

**УДК 681.5**

## **АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВІТРОВИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ**

**Чернега Р.М.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
м. Івано-Франківськ*

**Науковий керівник: к.т.н., доц. Лагойда А. І.**

Розглядається важлива науково-прикладна проблема створення автоматичної системи керування вітровою електростанцією. Пропонується перелік необхідних підсистем комп'ютерного управління та підсистем захисту, необхідних для правильного та оптимального автоматичного керування вітровою електростанцією. Визначаються принципи функціонування, переваги та методи вдосконалення автоматичної системи керування.

Україна має досить високий кліматичний потенціал вітрової енергії, який забезпечує роботу не лише автономних вузлів живлення, але й потужних вітроелектростанцій. Умови використання вітрової енергії оптимальні протягом усього року, що дає суттєву перевагу вітрових електростанцій над іншими джерелами електроенергії. Для правильного функціонування вітрової електростанції можна використовувати автоматичні системи керування [1].

Автоматична система керування приймає інформацію про стан і роботу механізмів установки, обробляє її за заданою програмою та забезпечує запуск, а також зупинку установки в аварійних ситуаціях, підтримує робочі параметри. Використання автоматичних систем керування вітровими електростанціями забезпечує:

- надійну, безпечну й ефективну роботу всього комплексу устаткування;
- максимальну продуктивність усієї електростанції;
- оперативне диспетчерське функціонування.

Автоматична система керування може складатися з цілого ряду підсистем комп'ютерного управління:

- підсистема вмикання й вимикання електростанції;
- підсистема автоматичного налаштування ротора на вітер із метою максимального використання енергії вітру;
- підсистема автоматичного плавного регулювання напруги й частоти генератора струму;
- підсистема відключення силових та сигнальних кабелів;
- підсистема пристроїв диспетчеризації із зовнішнім комплексом для моніторингу систем та дистанційного керування;
- підсистема реєстрації й статистики роботи окремих компонентів електростанції;
- підсистема зупинки турбіни у випадку аварії;
- підсистема реєстрації запису у випадку аварійних ситуацій – так звана «чорна скринька».

Перелік підсистем захисту автоматичної системи керування вітровою електростанцією та їх функції:

- підсистема автоматичної діагностики електростанції, визначає аварійні режими роботи електростанції та її вимикання;
- підсистема автоматичної зупинки роботи електростанції при зменшенні швидкості вітру до 4-5 м/с або при зростанні більше 25-30 м/с;
- дві незалежні підсистеми гальмування: аеродинамічне гальмування (зміна кута атаки лопатей) та дискове гальмо (керується мікропроцесорним регулятором).

Автоматична система керування контролює роботу електростанції шляхом вимірювання основних параметрів силових станцій, таких як: напрямок вітру; швидкість вітру; зношування дискових гальм; температура генератора, редуктора й регулятора; оберти валу; оберти генератора; напруга генератора й фазні струми; черговість фаз; кут атаки лопатей ротора; кут закручування кабелю в капітелі; вібрація; напруга живлення виконавчих підсистем; потужність генератора [2].

Підсистеми протиаварійного захисту здатні спрацьовувати при:

- підвищенні температури контрольованих вузлів понад допустиму;
- витіканні змащувальних чи охолоджувальних рідин;
- підвищенні частоти обертання ротора понад допустиму величину;
- швидкості вітру, яка перевищує значення швидкості вимикання;
- виникненні коротких замикань у системі генерування;
- виникненні пожеж та задимлень;
- виникненні ситуації, небезпечної для обслуговуючого персоналу.

