

Бунько В.Я.

*кандидат технічних наук, доцент,
Відокремлений підрозділ
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»*

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Якість електричної енергії істотно впливає на умови і техніко-економічні характеристики роботи як приймачів електроенергії, так і всієї системи електропостачання. Погіршення якості електроенергії може привести до істотного погіршення зазначених умов. У зв'язку із цим робота електричних мереж повинна здійснюватися таким чином, щоб значення встановлених [3, с. 22] показників якості електроенергії не перевищували допустимих. В іншому випадку повинні бути вжиті відповідні заходи для нормалізації цих показників. Прийняті заходи будуть різними залежно від того, які саме показники якості електро-енергії повинні бути нормалізовані.

За основу при вирішенні питань регулювання напруги прийняті вимоги забезпечення технічних умов. Варто зауважити, що регулювання напруги здійснюється тільки в системі прямої послідовності. При цьому напруги зворотної й нульової послідовності залишаються некомпенсованими. Вони змінюють значення відхилень напруги на окремих фазах. Шляхи зниження цього впливу пов'язані насамперед із симетричним навантаженням у трифазній системі та деяких інших факторах.

На кожному етапі розвитку системи електропостачання в міру зміни умов роботи електричних мереж повинно здійснюватись і відповідне коректування умов нормалізації якості електроенергії. Для цього повинні бути обрані такі параметри, як положення регулювальних відгалужень у трансформаторів розподільних підстанцій, уставки автоматичних регуляторів, узгодження законів регулювання для різних регуляторів (при наявності декількох регулюючих пристроїв в одній мережі) і т.д. [2, с. 32].

Як технічні засоби для зміни рівнів напруги в системах електропостачання можуть бути використані [2, с. 33]: генератори електричних станцій; трансформатори підстанцій зі зміною коефіцієнта трансформації; лінійні регулювальні трансформатори; синхронні компенсатори; конденсаторні батареї поздовжнього та поперечного вмикання.

Зміна напруги генераторів можлива за рахунок регулювання струму збудження. Не змінюючи активну потужність генератора, можна змінити напругу тільки в межах $\pm 0,05U_{\text{ном.Г}}$, тобто від $0,95 U_{\text{ном.Г}}$ до $1,05 U_{\text{ном.Г}}$.

При номінальній напрузі мережі $U_{\text{ном.М}} = 6$ кВ номінальна напруга генератора $U_{\text{ном.Г}} = 6,3$ кВ і діапазон регулювання при цьому буде 6–6,6 кВ. При $U_{\text{ном.М}} = 10$ кВ напруга генератора $U_{\text{ном.Г}} = 10,5$ кВ і діапазон регулювання складе від 10 до 11 кВ.

Відхилення напруги на затискачах генератора більше ніж на $\pm 5\%$ номінального приводить до необхідності зниження його потужності. Цей діапазон регулювання напруги ($\pm 5\%$) для досить складних електричних мереж явно недостатній. Генератори, як єдиний засіб регулювання напруги, застосовуються тільки у випадку системи найпростішого виду – електрична станція – нерозподілене навантаження. У цьому випадку на шинах електростанцій промислових підприємств здійснюється зустрічне регулювання напруги. Зміною струму збудження генераторів підвищують напругу в години максимуму навантажень і знижують у години мінімуму.

Слід застосовувати два типи трансформаторів понижувальних підстанцій:

- а) з перемиканням регулювальних відгалужень без збудження, тобто з вимиканням від мережі (трансформатори із ПБЗ (перемикач без збудження));
- б) з перемиканням регулювальних відгалужень під навантаженням (трансформатори із РПН (регулятор під навантаженням)).

Трансформатори із ПБЗ застосовують із основним і чотирма додатковими відгалуженнями (рис.1). Основне відгалуження має напругу, яка рівна номінальній напрузі первинної обмотки трансформатора $U_{в.ном}$. Для понижувальних трансформаторів $U_{в.ном}$ дорівнює номінальній напрузі мережі $U_{ном.м}$, до якого приєднується даний трансформатор (6, 10, 20, 35, 110, 220, 330 кВ і т.д.). При використанні чотирьох додаткових відгалужень коефіцієнт трансформації відрізняється від номінального на +5, +2,5, -2,5, і -5%, [2, с. 35]. Вторинна обмотка трансформатора є центром живлення мережі, під'єднаної до цієї обмотки. Тому номінальна напруга вторинної обмотки трансформаторів вища номінальної напруги мережі на 5% для трансформаторів невеликої потужності і на 10% для інших трансформаторів.

