

Д.В. ГУЩИН, магістрант, Ю.Б. ФІЛІПП кандидат техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ УСТАНОВОК ВАКУУМНОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ

Питання підвищення ефективності енерговикористання та енергозбереження набувають все більшої актуальності. Використання регульованих електроприводів для забезпечення якості технологічних процесів сприятливо впливає як на якість технологічної продукції так і на зменшення споживання активної енергії. В свою чергу, сучасний регульований електропривод здійснюється засобами перетворювальної техніки, які сприймаються мережею як нелінійні елементи, що суттєво впливає на показники якості споживання електроенергії. Відомо, що якість електроенергії безпосередньо впливає на збільшення збитків на промислових підприємствах, у тому числі, і до підвищення втрат електроенергії.

Електроприводи як електромеханічні об'єкти управління сучасних промислових агрегатів характеризуються досить складною механічною частиною, яка являє собою багатомасову систему з пружними зв'язками та зазорами в них. Крім того, робочі органи окремих механізмів, складних технологічних комплексів можуть бути пов'язані між собою через оброблюваний матеріал або виріб. Електрична частина електроприводів може бути багатодвигунною і виконуватися з живленням електродвигунів як від загальних, так і від індивідуальних перетворювачів, що визначає їх взаємний вплив один на одного.

На основі технологічних параметрів вакуумної установки, особливостей режимів роботи багатодвигунного електропривода перемотувального пристрою для металізації тонких рулонних матеріалів (плівка, папір) для одностороннього та двохстороннього алюмініювання були розглянуті зміни параметрів електропривода в статичних і динамічних режимах роботи. Також були визначені та побудовані енергетичні показники електроприводів установок.

Ключові слова: електропривод, двигун, плівка, пристрій, вакуумна установка.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Вакуумні покриття широко використовуються в різних галузях промисловості при розробці матеріалів з новими властивостями і з новими характеристиками. Технології і обладнання у цій галузі швидко розвиваються і удосконалюються, розробляються високоефективні випарні й розпилювальні установки. Для перемотування рулонних матеріалів в вакуумі необхідно використовувати швидкодіючі електроприводи постійного або змінного струму. Питання якості підтримання натягу полімерних плівок товщиною 3-20 мкм при швидкостях перемотування до 15 м/с досить актуальні для вакуумних установок [1,4,5,7]. Регульований електропривод з мікропроцесорним керуванням дозволяє оптимізувати характеристики електропривода перемотувального пристрою (потужність, струм) у відповідності з поточними вимогами, забезпечити надійність роботи електрообладнання у робочих та енергетичних режимах.

Аналіз досліджень та публікацій. На основі технологічних параметрів вакуумної установки, особливостей режимів роботи багатодвигунного електропривода перемотувального пристрою для металізації тонких рулонних матеріалів (плівка, папір) для одностороннього та двохстороннього алюмініювання були розглянуті зміни параметрів електропривода в статичних і динамічних режимах роботи.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз силових схем і способів керування електроприводами вакуумної установки, дослідження енергетичних характеристик електроприводів перемотувального пристрою та розробка заходів з підвищення надійності роботи установок.

Викладення матеріалу та результати. При проведенні досліджень були проаналізовані методи і обладнання вакуумної металізації полімерних плівок та паперу, силові схеми електроприводів і системи регулювання параметрів перемотувальних пристроїв рулонних матеріалів та розглянута розрахункова схема багатомасової механічної системи вакуумної установки. Також був проведений аналіз структур систем керування електроприводами механізмів вакуумної установки з урахуванням зміни радіусів розмотки і намотки рулонів матеріалу.

