**Петрушин Віктор Сергійович. Проектний синтез високоефективних регульованих асинхронних двигунів потужністю до 400 кВт : Дис... д-ра наук: 05.09.01 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Петрушин В.С. Проектний синтез високоефективних регульованих асинхронних двигунів потужністю до 400 кВт. Рукопис.  Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.01 – електричні машини і апарати. Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, 2002  Дисертацію присвячено вдосконаленню одного з найбільш важливих елементів регульованого електропривода – асинхронного двигуна (АД). Проектування спеціальних регульованих асинхронних двигунів (РАД), що виконується із урахуванням специфіки їхньої роботи в електроприводі (ЕП) з напівпровідниковими перетворювачами, дозволяє істотно знизити їхню масу, габарити, вартість, поліпшити енергетичні показники, динамічні та регулювальні характеристики. Визначено основні принципи і методологію побудови проектних ММ і організації проектного синтезу РАД, що базуються на системному підході і методах системного аналізу. Розроблено уточнені ММ для аналізу електромагнітних, електромеханічних і теплових процесів в усталених та перехідних режимах роботи двигуна. Вдосконалено методики та розроблено ММ для розрахунків додаткових магнітних втрат, механічних та віброакустичних показників. Систематизовано проектні критерії РАД. Розроблено ММ проектних критеріїв і функціональних показників. Розроблено програмні комплекси для автоматизованого синтезу, аналізу й оптимізації РАД у системах ЕП “напівпровідниковий перетворювач напруги - асинхронний двигун” і “напівпро-відниковий перетворювач частоти з автономним інвертором напруги - асинхронний двигун”. Представлені результати виконаних проектних досліджень і оптимізації РАД та підтверджена можливість суттєвого удосконалення ЕП за рахунок застосування оптимальних РАД. | |
| |  | | --- | | Основний науковий зміст дисертації складається в теоретичному узагальненні і розв’язанні наукової проблеми проектного синтезу, аналізу й оптимізації спеціальних регульованих асинхронних двигунів потужністю до 400 кВт. Загальні принципи математичного моделювання і методологія проектного синтезу засновані на системному підході, що дозволяє здійснювати комплексне урахування усієї необхідної сукупності проектних факторів у їхньому взаємозв'язку і взаємовпливі. Розроблені ефективні математичні і програмні засоби надають можливість виконувати при значному скороченні термінів проектних досліджень перспективні проектні розробки оптимальних РАД, що забезпечують істотне ресурсо- та енергозбереження при підвищенні якості регульованих ЕП.   1. Необхідність розробки і застосування РАД визначена широким упровадженням регульованих ЕП. Аналіз показав, що використання в ЕП спеціальних РАД замість серійних АД дозволяє знизити масу, габарити, вартість, підвищити ККД, поліпшити динамічні та регулювальні характеристики. 2. Проектний синтез і аналіз роботи РАД ефективно реалізується на основі методів системного аналізу. Особливості проектного синтезу РАД у порівнянні з про-ектуванням загальнопромислових АД полягають у використанні в комплексі оптимізаційних і перевірних розрахунків проектних ММ, що містять моделі усіх взаємодіючих компонентів ЕП з урахуванням їх взаємозв'язків. У ММ ЕП використовуються не лише традиційні моделі перетворювачів, але й моделі, що синтезовані програмою моделювання електронних схем PSPICE. 3. Визначені раціональні шляхи рішення проблеми проектного синтезу ефективних РАД на основі структурно-параметричної оптимізації, декомпозиції та агрегування, поєднання методів уступок по критеріям і релаксації обмежень. 4. Для аналізу електромагнітних, електромеханічних і теплових процесів усталених режимів повині використовуватись проектні ММ, які враховують особливості роботи РАД при полігармонічності напруги живлення та зміни параметрів електричних та теплових заступних схем в процесі регулювання. 