**Васько Віктор Петрович. Керування нестаціонарними режимами роботи вітроустановок промислових вітроелектричних станцій: дисертація канд. техн. наук: 05.14.08 / НАН України; Інститут електродинаміки. - К., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Васько В.П. Керування нестаціонарними режимами роботи вітроустановок промислових вітроелектричних станцій.** - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.08 - перетворювання відновлюваних видів енергії. - Інститут електродинаміки НАН України, Київ, 2003.  Дисертація присвячена визначенню законів і параметрів керування експлуатаційними нестаціонарними режимами роботи ВЕУ промислових ВЕС, які зменшують аеромеханічні та електричні навантаження на основні елементи конструкції. Розроблено математичну модель вітроустановки як об’єкта керування в довільних діапазонах зміни швидкості вітру, кута повороту та частоти обертання лопатів на основі кубічних сплайнів аеродинамічних характеристик. Досліджено динаміку аеромеханічних і електричних навантажень складових частин ВЕУ за різних способів керування генерованою потужністю (флюгерного, антифлюгерного, автостабілізації та керованої автостабілізації) та в процесі пуску і зупинення. Узагальнення результатів для установок різної потужності в діапазоні (100-1000)кВт виконано шляхом побудови номограм динамічних навантажень в функції параметрів керування та інерційної сталої часу ВЕУ. Визначено раціональні способи зменшення перенапруги ВЕУ та компенсації реактивної енергії ВЕС. Основні результати роботи знайшли застосування при розробці нормативно-технічної документації з виробництва ВЕУ та експлуатації ВЕС. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі здійснено наукове обгрунтування та дослідження необхідних законів і параметрів керування нестаціонарними режимами роботи вітроустановок промислових ВЕС для зменшення аеромеханічних та електромеханічних навантажень на силові елементи конструкції в процесі експлуатації. Отримано наступні наукові та практичні результати:  1. За результатами експериментальних досліджень динаміки експлуатаційних режимів роботи та статистичного аналізу відмов серійних ВЕУ промислових ВЕС встановлено, що найбільшої кількості пошкоджень зазнають ті складові частини вітроустановки, які сприймають пульсуючі механічні та електричні навантаження (ротор, пристрій повороту лопатів, трансмісія, електричне силове обладнання).  2. Розроблена узагальнена математична модель ротора ВЕУ як об’єкта керування на основі інтерполяційних кубічних сплайнів аеродинамічних характеристик, яка дозволяє визначати аеромеханічні навантаження в довільних діапазонах зміни швидкості вітру, кута повороту та частоти обертання лопатів в експлуатаційних режимах роботи. Адекватність та коректність результатів моделювання досягається в результаті використання в вузлах інтерполяції умови неперервності похідних до другого порядку включно та застосування неперервності похідних третього порядку для крайових умов.  3. Розроблено метод визначення узагальнених законів керування вітроустановкою як результату перетину поверхні потужності та поверхні керування, спроектованого на відповідну координатну площину (флюгерне керування, антифлюгерне керування, автостабілізація). Запропоновано та обґрунтовано режим керованої автостабілізації потужності вітроустановки на великих швидкостях вітру, який характеризується малим діапазоном зміни кута повороту лопатів та прийнятними аеромеханічними навантаженнями.  4. Удосконалено математичну модель динаміки експлуатаційних режимів ВЕУ в результаті використання моделі ротора на основі кубічних сплайнів аеродинамічних характеристик та урахування параметрів еквівалентної електричної схеми заміщення промислової ВЕС і електросистеми. Математична модель являє собою систему нелінійних диференційних рівнянь і дозволяє розраховувати перебіг аеромеханічних, механічних і електричних навантажень в режимах генерування, пуску та зупинення вітроустановок з поворотними та фіксованими лопатями.  5. Проведено розрахункові дослідження аеромеханічних перенавантажень лопатів ротора та електричних перенавантажень генератора в режимах пуску та зупинення ВЕУ шляхом повороту лопатів, механічного гальмування трансмісії, пуску за допомогою генератора в режимі двигуна. Узагальнення результатів для установок різної потужності в діапазоні (100-1000)кВт виконано шляхом побудови номограм динамічних навантажень в функції параметрів керування та інерційної сталої часу ВЕУ. Номограми дозволяють визначити необхідні значення швидкодії механізму повороту лопатів та пристрою гальмування, швидкості зміни напруги на генераторі для обмеження динамічних навантажень на заданому рівні. Найбільші аеромеханічні навантаження характерні для режиму зупинення. Найменші аеромеханічні навантаження при зупиненні досягаються в результаті застосування механічного гальмування силової трансмісії.  6. Досліджено динаміку аеромеханічних та електричних навантажень складових частин ВЕУ за різних способів керування генерованою потужністю (флюгерного, антифлюгерного, автостабілізації та керованої автостабілізації). Обґрунтовано застосування способів флюгерного керування та автостабілізації для ВЕУ потужністю (100-1000)кВт та способу керованої автостабілізації для вітроустановок більшої потужності. З’ясовано, що в процесі регулювання аеромеханічне зусилля лобового тиску на лопать в 5-8 раз більше за тягове, яке породжує обертовий момент ротора. Максимальна швидкодія механізму повороту лопатів для стабілізації генерованої потужності на швидкостях вітру більших за номінальне значення повинна знаходитись на рівні 6 град/с.  7. З’ясовано та досліджено причини виникнення та рівні перенапруги складових частин промислових ВЕС в режимі генерування електроенергії. Обґрунтовано спосіб зменшення перенапруги ВЕУ на введених в експлуатацію ВЕС шляхом зміни коефіцієнта трансформації силового трансформатора ТП. Визначено раціональний спосіб компенсації реактивної енергії ВЕС на основі ВЕУ з асинхронним генератором, який полягає в підключенні на клеми генератора конденсаторної батареї тільки для компенсації реактивної потужності контуру намагнічування та ввімкненні на вході станції конденсаторних батарей з керованою ємністю для компенсації реактивної потужності в навантажувальному режимі.  8. Результати дисертаційної роботи рекомендуються для подальшого використання при розробці та виробництві ВЕУ в ДКБ “Південне” та ВО “Південний машинобудівний завод ім. О.М.Макарова” (м. Дніпропетровськ), при проектуванні ВЕС в організаціях “Укргідропроект” та “Укренергомережпроект” (м. Харків), в навчальному процесі при підготовці інженерів на кафедрі “Відновлювані джерела енергії” Національного технічного університету України “КПІ” (м. Київ) | |