**Кусакін Юрій Олександрович. Забезпечення умов підтримання якості електричної енергії і стійкості при синхронізації і паралельній роботі суміщених електричних машин: дисертація канд. техн. наук: 05.09.01 / Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". - Х., 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Кусакін Ю.О.Забезпечення умов підтримання якості електричної енергії і стійкості при синхронізації і паралельній роботі суміщених електричних машин.**- Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук із спеціальності 05.09.01 - електричні машини і апарати. - Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2003.  Дисертація присвячена дослідженню забезпечення умов підтримання стійкості і якості електричної енергії за такими показниками, як відхилення напруги і відхилення частоти при синхронізації і паралельній роботі суміщених електричних машин. У результаті проведених автором теоретичних і експериментальних досліджень розроблено математичну модель процесу синхронізації суміщених електричних машин в мережі, яка представлена у вигляді електричної машини, потужність якої порівнянна з потужністю генератора. Встановлено зв'язок між провалами напруги та кидками струми і параметрами суміщених електричних машин, режимом їх попередньої роботи та значеннями початкових параметрів синхронізації. Отримані розрахункові співвідношення для визначення умов забезпечення стійкості і необхідної якості електричної енергії за такими показниками, як відхилення частоти і напруги в процесі синхронізації суміщених електричних машин. Розроблені методики проектування суміщених електричних машин і пристроїв синхронізації використані в ОКБ НВО «ХЕМЗ» і ДНПП «МЕТЕНЕРГОМАШ» (м. Харків), що підтверджено актами впровадження результатів дисертаційної роботи. Результати експериментальних досліджень підтвердили коректність запропонованих методик розрахунку. | |
| |  | | --- | | У результаті проведених досліджень у дисертації вирішена науково-технічна задача обґрунтування умов забезпечення якості електричної енергії і стійкості при синхронізації і паралельній роботі суміщених електричних машин.  1. Режими синхронізації і наступної паралельної роботи суміщених електричних машин, що працюють у системах електропостачання як джерела електричної енергії, у літературі практично не розглядалися, рекомендацій зі здійснення процесу синхронізації таких електричних машин немає, як немає і рекомендацій з їхнього використання для компенсації відхилень напруги і частоти, що мають місце в мережі обмеженої потужності. Застосовувані при синхронізації технічні пристрої належним чином не обґрунтовані, процес синхронізації невиправдано затягується, методики проектування пристроїв синхронізації базуються на результатах експериментальних досліджень, а знайдені за їх результатами значення початкових параметрів синхронізації не відбивають весь діапазон припустимих початкових умов синхронізації, немає рекомендацій з використання тих чи інших методів виміру кутової частоти ковзання і кута між напругами, які синхронізуються, при створенні пристроїв синхронізації.  2. Розроблена математична модель процесу синхронізації і запропоновані розрахункові співвідношення для визначення кидків струму і провалів напруги враховують відхилення напруги і частоти в мережі обмеженої потужності, а також згасання електромагнітної енергії в обмотках електричних машин, і тим самим адекватно відбивають фізичні явища, що мають місце в процесі синхронізації.  3. Вибір початкових параметрів синхронізації повинен здійснюватися виходячи з вимог забезпечення в цьому процесі якості електричної енергії, що є більш жорсткою вимогою, ніж вимога забезпечення стійкості процесу синхронізації. Розрахунковим режимом при визначенні початкових параметрів синхронізації варто вважати режим несиметрії попередніх навантажень, коли працююча машина має номінальне навантаження, а машина, що включається, працює в режимі холостого ходу. Зміни величини неоднаковості амплітуд напруг, які синхронізуємо, у діапазоні ± 5% *U* номпрактично не позначаються на величині провалу напруги на шинах, що певним чином залежить від кута включення і кутової частоти ковзання. Так, наприклад, для суміщених маховичних електричних машин потужністю 500-750 кВт у випадку, коли припустимий провал напруги складає 15% *U*ном,кут