

2. Оптимізація процесу горіння через налаштування співвідношення газ-повітря. Ця функція дозволить автоматично коригувати співвідношення газ-повітря без втручання оператора, що забезпечує стабільність процесу та підвищену економічність.

3. Модернізація інтерфейсу оператора.

За попередніми розрахунками, економічний ефект від модернізації складає \$330000.

Модернізація АСУТП методичної печі є важливою інвестицією, що дозволить підприємству підвищити продуктивність, знизити витрати та відповідати екологічним нормам.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-138>

DETERMINATION OF THE CONTROL PROCESS PARAMETERS OF THE FREQUENCY REGULATED ELECTRIC DRIVE OF THE BRIDGE CRANE

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ МОСТОВОГО КРАНУ

Razzhyvin O.V.,

PhD (Engineering),

*Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Разживін О.В.,

к.т.н., доцент,

*ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Astafurov A.Yu.,

Student (group 174-23-1m),

*LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Астафуров А.Ю.,

студент гр. 174-23-1м,

*ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Найбільш розповсюдженим засобом механізації вантажно-розвантажувальних робіт у металургійній промисловості є мостові крани. Функціонування електроприводних систем переміщення: мосту, візка та гаку мостового крану, є взаємозв'язаним.

Сучасні електроприводи кранового обладнання [1] будуються з використанням електродвигунів змінного струму з частотним

регулюванням швидкості обертання валу. Застосування частотно-регульованих двигунів дозволяє підвищити надійність та забезпечити значну економію витрат електроенергії в перехідних режимах роботи електроприводу. Однак, слід зазначити, що ефективність застосування взаємозв'язаних приводних систем визначається налаштуванням приводу, пов'язаними з конкретними режимами роботи, що вимагає математичного моделювання та деталізації розрахунків. У зв'язку з цим, дослідження особливостей технологічного процесу частотного регулювання електроприводами, встановлення параметрів процесу керування є актуальною науково-технічною задачею.

Метою дослідження є зниження енерговитрат при експлуатації мостового крану КМ1635 шляхом розробки та дослідження автоматизованого електроприводу підйому гаку.

З метою визначення статичних параметрів електроприводу підйому гаку проведено розрахунок параметрів виконавчих механізмів, за результатами якого визначено основні технологічні параметри приводної системи, які використовуються при розробці математичної моделі автоматизованого електроприводу. Автоматизована система управління (АСУ) швидкістю обертання ротору приводного електродвигуна будується з застосуванням принципу частотного регулювання й включає в себе перетворювач частоти і асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Для управління двигуном з короткозамкненим ротором застосований частотний перетворювач Altivar ATV900.

За рівнянням Клосса [3, 4] проведено розрахунок природних механічних характеристик з метою оцінки узгодження розрахункових параметрів з паспортними технічними даними електродвигуна за виразом:

$$M_{em}(s) = \frac{3U_{1\phi m}^2 R'_2}{\omega_0 s_n \left(X_{kn}^2 + \left(R_1 + \frac{R'_2}{s_n} \right)^2 + \left(\frac{R_1 R'_2}{s_n X_{\phi}} \right)^2 \right)} \quad (1)$$

За результатами побудови механічних характеристик електропривода (див. рис 1) перевіряється правильність вибору електродвигуна за моментом з умови

$$M_{em,трив.дон} \geq M_{с.макс};$$

$$77,2 Нм \geq 62,6 Нм.$$

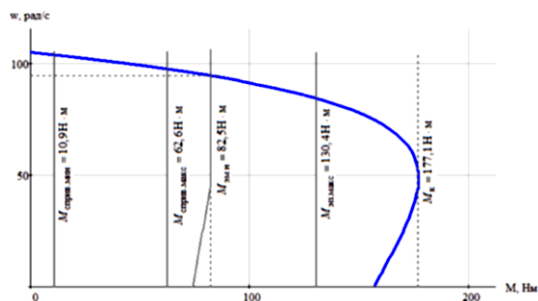


Рис. 1. Механічні характеристики асинхронного електродвигуна та характеристики навантаження

За проведеними вище розрахунками здійснено математичне моделювання електропривода підйому крану з використанням ПЗ MatLab [2]. Використано математичну модель асинхронного двигуна у прикладному пакеті SimPower Toolboxes. На математичній моделі слідкуючого асинхронного електроприводу з векторним керуванням (див. рис. 2) проведено дослідження автоматизованого електроприводу який включає асинхронний двигун з векторним керуванням, перетворювач частоти з широтно-імпульсною модуляцією, квантування сигналів: зворотнього зв'язку за рівнем та сигналів керування за часом.