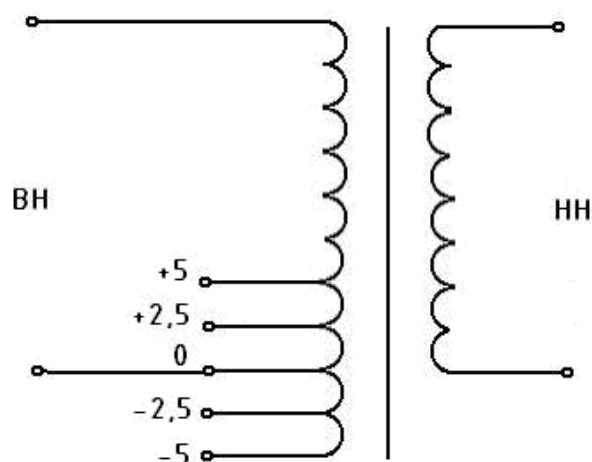


Рис. 1. Трансформатор із ПБЗ

Щоб здійснювати регулювання відгалуження в трансформаторі із ПБЗ, потрібно вимикати його від мережі. Такі перемикання проводяться рідко, при сезонній зміні навантажень. Тому в режимі найбільших і найменших навантажень протягом доби трансформатор із ПБЗ працює на одному регулювальному відгалуженні і відповідно з тим самим коефіцієнтом

трансформації. При цьому не можна здійснити вимогу зустрічного регулювання.

Трансформатори з регулюванням напруги під навантаженням, з вбудованим пристроєм РПН (рис.2) відрізняються від трансформаторів із ПБЗ. Крім спеціального перемикаючого пристрою, вони мають збільшене число регулювальних відгалужень, а також збільшений діапазон регулювання. Наприклад, для трансформаторів з номінальною напругою основного відгалуження обмотки вищої напруги 115 кВ, передбачається діапазон регулювання $\pm 16\%$ при 18 ступенях регулювання $1,78\%$ кожна.

Обмотка вищої напруги цього трансформатора складається із двох частин: нерегульованої α і регульованої δ .

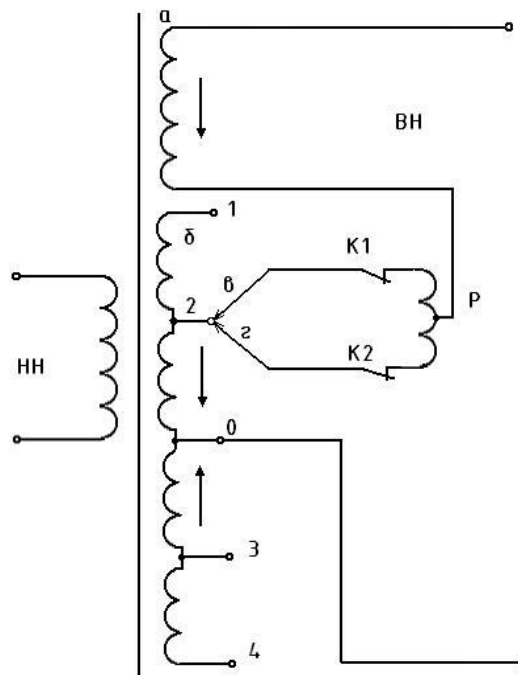


Рис. 2. Трансформатор із пристроєм РПН

На регульованій частині є ряд відгалужень до нерухомих контактів 1-4. Відгалуження 1, 2 відповідають частині витків, ввімкнених відповідно з витками основної обмотки. При ввімкненні відгалужень 1, 2 коефіцієнт трансформатора збільшується. Відгалуження 3, 4 відповідають частині витків, з'єднаних зустрічно відносно витків основної обмотки. Їхнє вмикання зменшує коефіцієнт трансформації, оскільки компенсує дію частини витків основної обмотки. Основним контактом обмотки ВН трансформатора є точка 0. Число витків, що діють відповідно і зустрічно з витками основної обмотки може бути неоднаковим. На регульованій частині обмотки є перемикаючий пристрій, який складається з рухомих контактів δ і ϵ , контактів К1 і К2 і реактора Р. Середина обмотки реактора з'єднана з нерегульованою частиною обмотки трансформатора. Нормально струм навантаження обмотки ВН розподіляється однаково між половинами обмотки реактора. Тому магнітний потік малий і втрата напруги в реакторі також мала [1, с. 101].

