**Саратовський Руслан Миколайович. Узгодження тиристорного перетворювача частоти на основі резонансного інвертора з індукційною плавильною установкою : Дис... канд. наук: 05.09.12 - 2007.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Саратовський Р.М. Узгодження тиристорного перетворювача частоти на основі резонансного інвертора з індукційною плавильною установкою**. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.12 – напівпровідникові перетворювачі електроенергії. – Інститут електродинаміки НАН України, Київ, 2007.  Дисертація присвячена подальшому розвитку методів узгодження тиристорних перетворювачів частоти (ТПЧ), на основі резонансного інвертора, з індукційною плавильною установкою за рахунок розробки нових алгоритмів управління резонансним інвертором та пристроями узгодження з функціями адаптації до зміни параметрів індукційного навантаження, направлених на поліпшення використання встановленої потужності перетворювача та підвищення продуктивності електротермічної установки.  Розроблено екстремально-стабілізуючий метод узгодження, який оснований на автоматичному регулюванні вихідної частоти резонансного інвертора за екстремально-стабілізуючим законом і забезпечує безперервний автоматичний пошук максимальної потужності ТПЧ за період плавки металу та її стабілізацію на заданому рівні, нижче за максимальний.  Розроблено компенсаційно-параметричний метод узгодження, який оснований на автоматичному регулюванні параметрів навантажувального контуру і забезпечує автоматичну стабілізацію максимальної потужності ТПЧ з постійною його вихідною частотою впродовж всього періоду плавки металу, а також найкращий коефіцієнт використання максимальної потужності ТПЧ та високу продуктивність.  Розроблено частотно-параметричний метод узгодження, який оснований на автоматичному регулюванні вихідної частоти резонансного інвертора на першому етапі плавки за резонансним законом, а на другому за екстремальним законом регулювання та двохступеневою зміною комутуючим елементом величини узгоджувальної секційної індуктивності навантажувального контуру та забезпечує підвищення потужності ТПЧ на першому етапі плавки і безперервний пошук максимальної потужності ТПЧ на другому етапі, а також найбільшу продуктивність. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-технічну задачу розвитку методів узгодження ТПЧ, на основі резонансного інвертора, з індукційною плавильною установкою за рахунок розробки нових алгоритмів управління резонансним інвертором та пристроями узгодження з функціями адаптації до зміни параметрів індукційного навантаження для поліпшення використання встановленої потужності перетворювача та підвищення продуктивності електротермічної установки.  Основні наукові та практичні результати полягають в наступному.  1. Встановлено, що зміна параметрів індукційної плавильної установки під час технологічного процесу призводить до недовикористання ТПЧ за номінальною (встановленою) потужністю. В зв’язку з цим актуальними є розробка та дослідження ефективних методів узгодження з алгоритмами регулювання режиму роботи ТПЧ, які забезпечують покращення використання встановленої потужності ТПЧ і збільшення продуктивності електротермічної установки.  2. Розроблено математичні моделі резонансного інвертора з пристроями узгодження, які дозволяють проводити дослідження і аналіз електромагнітних процесів при зміні частоти управління та параметрів індукційного навантаження і визначати оптимальні режимні параметри інвертора за критерієм передачі максимальної потужності до навантаження.  3. Розроблено екстремально-стабілізуючий, компенсаційно-параметричний і частотно-параметричний методи узгодження ТПЧ з плавильною установкою, які забезпечують ефективне узгодження та значне покращення використання встановленої потужності ТПЧ в електротермічній установці в порівнянні з резонансним регулюванням частоти інвертора.  4. Отримано математичний опис закону екстремально-стабілізуючого регулювання вихідної частоти резонансного інвертора, згідно з яким розроблено алгоритм регулювання, що забезпечує безперервний автоматичний пошук максимальної потужності ТПЧ за період плавки металу та її стабілізацію на заданому рівні, нижчому за максимальний.  5. Встановлено, що екстремальне регулювання вихідної частоти резонансного інвертора забезпечує збільшення середньої вихідної потужності ТПЧ на 14.5% та покращує коефіцієнт використання максимальної потужності на 4.6% у порівнянні з резонансним регулюванням, а за рахунок цього зменшується час плавки на 11.9% і збільшується продуктивність електротермічної установки на 13.5%.  