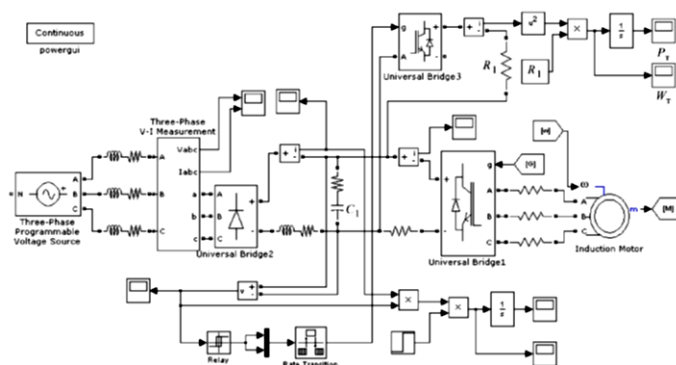


Рис. 2. Математична модель електричної частини силового каналу системи перетворювач частоти – асинхронний електродвигун

Система управління електроприводу реалізована як багатоконтурна система регулювання і включає моделі [5, 6]:

– контур регулювання струму I_{1d} з ПІ-регулятором

$$W_{pc}(p) = \frac{K_{pn}(T_{pc}p + 1)}{T_{pc}p};$$

– контур регулювання швидкості (рис. 3.) двигуна $\omega_{0в}$ з

$$\text{ПІ-регулятором } W_{pn}(p) = \frac{K_{pn}(T_{pn}p + 1)}{T_{pn}p};$$

– контур регулювання потокозчеплення ротора (рис. 4.) Ψ_{2d} з

$$\text{ПІ-регулятором } W_{p\psi}(p) = \frac{K_{p\psi}(T_{p\psi}p + 1)}{T_{p\psi}p};$$

На математичній моделі побудовані графіки перехідних характеристик за моментом та кутовою швидкістю. На рис. 5 наведено пуск асинхронного двигуна без навантаження на номінальну швидкість $\omega = 94,25 \text{ c}^{-1}$, а потім скидання навантаження в момент часу $t = 0,5 \text{ c}$, $M_{\text{навл}} = 108 \text{ Нм}$.

Аналіз графіка перехідного процесу показав наступні параметри:

- пускові параметри двигуна $M_{\text{еп.макс}} = 149,5 \text{ Нм}$, $I_{\text{еп.макс}} = 29,3 \text{ А}$;
- при роботі без навантаження на заданій швидкості $\omega_3 = 101,5 \text{ c}^{-1}$; при $I_{\text{еп.макс}} = 10 \text{ А}$;
- при навантаженні (момент накидання навантаження – вибірка слабкості канату) куткова швидкість незначно зменшується, але потім вона досягає заданого значення $\omega_3 = 101,5 \text{ c}^{-1}$ при цьому значення струму електродвигуна $I_{\text{ф.ном}} = 23,3 \text{ А}$.

