

**УДК 62-83-523:621.771.22**

**М.О. Задорожній канд.техн.наук, доц., Л.С.Задорожня, І.О. Ушкварок,  
О.П. Шапаренко, О.Д. Кравцов**

Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

Машинобудівний коледж Донбаської державної машинобудівної академії, Україна

**МІНІМІЗАЦІЯ РІВНЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В  
ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ МЕТАЛУРГІЙНИХ МАШИН ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ  
ЕНЕРГОВИТРАТ**

**M.O. Zadorozhny Ph.D, Assoc. Prof., L.S. Zadorozhny I.O. Ushkvarok,  
O.P. Shaparenko, A.V. Shaparenko, O.D.Kravtsov**

**MINIMIZING THE LEVEL OF DYNAMIC LOADS IN ELECTRIC DRIVES OF  
METALLURGICAL MACHINES FOR LIMITATION OF POWER LOSSES**

Динамічні навантаження в приводах металургійних машин істотно впливають на їх надійність і довговічність. У деяких випадках величини динамічних навантажень в 5-8 разів перевищують статичні навантаження, необхідні для реалізації технологічної операції. У цих випадках саме динамічні навантаження обмежують можливості інтенсифікації режимів роботи машин і їх надійність [1]. Серед машин, для яких врахування динамічних навантажень найбільш важливе, особливе місце займає обладнання прокатних цехів і, зокрема, головні лінії прокатних станів. Це пояснюється важким режимом роботи прокатних станів, для яких характерні часто повторюване прикладення і зняття великих робочих навантажень, реверси, значні прискорення при розгоні і гальмуванні, а також конструктивними особливостями головних ліній (довгі податливі вали, зазори в шарнірних з'єднаннях валів). Тому при проектуванні і експлуатації головних електроприводів (ЕП) клітей прокатних станів важливим завданням є знаходження фактичних динамічних навантажень електричного і механічного обладнання, основні з яких створюються моментами пружних сил механічної передачі в режимах ударного захоплення і викиду металу. Динамічні навантаження коливального характеру призводять до різкого скорочення терміну служби деталей механічної передачі по зносу і витривалості і відхилення процесів від таких, що вимагає технологія.

Як фактор обмеження динамічних навантажень використовується на практиці демпфіруючий ефект ЕП [2]. Для головних ЕП клітей станів гарячої прокатки з двигунами постійного струму зниження коливальності моментів в пружній механічній передачі може бути досягнуто за рахунок формування оптимальної жорсткості механічної характеристики ЕП [3]. Методи оптимізації електромеханічних систем головного приводу клітей станів гарячої прокатки засновані на посиленні електромеханічного зв'язку [4], використанні принципу електромеханічної сумісності [5] і синтезі параметрів з метою мінімізації реакції ЕП на дію коливальності моменту пружної механічної частини як зовнішнього збурення. Широке застосування для головних приводів клітей прокатних станів знаходить синхронний ЕП з частотним регулюванням. Структура таких ЕП реалізує стратегію підлеглого регулювання з широким діапазоном регулювання і високими динамічними показниками [6], але в ЕП металургійних машин застосування синхронних двигунів обмежене через зростання додаткових динамічних навантажень [7]. Розрахунок динамічних навантажень в головних ЕП з синхронними двигунами являє собою складну задачу і аналіз перехідних процесів з метою зниження коливальності виконують за умови лінеаризації динамічної механічної характеристики [8].

В рамках досліджень розглядається актуальна задача оптимізації динаміки ЕП з синхронним двигуном за критерієм мінімуму коливальності. ЕП в статичному режимі має абсолютно жорстку механічну характеристику, і при наявності демпферної обмотки в динаміці створює ефект внутрішнього в'язкого тертя, що вноситься в пружну механічну підсистему [8]. При оцінці граничних значень демпфуючої дії власне ЕП дисипація в механічній частині не враховувалася. Аналіз динамічних властивостей ЕП з синхронним електродвигуном з урахуванням відомих припущень виконаний за характеристичним рівнянням четвертого порядку [9], при цьому застосовується форма нормування у вигляді узагальнених показників електромеханічної взаємодії [9, 10]. Граничне (максимальне) значення демпфуючого дії ЕП з синхронним двигуном досягається при електромеханічній симетрії системи [5] і рівнозначних процесах в механічній та електромагнітній підсистемах. В ЕП з синхронним двигуном граничне значення демпфуючої дії не залежить від форми нормування динамічних параметрів і визначається коефіцієнтом розподілу інерційних мас  $\gamma$  [9].

**Висновки.** Реалізувати оптимальні процеси з мінімальною коливальністю моменту в пружній передачі можна при синтезі параметрів головного ЕП згідно запропонованим співвідношенням і виборі на етапі проектування синхронного двигуна з необхідними параметрами або відповідної настроюванням регуляторів [9]. Отримані результати дослідження електромеханічної системи свідчать про можливість обмеження динамічних навантажень в ЕП з синхронним двигуном і рекомендуються для практичного застосування при проектуванні приводів та оптимізації параметрів систем при реконструкції діючих прокатних станів.

### **Література**

1. Иванченко Ф.К., Красношарпа В.А. Динамика металлургических машин. – М.: Металлургия, 1983. – 295 с.
2. Ключев В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода / Ключев В. И. – М.: Энергия, 1971. – 320 с.
3. Ключев В. И. Состояние и перспективы развития теории электропривода с упругими механическими связями / В. И. Ключев, Л. В. Жильцов, Ю. Т. Калашников // Электричество. – 1981. – № 7. – С. 28–32.
4. Борцов Ю. А. Автоматизированный электропривод с упругими связями / Ю. А. Борцов, Г. Г. Соколовский. – СПб.: Энергоиздат, 1992. – 228 с.
5. Задорожний Н.А. Принцип электромеханической совместимости в приводах машин с упругими механическими связями / Задорожний Н.А. // Вісник НТУ “ХП”. – Харків: НТУ “ХП”. – 1999. – Вип. 61. – С. 123 – 124.
6. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник [для вищ. навч. закл.] / За ред. проф. М.Г. Поповича та О.Ю. Лозинського. – К.: «Либідь», 2005. – 679 с.
7. Динамика и прочность прокатного оборудования / [Иванченко Ф. К., Полухин П. И., Тылкин М. А., Полухин В. П.]. – М.: Металлургия, 1970. – 486 с.
8. Чиликин М. Г. Теория автоматизированного электропривода : учеб. пособие [для вузов] / Чиликин М. Г., Ключев В. И., Сандлер А. С. – М.: Энергия, 1979. – 616 с.
9. Задорожний Н.А. Анализ и синтез электромеханических систем управления приводом с упругими механическими связями: уч. пособие / Н.А. Задорожний, И.Н. Задорожня. – Краматорск: ДГМА, 2010. – 192 с.
10. Задорожня И. Н. Оценка влияния механического демпфирования на динамику электропривода с упругими связями / И. Н. Задорожня, Н. А. Задорожний, А. Ф. Тарасов // Вісник НТУ “ХП”. – Харків: НТУ “ХП”. – 2005. – Вип. 45. – С. 176 – 179.