**Буцукін Валерій Віталійович. Удосконалення електромеханічного багатодвигунового привода нахилу конвертера з метою зменшення навантажень в перехідних режимах: дис... канд. техн. наук: 05.05.08 / Національна металургійна академія України. - Д., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Буцукін В.В. Удосконалення електромеханічного багатодвигунового привода нахилу конвертера з метою зменшення навантажень в перехідних режимах. Рукопис.  Дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.08. - Машини для металургійного виробництва. – Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2004 р.  Дисертація присвячена питанням удосконалення багатодвигунового привода нахилу сталеплавильного конвертера з метою зменшення навантажень у перехідних режимах. На основі експериментального й аналітичного дослідження динамічних і частотних властивостей розгалуженої електромеханічної системи привода 160 т конвертера виявлені підвищені динамічні навантаження й биття моментів сил пружності в перехідних режимах, що викликають прискорений знос вузлів і аварійні зупинки. Установлено, що схильність привода до биттів зв'язана з близькістю нижчих частот коливань його механічної системи, обумовленої неминучими відхиленнями пружно-масових параметрів конструктивно-ідентичних приводних гілок від їхніх номінальних значень. Показано, що найбільш доцільним шляхом зменшення динамічних навантажень і усунення биттів пружних моментів є введення в привод пружно-демпфуючих муфт, обґрунтовані параметри муфти для привода 160 т конвертера. | |
| |  | | --- | | 1. Розвинуто науково-методичні основи дослідження динаміки розгалужених нелінійних електромеханічних систем багатодвигунових приводів у перехідних режимах, розроблені математичний опис і програмне забезпечення для їхнього дослідження при різних конструктивних виконаннях. 2. Комплексне експериментальне дослідження електричних і механічних навантажень, що виникають при роботі багатодвигунового привода нахилу конвертера місткістю 160 т із суматорним редуктором – опорою й жорстким кріпленням начіпних приводних блоків показало, що прискорений вихід з ладу й раптове руйнування ряду його вузлів зв'язані з високою динамічністю навантажень привода, биттями МСП у його МС. Установлено, що сила струму ЕД при багаторазових пусках досягає 486 А (пуск конвертера нахиленого на j*»*100) і перевершує номінальну величину в 1,2 – 1,5 рази. Найбільше значення МСП на вал – шестірні, рівне 252 кНм, зафіксовано при пуску конвертера нахиленого на *j»*80 убік зливу шлаку. Коефіцієнти динамічності моментів Кд у розгалуженій частині привода конвертера досягають ~ 3,5 при пуску з вертикального і ~ 2,4 з нахиленого положення. У приводі, особливо при пуску з вертикального положення, виникають биття. Період биттів *Тб* » 1,8-2,5 с, їхня глибина досягає величини *Нб*» 3,0 – 4,5. 3. Уперше запропонований безрозмірний критерій відносної різниці частот *,*щохарактеризує ступінь близькості кругових частот вільних коливань системи ***bI***і ***bJ***, рівний відношенню їхньої абсолютної різниці ***Db*** до меншої з цих частот. Установлено границі діапазону зміни цього показника для приводів машин із природним розсіюванням енергії: 0,033…0,0500,333…, у яких можливі биття. Показано, що застосування ефективного демпфуючого пристрою може звузити цей діапазон до 0,063…0,091 0,333... . 4. Установлено, що для усунення схильності до биттів системи з близькими власними частотами шляхом коректування її параметрів мається, крім відомого шляху - «розведення» цих частот для забезпечення умови >> 0,333, і другий шлях - «зведення» їх з досягненням співвідношення << 0,03 чи 0,06 у залежності від рівня загасання. При цьому період биттів збільшується й найбільші значення моментів сил пружності не встигають розвитися. 5. Отримано аналітичні залежності, що зв'язують електричні і пружно-масові параметри двомасової ПРС ЕМС із двома ступенями волі й відносну різницю частот цієї системи.Установлено співвідношення параметрів такої системи, при якому її частоти виявляються досить близькими (0,2...0,3) і стає можливим розвиток биттів*.* У реальному діапазоні зміни електричних і пружно-масових параметрів дослідженого привода розвиток биттів з цієї причини не відбувається. 6. Уперше виконана кількісна оцінка величин неминучого відхилення моментів інерції і крутильної жорсткості конструктивно – ідентичних приводних гілок багатодвигунового привода і його впливу на частотні властивості МС. Установлено, що відхилення моментів інерції може досягати ± 10% , а жорсткостей ± 5% від проектних, а це приводить до появи декількох близьких частот вільних коливань привода. 