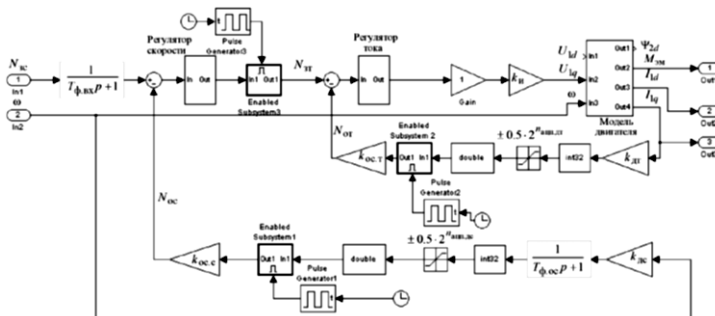


Рис. 3. Математична модель контуру швидкості з аналоговим датчиком і внутрішнім контуром Πq

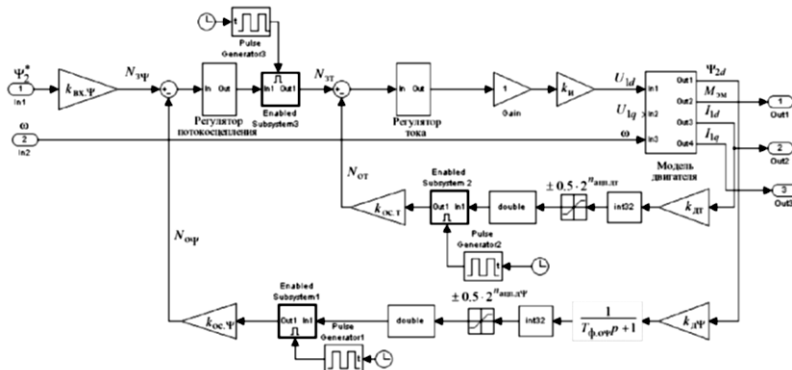


Рис. 4. Математична модель контуру поточкозчеплення з аналоговим датчиком і внутрішнім контуром PId

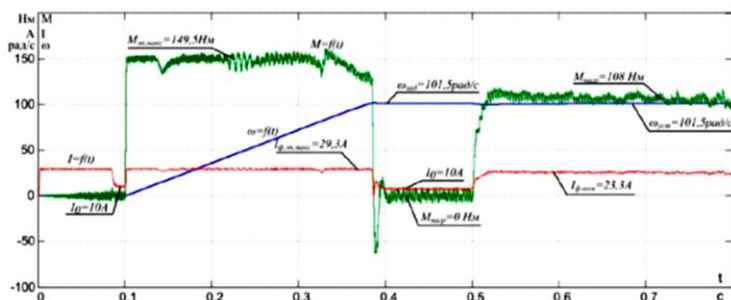


Рис. 5. Графіки перехідного процесу електромагнітного моменту $M_{em}(t)$, кутової швидкості $\omega(t)$ і фазного струму $i_\phi(t)$ двигуна

Модельні графіки перехідних процесів $\omega = f(t)$, $M = f(t)$ та $I = f(t)$, визначають якісні показники налаштування контурів управління. На графіках не спостерігається перерегулювання, які перевищують допустимі значення, виконується точне відпрацювання впливів, що задаються, а також всіх значень швидкостей, струмів та моментів співпадають з розрахованими.

Перелік використаних джерел

1. Підйомно-транспортні машини. Навчально-методичний посібник. Навчально-методичний комплекс / І. М. Бендера, О. Я. Стрельчук, В. В. Підлісний, Г. О. Іванов. Кам'янець-Подільський, ФОП Сисин О.В., Абетка, 2014. 368 с.
2. Толочко О.І. Векторні моделі асинхронного двигуна у середовищі пакета MATLAB / О.І. Толочко, Г.С. Чекавський, Д.М. Мірошник // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. Кременчук, 2003. Т.1. № 2 (19). С. 199-202.
3. Видмиш, А. А.; Ярошенко, Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.
4. Електропривод: Навчальний посібник / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, В. В. Козирський, Ю. М. Хондола, І. П. Ільчов; За ред.. О. Ю. Синявського. К.: Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.
5. Марущак Я.Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовним та паралельним корегуванням: Навчальний посібник. Львів, Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. 312 с.
6. Півняк Г.Г. Сучасні частотно – регульовані асинхронні електроприводи з широтно – імпульсною модуляцією : монографія / Г.Г. Півняк, О.В. Волков.– Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2006. 470 с.
7. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. 2-ге вид., К.: Либідь, 2007. 656 с.