

УДК 621.31

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДРОТОВОГО СТАНУ

Стьопкін В.В., к.т.н.
Соловей Т.С., студент
Довбань М.О., студент

e-mail: vasilstopkin@gmail.com

Національна металургійна академія України

Аналіз стану питання. Об'єктом дослідження в даній роботі є система керування електроприводом волочильного дротового стану ПрАТ Дніпрометиз, м. Дніпро (Україна). Основними факторами, що знижують продуктивність стану є обрив дроту та витрачання часу на виконання допоміжних операцій. На стані встановлений індивідуальний привід змінного струму (фірми Siemens) до складу якого входить 7 блоків (клітей). Електропривід змінного струму складається з асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором типу 1LG4223-4AA60-Z потужністю 45 кВт та перетворювача частоти Simovert Masterdrives 2DC 510-650V-45kW-92A 6SE7031-0TE60Z.

Дротові стани використовуються на таких металургійних підприємствах України: Єнакієвський металургійний завод; Криворізький металургійний комбінат «Криворіжсталь»; Макіївський металургійний комбінат; ПрАТ Дніпрометиз [1].

Основними вимогами до таких електроприводів є наступні: жорсткі вимоги до синхронізації швидкостей обертання валків декількох клітей, пов'язаних металом, що прокатується; забезпечення заправочного та штовхаючого режиму роботи; забезпечення постійного прискорення при пусках та гальмуваннях; сумісне та роздільне керування електроприводами; забезпечення режимів робочого, екстреного та аварійного гальмування з рекуперацією енергії у мережу. Електроприводи повинні забезпечувати регулювання швидкості волочіння у діапазоні 50:1, як у статичних так і в динамічних режимах роботи з припустимою помилкою, яка не перевищує $\pm 2\%$. Авторами роботи [2] для волочильного стану запропонована система перетворювач частоти – асинхронний двигун (ПЧ-АД), яка побудована за принципом підпорядкованого регулювання координат з трьома контурами. Внутрішніми є контури струму та швидкості, а зовнішнім контур натягу. До складу системи входить загальний блок завдання протинтягів та швидкостей.

Авторами роботи [3] побудована модель прокатної ділянки з врахуванням пружності подовження дроту у міжклетьових просторах. Розроблена комплексна математична модель, яка забезпечує аналіз усталених та динамічних режимів прокатки методами структурного моделювання у середовищі MATLAB.

Відомим також є спосіб прямого керування моментом асинхронного двигуна Direct Torque Control (DTC), розробником якого є фірма АВВ [4-5]. DTC дозволяє точно контролювати швидкість та момент двигуна без зворотного зв'язку від імпульсного інкодера, який є в наявності наприклад на існуючому електроприводі змінного струму фірми Siemens на дротовому стані ПрАТ Дніпрометиз.

Постановка проблеми, основні матеріали дослідження.

Система керування електроприводом змінного струму фірми Siemens на волочильному дрововому стані ПрАТ «Дніпрометиз» була встановлена у 2009 році. Стандартне програмне забезпечення дозволяє реалізувати векторне керування з датчиком швидкості. Серія 6SE70 має блочне виконання. До складу перетворювача входять модулі випрямного блоку з 6-ти пульсною схемою; інвертор на IGBT-транзисторах; блок гальмування.

Альтернативним варіантом може виступати система DTC фірми ABB. Математична модель системи прямого керування моментом асинхронного двигуна (DTC) може бути виконана на типових блоках MATLAB. Система DTC заснована на принципах векторного керування. Відмінністю від систем з орієнтацією поля є відсутність контурів регулювання проекцій струму статора, які визначають електромагнітний момент та потік. Контури регулювання потоку та моменту є внутрішніми. Ідея керування полягає у визначенні на кожному кроці розрахунку оптимального стану інвертора напруги, такого, яке викличе зміну моменту та потоку статора в необхідному напрямку з метою зведення до нуля помилки між заданим та дійсним значенням регульованої величини. Тут ланка широтно-імпульсного модулятора стає непотрібною. Стан ключів інвертора змінюється не на кожному кроці – відбувається гістерезисне керування з підтримкою регульованих величин у заданих межах. Зміна стану інвертора відбувається при перевищенні граничного значення модулю помилки за моментом або потоком.

При реалізації системи DTC у MATLAB доцільним є порівняння результатів моделювання координат електропривода з такими системами: векторною системою без зворотного зв'язку та з ним; приводу постійного струму зі зворотним зв'язком; системи DTC зі зворотним зв'язком.

Модель електропривода за системою DTC у MATLAB містить такі модулі: джерело живлення; задатчик швидкості; задатчик моменту; підсистему керування DTC; вимірювальний блок з виходами на швидкість та момент. До складу системи DTC входять основні контури регулювання моменту та потоку статора. Система DTC у MATLAB має такі модулі: трифазний діодний випрямляч; трифазний інвертор; асинхронний двигун; контур моменту; контур швидкості.

Висновок. Система DTC фірми ABB може виступати альтернативою існуючій векторній системі керування електроприводом на базі перетворювача частоти Simovert Masterdrives фірми Siemens.

Список використаних джерел.

1. Бешта О. С. Балахонцев О. В., Бородай В. А. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ : НГУ, 2010. 224 с.
2. Опыт реконструкции электроприводов волочильных проволочных станов / В. А.Бондаренко, С. А. Линьков, О. С. Малахов, Д. В. Радионов. // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2010. №3. С. 150–156.
3. Karandaev, A.S.; Gasiyarov, V.R.; Radionov, A.A.; Loginov, B.M. Development of Digital Models of Interconnected Electrical Profiles for Rolling–Drawing Wire Mills. *Machines* 2021, 9, 54. <https://doi.org/10.3390/machines9030054>.
4. ABB. ABB drives in metals Medium voltage drives for improved product quality and process control [Електронний ресурс] / ABB // ABB. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/3mFTNeh>.
5. ABB. DTC: A motor control technique for all seasons [Electronic resource] / ABB. – 2015. – Resource access mode: <https://new.abb.com/drives/dtc>