Автоматичні системи керування здатні самостійно обирати оптимальні параметри, використовуючи інформацію, яка надходить із давачів на комп'ютери зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

Коли турбіна призупиняється (пауза, зупинка чи аварійна зупинка), лопаті встановлюються під кутом  $90^\circ$  відносно площини ротора, тобто в напрямку вітру. Коли турбіна працює в режимі «Пуск», вона може виробляти електроенергію, а її кількість визначається миттєвими умовами вітру. Для керування роботою турбіни використовують системи управління на основі регулятора Multi-Processor. Коли вітер дуже слабкий і ротор не обертається чи обертається з невеликою швидкістю, то кут нахилу лопатей становить близько  $45^\circ$ . Таке положення лопатей надає ротору максимальний пусковий момент, який викликає швидкий старт при збільшенні енергії вітру. Коли оборотна швидкість ротора й генератора зростає до номінального значення, регулятор розташовує лопаті під кутом  $0^\circ$  (за вітром), підтримуючи необхідну швидкість обертання. Аналогічно регулятор діє і в зворотному порядку, коли вітер слабшає, а генератор відключається від мережі, а регулятор Multi-Processor контролюватиме швидкість. Якщо ж вітер слабшає ще більше, то оборотна швидкість стане меншою від номінального значення, і ротор обертатиметься вільно.

За помірної швидкості вітру оборотна швидкість регулюється в напрямку номінального значення, і, якщо можливо утримати кут нахилу  $5^\circ$  (означає, що вітер несе достатню кількість енергії), то генератор буде включений до мережі. Коли генератор включений, але вітер має швидкість, яка є недостатньою для виробництва номінальної потужності, кут нахилу лопатей регулюється автоматично від швидкості вітру. Ця функція дуже точно розрахована, змодельована та оцінена системою за допомогою вимірювань. Ця функція використовується в турбінах із метою забезпечення оптимізації аеродинаміки лопатей, що в результаті призводить до оптимального виробництва енергії. Регулятор Multi-Processor контролює вироблену потужність таким чином, щоб швидкість ротора утримувалася у вузькій смузі, яка називається ковзанням, що є процентним співвідношенням між дійсною й асинхронною оборотними швидкостями. У даному режимі керування ковзання утримується на рівні 2%.

Якщо швидкість вітру зростає й вироблена потужність досягне номінального значення, то потужність буде утримуватися на постійному рівні завдяки системі керування. Для повільного нахилу лопатей система керування підтримує швидкість генератора сталою, щоб ковзання становило близько 4%. Потужність буде утримуватися на постійному рівні відносно номінальної величини, якщо ковзання буде мати значення в межах від 1% до 10%. Якщо швидкість вітру зростає, тоді швидкість ротора й генератора буде також збільшуватися. Тоді регулятор Multi-Processor поверне лопаті в напрямку  $90^\circ$ , завдяки чому оборотна швидкість знову зменшиться до базового рівня. Якщо швидкість вітру знизиться, тоді впаде й оборотна швидкість ротора. Система регуляторів керує струмом ротора в генераторі, швидко підключаючи або від'єднуючи змінний опір із метою збереження ковзання на рівні 4%. Якщо швидкість вітру стане вище граничного значення, генератор виключається й турбінні лопаті фіксуватимуться під кутом близько  $90^\circ$ . Регулятор Multi-Processor знаходиться в режимі очікування, поки швидкість вітру впаде нижче межі повторного включення, а потім перезапустить турбіну[3]. Досліджені функції автоматичної системи керування вітровою електростанцією мають три переваги: - мінімізують навантаження й вібрації механічних частин турбіни; - покращують якість електроенергії, що надходить до мережі без великих коливань; - оптимізують виробництво енергії.

### **Список літератури**

1. Титко Р. Відновлювальні джерела енергії: навч. посіб. / Р. Титко, В.М. Калініченко. – Варшава, Краків, Полтава: OWG, 2010. – 533 с.
2. Корендій В.М. Аналіз переваг і недоліків горизонтально-осьових вітроустановок / В.М. Корендій, Р.В. Зінбко // Вісн. нац. універ. «Львівська політехніка». – Львів: ВЛП, 2012. – 70с.
3. Пекур П.П. Режимні обмеження на параметри роботи вітроелектричних установок під навантаженням: навч. посіб. / П.П. Пекур. – К.: Технічна електродинаміка, 2013. – 175с.