Також основним технічним пристроєм яким можна забезпечувати відповідну якість електричної енергії та регулювання напруги, являється лінійний регулятор трансформатора. Лінійні регулювальні трансформатори (ЛР) і послідовні регулювальні трансформатори застосовуються для регулювання напруги в окремих лініях або групі ліній (рис. 3, а). Вони застосовуються при реконструкції вже існуючих мереж, в яких використовуються трансформатори без регулювання під навантаженням. В цьому випадку для регулювання напруги на шини підстанції ЛР вмикаються послідовно з нерегульованим трансформатором. Для регулювання напруги на відходящих лініях лінійні регулятори вмикаються безпосередньо в мережу.

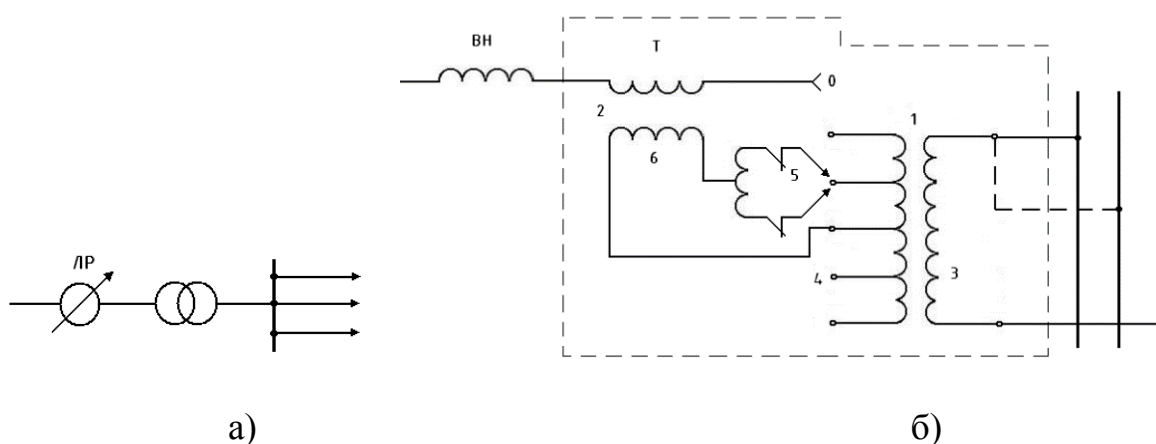


Рис. 3. Лінійний регулятор напруги

Лінійний регулювальний трансформатор – статичний електричний апарат, який складається (рис.3, б) з послідовного 2 і живильних 1 трансформаторів. Первинна обмотка живильного трансформатора 3 може отримувати живлення від фази А або від фаз В, С. Вторинна обмотка 4 живильного трансформатора містить такий же пристрій перемикання контактів під навантаженням 5, як і в РПН. Один кінець первинної обмотки 6 послідовного трансформатора 6 під'єднаний до середньої точки вторинної обмотки 4 живильного трансформатора, інший – до перемикаючого пристрою 5. Вторинна обмотка 7 послідовного трансформатора з'єднана послідовно з обмоткою ВН силового трансформатора, і додаткова ЕРС ΔЕ в обмотці 7 складається з ЕРС в обмотці ВН.

Список використаних джерел:

1. Бунько В. Я. Питання якості електричної енергії в розподільних пристроях систем електропостачання. / Науковий журнал «Молодий вчений». – 2016. – № 1(28). – С. 99-103.
2. Волгин М.Е. Надежность и качество электрической энергии в системах электроснабжения: учебное пособие для студентов электротехнических специальностей. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2008. – 81 с.
3. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Издательство стандартов, 1998. – 32 с.