5. Розрахунок додаткових магнітних втрат РАД доцільно виконувати згідно удосконаленої методики та розроблених проектних ММ, за рахунок чого досягається уточнення розрахунків енергетичних і теплових показників 512 % у порівнянні зі значеннями, отриманими при використані традиційних методик і ММ. Визначення змін механічних показників РАД у діапазоні регулювання виконується по розробленим системним ММ механічних перевірочних розрахунків. Аналіз магнітних вібрацій і шумів РАД здійснюється по уточненій методиці та розробленим системним ММ, що враховують вплив на віброакустичні показники часових гармонійних складових магнітного поля. Окрім слід розраховувати механічні вібрації та вентиляційний шум. 6. При аналізі динамічних характеристик і показників необхідно використовувати проектні ММ електромагнітних та електромеханічних процесів РАД у неуста-лених режимах, які надають можливість враховувати зміни параметрів напруги живлення, параметрів заступних схем та навантажувального моменту на кожнім кроці інтегрування. Системні ММ для розрахунку енергетичних показників РАД регульованих ЕП у динамічних режимах, в яких з достатньою точністю урахо-вуються усі істотні складові втрат, дозволяють на 812 % уточнити значення ККД та на 1923 % значення коефіцієнта потужності. Використання розроблених проектних ММ теплових процесів у перехідних режимах, у яких враховуються зміни теплових провідностей і втрат у конструктивних частинах двигуна в процесі регулювання, підвищує точність теплових розрахунків і дозволяє оцінити тепловий стан при його роботі в різних режимах у регульованому ЕП. 7. Систематизація технічних вимог, проектних критерієв та обмежень РАД здійсне-на на основі системи показників ефективності загальнопромислових АД. Розроб-лені ММ часткових та узагальнених діапазонних проектних критеріїв, що харак-теризують показники ефективності РАД і ЕП у заданому діапазоні регулювання, і ММ функціональних показників використовуються при проектному синтезі РАД. Виконаний аналіз чутливості проектних критеріїв дозволив встановити степені впливу КЗ на діапазонні проектні критерії. 8. На основі дослідження сепарабельних та квазісепарабельних властивостей цільових функцій реалізовано раціональну функціональну декомпозицію РАД. Оптимізаційне декомпозиційне проектування РАД, виконане із урахуванням сепарабельних і квазісепарабельних властивостей, при практично однаковій точності в порівнянні із недекомпозиційним проектуванням надає істотне зниження витрат обчислювальних ресурсів. 9. Сформовані комплексні ММ для аналізу роботи АД в ЕП з фазовим керуванням, на основі яких здійснюється автоматизований вибір АД для таких ЕП із урахуванням необхідного комплексу технічних, економічних і екологічних вимог. 10. Розроблені комплексні ММ для аналізу роботи АД в ЕП з частотним керуванням інваріантні до різних схемних виконань перетворювачів, видів регулювання та законів частотного керування, що використовуються у них. Вони дозволяють зробити економічно обґрунтований вибір АД для ЕП з частотним керуванням. 11. Застосування розробленого ПЗ для проектування РАД ЕП з частотним керуванням вентиляторних установок змінної продуктивності дозволило зменшити ЗВ витрати двигунів на 2027 % і за рахунок цього ЗВ ЕП на 1421 %. Ефект досягається за рахунок зниження витрат активних матеріалів та підвищення ККД у порівнянні з цими ж показниками серійних АД, що використовуються у таких пристроях. 12. Спроектовано ряд РАД на базі серійних АД, що випускаються Ново-Каховським електромашинобудівним заводом, для визначених діапазону регулювання і зако-ну частотного керування. Спроектовані модифікації спроможні працювати з навантажувальними моментами на 2428 % вище припустимих моментів навантаження серійних двигунів. 13. Впровадження розроблених програмних комплексів у навчальне проектування забезпечує ефективне навчання інженерів-електромеханіків принципам і методам математичного моделювання, автоматизованого вибору і проектного синтезу РАД для систем регульованого ЕП. | |