

Асинхронні електродвигуни є найпоширенішим типом двигунів, що використовується в промисловості, транспорті та побутових системах завдяки їхній простоті, надійності й невисокій вартості. Однак традиційний прямий пуск асинхронного двигуна супроводжується високими пусковими струмами (в 6-8 разів більшими за номінальний), що може спричинити суттєве навантаження на електромережу, викликати просідання напруги та скоротити термін служби обладнання.

Плавний пуск – це технологія керованого запуску двигуна за допомогою поступового нарощування напруги, що дозволяє обмежити пусковий струм та забезпечити контрольований момент на валу. Такий підхід значно зменшує механічні навантаження на редуктори, муфти, конвеєри та інші компоненти, що підключені до двигуна. Це підвищує надійність системи та знижує витрати на технічне обслуговування.

Застосування пристроїв плавного пуску також сприяє покращенню енергетичних характеристик електроприводів. Наприклад, використання сучасних пускачів із цифровим управлінням дозволяє зменшити енергоспоживання під час запуску на 10-15% у порівнянні з традиційними методами пуску.

Крім того, зниження пускового струму дозволяє уникнути перевантажень у мережах, особливо в умовах використання резервних або автономних джерел живлення (генератори, системи на базі ВДЕ), де стабільність напруги є критичною.

Плавний пуск асинхронних двигунів – це ефективний інженерний підхід, що забезпечує зменшення пускових навантажень, підвищення енергоефективності, збільшення ресурсу обладнання та покращення якості електричної енергії в системі. У сучасних умовах діджиталізації та підвищення вимог до енергоефективності компенсація реактивної потужності і плавний пуск є не просто технічними засобами, а елементом системного підходу до оптимізації промислового електроприводу.

Література

1. Orobchuk B, Sysak I, Buniak O, Babiuk S, Koval V. Development of the reactive power compensation laboratory bench and its integration into the training simulator of dispatch control system. The 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2023 (ITTAP 2023).

УДК 621.311

М.С. Наконечний к.т.н., А. С. Гурський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ПОРУШЕНЬ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМ З ВІТРОВИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ

M. Nakonechy Ph.D, A. Gursky

ANALYSIS OF DYNAMIC DISTURBANCES IN THE STABILITY OF POWER SYSTEMS WITH WIND POWER PLANTS

Зростаюча частка вітроенергії в енергосистемах створює нагальну потребу у ретельному дослідженні її впливу на динамічну стійкість. Традиційно, стабільність енергосистеми визначалася синхронними генераторами. Проте, вітротурбіни використовують інші типи генераторів, що можуть демонструвати іншу поведінку.

Раніше внеском вітрогенераторів у забезпечення стійкості системи часто нехтували. Однак, зі зростанням потужності вітрових електростанцій, їх відключення під час мережевих збурень може призвести до значної втрати генеруючих потужностей, потенційно викликаючи втрату стійкості. Це стало причиною перегляду мережевих правил у країнах із високою

ясткою вітрової енергії, що вимагає, щоб вітротурбіни залишалися підключеними до мережі під час збурень протягом певного періоду.

Серед найбільш серйозних збурень, що впливають на динамічну стійкість, є короткі замикання в мережі, неповнофазні режими, стрибки напруги та зміни потужності вітрогенератора внаслідок коливань швидкості вітру. Щоб забезпечити стійкість і якість енергії, були розроблені нові вимоги до віддачі потужності для установок понад 1,5 МВт.

Для аналізу впливу вітроенергії на стабільність системи використовується агреговане моделювання вітрових електростанцій. Існують два основні підходи: детальна репрезентація всіх вітротурбін у складі вітрової електростанції або спрощені моделі вітрових електростанцій, які інтегруються в детальні моделі великих енергосистем. У спрощеному підході вітрова електростанція може бути представлена єдиним еквівалентним генератором, припускаючи, що його потужність дорівнює сумі потужностей усіх турбін, а реактивна потужність у точці підключення до мережі дорівнює нулю.

Програма PSS/E, розроблена Siemens, є широко використовуваним інструментом для побудови та дослідження моделей енергосистем. Вона дозволяє проводити розрахунки перетоків потужності, аналіз коротких замикань та динамічні симуляції. Динамічні симуляції є ключовими для дослідження перехідних процесів та забезпечення надійності енергосистеми, дозволяючи прогнозувати її поведінку за різних умов.

Багато виробників вітротурбін створюють моделі своїх пристроїв у PSS/E для перевірки їх відповідності мережевим вимогам. У PSS/E доступна динамічна модель вітротурбіни з асинхронною машиною подвійного живлення (DFIG). Ця модель складається з чотирьох взаємопов'язаних модулів: моделі генератора/перетворювача (WT3G), моделі електричного контролю (WT3E), модуля вітротурбіни (WT3T) та модуля контролю нахилу (WT3P). Ці моделі дозволяють аналізувати реакцію вітротурбіни на мережеві збурення, такі як аварії в системі передачі.

З огляду на зростаючу частку вітроенергії, подальші дослідження та розробка точних моделей є критично важливими для забезпечення надійності та стабільності майбутніх енергосистем.

УДК 621.311

Б. Оробчук к.т.н., доц., І. Амбращук, Ю. Назаров

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ВИРІВНЮВАННЯ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 0,4 кВ

B. Orobchuk Ph.D., Assoc. Prof., I. Ambrashchuk, Y. Nazarov

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

DEVELOPMENT OF A LEVELING DEVICE IN 0.4 kV DISTRIBUTION NETWORKS

У трифазних міських та сільських електромережах спостерігається проблема несиметрії напруг, що виникає при нерівності фазних навантажень між собою, а аналіз несиметрії здійснюють методом симетричних складових. Відхилення напруги окремих фаз внаслідок несиметрії електричних навантажень можуть перевищувати допустимі стандартні значення [1], що несприятливо впливає на роботу однофазного та трифазного електроустаткування. Наприклад, для деяких однофазних електроприймачів відхилення напруги викликає суттєве скорочення їх терміну служби або відмов, а трифазні асинхронні електродвигуни при несиметричній напрузі живлення мають знижену перевантажувальну здатність, при тому ж навантаженні працюють з підвищеним ковзанням і, відповідно, мають вищі втрати.