.* Аналіз умов виникнення ферорезонансних процесів в електричних мережах // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Електроенергетичні та електромеханічні системи. – Львів: НУ «Львівська Політехніка». – 2007. – Вип. 596. – С.132–136.
4. *Тугай Ю.І.* Резонансні процеси в електричних мережах високої напруги // Пр. конф. «Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики» (Київ, 2008), Київ: «Політехніка», 2008. – С. 193–196.
5. *Sadovoi O., Nazarova O., Bondarenko V., Pirozhok A., Hutsol T., Nurek T., Glowacki Sz.* Modeling and research of electromechanical systems of cold rolling mills. Monograph. – Krakow: 2020. – 138 p.

Химич Андрій

студент

Науковий керівник:

Кандидат технічних наук **Калініченко О.В.**

ВСП «Кам'янець-Подільський фаховий

Коледж Подільського державного

аграрно-технічного університету»

м. Кам'янець-Подільський

ГІДРОТЕРМООЧИСНІ УСТАНОВКИ ТЕК

За останнє десятиліття гідну конкуренцію традиційним нагрівальним пристроям для систем опалення й гарячого водопостачання становить новий клас генераторів тепла - гідродинамічні нагрівачі ТЕК. При цьому зростаючий попит на установки ТЕК об'єктивно зумовлений низкою їхніх переваг над традиційними водогрійними електричними котлами.

Електричні котли в експлуатації мають істотні вади, у роботі ж котлів з теплоелектричними нагрівачами ТЕНами в трубах системи згодом утвориться шар твердих осадків, що на 20-30% знижує ефективність опалювальної системи, тобто для підтримки в приміщенні необхідної температури потрібно усе більше затрат електроенергії.

Тому для підвищення або хоча б стабілізації величини тепловіддачі системи опалення, у якій застосовуються водогрійні електричні котли, потрібна