6. Встановлено, що для стабілізації максимальної потужності ТПЧ впродовж всього періоду плавки необхідно забезпечити незмінну частоту управління інвертором та стабілізацію резонансної частоти навантажувального контуру та його активного еквівалентного опору на необхідного рівні.  7. Розроблено схемотехнічні рішення побудови навантажувального контуру з компенсаційно-параметричним пристроєм узгодження на базі двох регульованих індуктивностей, зміна значень яких за розробленим алгоритмом автоматизованого управління забезпечує стабілізацію параметрів навантажувального контуру на необхідному рівні за час плавки, що дозволяє стабілізувати енергетичний режим роботи ТПЧ.  8. Отримано аналітичні та графічні залежності, які дозволяють визначати діапазон значень регульованих індуктивностей в залежності від зміни параметрів індукційного навантаження та параметрів резонансного інвертора та визначено умови ефективного застосування компенсаційно-параметричного пристрою узгодження, виконання яких дозволяє застосувати розроблені схеми навантажувального контуру.  9. Встановлено, що компенсаційно-параметричний метод узгодження забезпечує збільшення середньої вихідної потужності ТПЧ на 27.5% та підвищення коефіцієнта використання максимальної потужності на 22.0% у порівнянні з резонансним регулюванням, а за рахунок цього зменшується час плавки на 22.1% і збільшується продуктивність електротермічної установки на 28.4%.  10. Розроблено схемотехнічні рішення побудови навантажувального контуру з пристроєм узгодження на базі двохсекційної індуктивності з комутуючим елементом та алгоритм автоматизованого управління резонансним інвертором і комутуючим елементом, який за резонансним законом регулювання вихідної частоти інвертора забезпечує підвищення потужності ТПЧ на першому етапі плавки, автоматичний перехід на другий етап, а за екстремальним законом забезпечує безперервний автоматичний пошук максимальної потужності ТПЧ впродовж другого етапу плавки.  11. Встановлено, що частотно-параметричний метод узгодження забезпечує збільшення середньої вихідної потужності ТПЧ на 29.0% та підвищує коефіцієнт використання максимальної потужності на 14.3% у порівнянні з резонансним регулюванням, а за рахунок цього зменшується час плавки на 25.2% і збільшується продуктивність електротермічної установки на 33.6%.  12. Обґрунтована доцільність використання методів узгодження, при цьому встановлено, що компенсаційно-параметричний метод забезпечує найвищий коефіцієнт використання максимальної потужності, проте потребує достатньо складного пристрою узгодження, а частотно-параметричний метод узгодження забезпечує найменший час плавки і найбільшу продуктивність та потребує менш складного пристрою узгодження. Самий простий і достатньо легко реалізується - це екстремально-стабілізуючий метод узгодження.  13. Результати досліджень методів узгодження ТПЧ було використано при створенні ТПЧ-250/2,4 для індукційного плавильного комплексу ІПК-0.4/0.25 в ливарний цех ВАТ «Донецьккокс» (м. Донецьк) та впроваджено на ливарну ділянку ТОВ «Аргентум» (м. Київ) при створенні ТПЧ-20/8 для ІПК-0.032/0.02 та в ливарне виробництво ТОВ «УкрЛат» (м. Луганськ) при створенні ТПЧ-160/2,4 для ІПК-0.16/0.16. Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи знайшли застосування в учбовому процесі при підготовці фахівців за електротехнічним напрямком в інституті автоматизації та електротехнічних систем Донбаського державного технічного університету.  14. Вірогідність та обґрунтованість наукових досліджень, висновків та рекомендацій підтверджується узгодженням теоретичних результатів з експериментальними даними та результатами математичного моделювання.  15. Наукові та практичні результати роботи можуть бути рекомендовані для використання науковим та промисловим організаціям, що займаються розробкою та впровадженням високоефективних електротермічних установок для індукційної плавки металів: Українському НДІ силової електроніки “Перетворювач”(м. Запоріжжя), технопарку Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, а також Дослідному виробництву Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України, Українському державному інституту по проектуванню металургійних заводів, ВАТ „Первомайський електромеханічний завод” (м. Первомайськ). | |