вмикання не повинен перевищувати 600, а частота ковзання не повинна перевищувати величину, дорівнювану 0,166 Гц.  4. Отримані математичні співвідношення для визначення зміни параметрів електричної енергії, викликаних зміною величини напруги живильної мережі, дозволили встановити, що навіть при зміні величини напруги зовнішньої мережі в межах діапазону припустимих значень можливе перевантаження роторних і статорних кіл суміщеної електричної машини, наслідки якого можуть привести до втрати статичної стійкості системи електропостачання. Для запобігання небезпечних наслідків зміни величини напруги зовнішньої мережі доцільно в режимі двигуна статорної обмотки, підключеної до мережі частотою 50 Гц, збільшувати статизм регулювальної характеристики до 5%, знижуючи його в генераторному режимі до 1%. Встановлено, що при роботі зі статизмом Sс =5%, відхилення напруги мережного введення будуть знаходитися в межах ( + 4,25 – 5,5)% *U*ном.  5. При паралельній роботі суміщених електричних машин з мережею обмеженої потужності найкращим режимом її роботи є режим синхронного компенсатора, коли статорна обмотка цієї машини, підключена до мережі частотою 50 Гц, використовується для виробництва реактивної енергії, що дозволяє збільшити в 1,25 рази величину активної потужності, переданої по лініях електропередачі, чи зменшити в 1,5 рази їхній перетин і знизити приблизно удвічі відхилення напруги на шинах системи. Використання наведених рекомендацій, що визначають варіанти компенсації впливу зміни навантаження на зміну напруги і частоти на шинах гарантованого живлення, дозволить знизити величину відхилення напруги до ±5В, знизити величину відхилення частоти до ±1% *f*ном і забезпечити пропорційний розподіл навантажень при паралельній роботі агрегатів у системі, при якому максимальна неузгодженість активних навантажень не перевищить 3,2%, а максимальна неузгодженість реактивних навантажень не перевищить 9,5%.  6. Для прискорення процесу синхронізації команду на вмикання вимикача генератора необхідно подавати в зоні, яка обмежена граничною фазовою траєкторією, використовуючи для побудови цієї зони сепаратрису синхронізації з необхідною якістю напруги і лінію вмикання, що реалізує постійний час випередження. При цьому, при вимірі параметрів синхронізації перевагу варто надавати імпульсному способу виміру кутів і кутових частот, а для розширення можливого діапазону кутів подачі команди до значень більших 3600 на вході синхронізатора необхідно мати дільник частоти з кратністю розподілу*n*.  7. Для зниження провалів напруги й обмеження кидків струму в процесі синхронізації на статорі суміщеної електричної машини необхідно мати обмотку підмагнічування, що відключається під час синхронізації.  8. При проектуванні суміщених електричних машин необхідно враховувати, що вони обов’язково повинні оснащуватися синхронізаторами, а також виходити зі специфічних особливостей вибору електромагнітних навантажень і особливостей розрахунку магнітних кіл, пов’язаних з використанням обмотки підмагнічування статора.  9. Для забезпечення стійкості при паралельній роботі суміщених електричних машин і з метою економії витрати палива необхідно використовувати метод примусових статичних характеристик для розподілу навантажень між агрегатами.  10. Теоретична значимість виконаних досліджень і отриманих наукових результатів полягає в тому, що вони розвивають теорію електричних машин стосовно суміщених електричних машин, їх електромагнітних і електромеханічних перехідних процесів у режимах синхронізації та подальшої паралельної роботи.  11. Практична значимість виконаних досліджень полягає в тому, що їхнє використання дозволяє здійснити проектування суміщених електричних машин і розробку пристроїв синхронізації, що дозволяють забезпечити стійкість процесу синхронізації і якість електричної енергії в цьому процесі за такими показниками, як відхилення напруги і відхилення частоти.  12. Достовірність результатів дослідження підтверджується коректністю використання основних положень теорії електричних машин і збігом результатів, отриманих розрахунковим шляхом, з результатами натурних досліджень процесу синхронізації.  13.Результати роботи використані в ОКБ НВО «ХЕМЗ» (м. Харків) і ДНПП «МЕТЕНЕРГОМАШ» (м. Харків), що підтверджено актами впровадження результатів дисертаційної роботи. | |