

УДК 621.313

**Циган П.С., асистент кафедри електроенергетики**

**Замкова О.А., аспірант спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

**Пінчук С.А., студент магістр спеціальності 144 Теплоенергетика**

*(Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна)*

## **ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Одним з викликів сьогодення є руйнування енергетичної інфраструктури в наслідок повномасштабного вторгнення в Україну та загальної зношеності електроенергетичного обладнання енергетичних систем. Саме ці аспекти зараз змушують значну частину побутового, енергетичного та аграрного секторів України обирати альтернативні шляхи забезпечення електропостачання від бензинових та дизельних генераторів. Крім того, зросла тенденція до використання накопичувачів електричної енергії акумуляторного типу з використанням альтернативних джерел енергії, таких як фотоелектричні станції та вітроустановки різної потужності. Головними проблемами вітроустановок та фотоелектричних станцій на сьогоднішній день залишаються нестабільність генерації, низька мобільність та залежність від фізико-географічного положення. Через це з'являється проблематика потреб у надлишковій потужності систем децентралізованої генерації та значних об'ємах накопичувачів електричної енергії, що є економічно неспівставним за капітальними затратами у порівнянні з бензиновими та дизельними агрегатами. Перевагами дизельних та бензинових генераторів є цілодобова та незалежна від фізико-географічного положення генерація. При цьому, очевидним недоліком є низький коефіцієнт корисної дії та великі об'єми споживання палива, що є проблемою безальтернативності під час довготривалих аварій електроенергетичних систем.

Однак проблемою альтернативних джерел живлення, як систем на двигунах внутрішнього згорання та відновлюваних джерел енергії, є пускові режими обладнання. У більшості випадків це стосується електродвигунів які є навантаженням активно-індуктивного характеру. Володіючи такими параметрами як пускові значення струмів та кидки струмів намагнічування, вони здатні миттєво розмагнічувати магнітні системи синхронних генераторів, що призводить до зниження ЕРС синхронних машин та появи значного електромеханічного опору [1]. В результаті цього знижується частота обертання електромагнітного поля ротора, що означає зниження частоти та напруги на виході генератора та його перевантаження і, як наслідок, вихід із стійкого режиму роботи (втрата статичної стійкості генератора)[2].

З метою підвищення стійкості роботи систем аварійного живлення необхідно забезпечувати симетричність завантаження синхронних генераторів та знижувати вплив пускових режимів активно-індуктивного навантаження. Одним з заходів є почергове введення навантаження у роботу, зберігаючи зворотній зв'язок за струмом, або реалізація витримок часу почергового вмикання – всі заходи можуть виконуватись як у ручному, так і в автоматичному режимі. До додаткових заходів входить використання засобів зниження пускових струмів електродвигунів. Електродвигуни у пусковому режимі споживають від 5 до 10 номінальних струмів в залежності від їх типу та конструктивного виконання. Одним із найсучасніших та надійних заходів обмеження пускових струмів є використання перетворювачів частоти. Вони дозволяють керувати продуктивністю двигунів та запускати їх у межах від 1 до 2 номінальних струмів в залежності від типу

двигуна та навантаження на валу електричної машини. Це стосується перетворювачів частоти з ланкою постійного струму, але не перетворювачів частоти цикло-конверторного типу, де є висока залежність від частоти змінного струму джерела електричної енергії.

Іншим методом пуску електродвигунів є пристрої плавного пуску. Пристрої плавного пуску базуються на використанні зміни кута комутації зустрічно-паралельних тиристорів (симисторів), які змінюють кут комутації під час пуску в залежності від встановленого параметру обмеження струму. Зміна кута комутації може бути як ступеневою, так і пропорційною від одного напівперіода до іншого, поступово виходячи на номінальні значення режиму. Після повного відкриття симисторних каскадів відбувається шунтування напівпровідникових ключів контактором або іншим комутаційним апаратом за схемою «bypass». Недоліком такого методу пуску є несинусоїдальність споживаного струму, і відповідно при співставній потужності генератора та двигуна виникає спотворення форми кривої напруги на виході генератора, що впливає на якість електричної енергії для інших електроприймачів. При роботі плавного пуску виникає значний спектр вищих гармонійних складових струму, що створює додатковий гальмівний момент для первинного двигуна (двигуна внутрішнього згорання), але короткочасно на момент пуску не є критичним.

Існують інші методи обмеження пускових струмів, наприклад:

- перемикання зірка-трикутник;
- реакторний пуск асинхронного двигуна;
- автотрансформаторний пуск.

Вище перелічені методи пуску є низько ефективними у порівнянні з частотним пуском або пристроєм плавного пуску, оскільки супроводжуються низьким коефіцієнтом потужності та значними кидками струмів намагнічування магнітних систем електричних машин зі споживанням потужності реактивного характеру. Що в свою чергу виводить генератор на межу його статичної стійкості, тобто є неприпустимим.

Тому можна зробити висновок, що використання додаткових засобів з компенсації реактивної потужності та зниження пускових струмів асинхронних двигунів при роботі від генераторів обмеженої потужності дозволяють забезпечити необхідну статичну стійкість електричної машини для нормальної експлуатації в рамках аварійного живлення.

#### Список використаних джерел:

1. ДСТУ ISO 8528-3:2005 Установки генераторні змінного струму з приводом від поршневих двигунів внутрішнього згорання. Частина 3. Генератори змінного струму для генераторних установок (ISO 8528-3:1993, IDT).
2. ДСТУ IEC 60034-1:2019 Машини електричні обертові. Частина 1. Номінальні та робочі характеристики (IEC 60034-1:2017, IDT).