7. Установлено, що головною причиною, яка обумовлює схильність багатодвигунового привода з підсумовуванням крутячих моментів на тихохідному валу до розвитку биттів МСП, є неминучі в реальній системі відхилення ПМП приводних гілок від їхніх номінальних значень. Відхилення приводять до відмінності нижчих частот вільних коливань механічної системи на 15...25 % ( 0,15-0,25) і виникнення биттів у приводі.   На основі аналізу впливу зміни ПМП чотирьохмасової ПРС з двома приводними гілками розроблені рекомендації з технічно можливої їхньої зміни з метою розведення першої й другої частот привода з двома конструктивно – ідентичними гілками на величину, що запобігає розвитку биттів.  Показано, що в реальній розгалуженій МС багатодвигунового привода з кількістю конструктивно - ідентичних гілок n>2 заходи, спрямовані на «розведення» першої й другої нижчих частот МС до співвідношення, що забезпечує усунення схильності МС до розвитку биттів на цих частотах, не завжди приводять до позитивного результату. Такий прийом доцільно застосовувати для поліпшення властивостей рядних МС (наприклад, головної лінії прокатного стану), схильність яких до розвитку биттів МСП обумовлена близькістю власних частот двох суміжних парціальних систем і нижчих частот системи привода. Розгалужена ж МС із кількістю конструктивно ідентичних гілок n>2 може мати, у загальному випадку, n близьких частот у низькочастотній частині спектра**.**«Розведення» першої й другої частоти подібної МС не гарантує відсутності биттів, оскільки вони можуть виникати на інших близьких частотах системи.  Підтверджено шляхом математичного моделювання динаміки МС що при неодночасному навантаженні приводних гілок зовнішніми моментами, у досліджуваній ПРС привода з чотирма приводними гілками можуть розвиватися биття МСП на другій – третій частотах. Тому рекомендації, що приводять до розведення тільки двох нижчих частот МС, не дають очікуваного усунення биттів МСП.  Установлено, що розвиток биттів у системі з чотирма приводними гілками супроводжується зміною максимумів МСП з часом. У порівнянні з величинами МСП, що мають місце в перших двох періодах биттів, у наступних періодах величина максимумів МСП може змінюватися на ± 20...40%.  Визначено, що в розгалуженій системі багатодвигунового привода з числом конструктивно-ідентичних гілок більшим двох, усунення схильності системи до биттів шляхом зміни її пружно-масових параметрів може зажадати змін її конструктивних параметрів, що виходять за рамки економічної й технічної доцільності. Так, наприклад, «розведення» чотирьох нижчих частот системи досліджуваного привода можливо, якщо співвідношення жорсткостей чотирьох його приводних гілок складе 1:0,5:0,25:0,125. Така асиметрія жорсткостей при ідентичних приводних ЕД неминуче викликає проблеми, зв'язані з перевантаженням у перехідних режимах жорстких гілок. «Розведення» цих же частот зміною моментів інерції зосереджених мас ЕД вимагає їхнього співвідношення 0,216:0,36:0,6:1,0, що технічно нереально.  Показано, що ключовою проблемою створення досканалого багатодвигунового привода є вибір науково обґрунтованих раціональних частотних характеристик розгалуженої електромеханічної системи привода з ідентичними гілками, у якій не зможуть проявитися биття й небезпечні динамічні навантаження, або збільшення розсіювання енергії коливань до величини, при якій биття не зможуть розвиватися до виникнення значних навантажень.  Уперше показано, що, для зменшення динамічних навантажень під час перехідних режимів у схильному до розвитку биттів МСП розгалуженому багатодвигуновому приводі з конструктивно - ідентичними гілками, найбільш доцільним і універсальним способом є застосування відносно податливих елементів з підвищеним розсіюванням енергії коливань. Для існуючих приводів конвертерів такими елементами можуть служити пружні з’єднувальні муфти з еластомерними пружно-демпфуючими елементами, що встановлюють між ЕД і начіпними редукторами.  Установлено, що муфти для привода нахилу конвертера місткістю 160 т повинні мати динамічну жорсткість на рівні 20 000 Нм/рад (0,8 жорсткості існуючої розгалуженої частини крутильної системи привода) при якомога більшій здатності до розсіювання - на рівні не менш 20-50% енергії коливань за один цикл у рамках дотримання прийнятного теплового режиму муфти. Підтверджено, що в приводах нахилу конвертера доцільна жорстка фіксація начіпних приводних блоків. | |