Дослідження динаміки робочих режимів вакуумної установки було проведено з використанням пакету MATCAD. Проаналізовано показники якості регулювання моменту, натягу та споживаних потужностей при пуску, усталеному режимі та при зупинці. Також були розглянуті і визначені зміни енергетичних показників електроприводів при перемотуванні матеріалу [2,3,6]:

коефіцієнт зсуву

$$K_{\Sigma}(t) = \frac{P_{\Sigma}(t, k)}{\sqrt{P_{\Sigma}(t, k)^2 + Q_{\Sigma}(t, k)^2}}; \quad (1)$$

коефіцієнт потужності

$$K_{\text{н}\Sigma}(t, k) = \frac{P_{\Sigma}(t, k)}{\sqrt{P_{\Sigma}(t, k)^2 + Q_{\Sigma}(t, k)^2 + D_{\Sigma}(t, k)^2}}; \quad (2)$$

коефіцієнт спотворення

$$K_{\text{сп}\Sigma}(t, k) = \frac{\sqrt{P_{\Sigma}(t, k)^2 + Q_{\Sigma}(t, k)^2}}{\sqrt{P_{\Sigma}(t, k)^2 + Q_{\Sigma}(t, k)^2 + D_{\Sigma}(t, k)^2}}, \quad (3)$$

де $P_{\Sigma}(t, k)$ - активна потужність системи, Вт; $Q_{\Sigma}(t, k)$ - реактивна потужність системи, вар; $D_{\Sigma}(t, k)$ - потужність спотворення, Вт; $k=1, 2, \dots, n$ - номер гармоніки.

Результати розрахунків показано на рис.1,3.

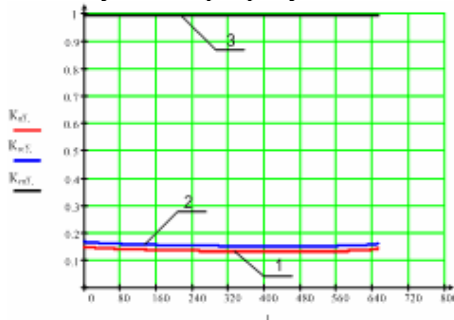


Рис. 1. Графік розподілу енергетичних показників системи електропривода: 1 - коефіцієнт потужності, 2 - коефіцієнт зсуву, 3 - коефіцієнт спотворення

Як видно з графіків рис. 1 коефіцієнт потужності й коефіцієнт зсуву є дуже низькими.

Це пояснюється тим, що реактивна потужність є набагато більшою від активної, як видно з рис. 2.

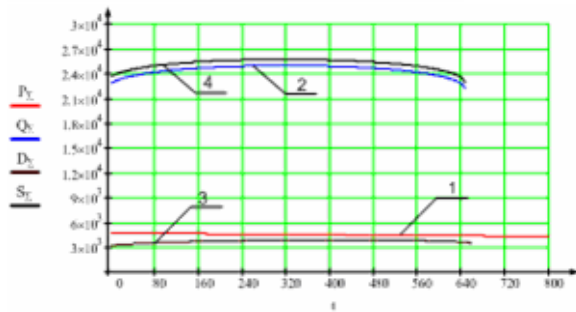


Рис. 2. Графік розподілу потужності всієї системи електропривода: 1 - активна потужність; 2 - реактивна потужність; 3 - потужність спотворення; 4 - повна потужність

Тому необхідно впровадити технічне рішення, яке б дозволило компенсувати реактивну потужність та збільшити енергетичні показники.

Було запропоновано варіант впровадження компенсаторів реактивної потужності. В якості

компенсаторів найчастіше використовуються конденсаторні батареї (рис. 3) [8,9,12].

Рис. 3. Конденсаторна установка



Такий метод компенсації дозволить знизити витрати на оплату електроенергії; придушити мережеві перешкоди; розвантажити живлячі лінії електропередач; підключитись до будь-якої точки електромережі

Компенсаційну реактивну потужність визначаємо за формулою [10,11]

$$Q_K(t, k) = P_{\Sigma}(t, k) \cdot (\text{tg} \varphi_1 - \text{tg} \varphi_2),$$

де $P_{\Sigma}(t, k)$ - активна потужність системи, Вт; $\text{tg} \varphi_1, \text{tg} \varphi_2$ - коефіцієнти, які узгоджуються зі значеннями коефіцієнту потужності згідно з таблиці.

Значенню $\text{tg} \varphi_1$ відповідає значення існуючого коефіцієнта потужності, значенню $\text{tg} \varphi_2$ відповідає значення коефіцієнта потужності, яке ми хочемо отримати.

У результаті отримуємо, що необхідно компенсувати 30 квар реактивної потужності, як видно із рис.4.

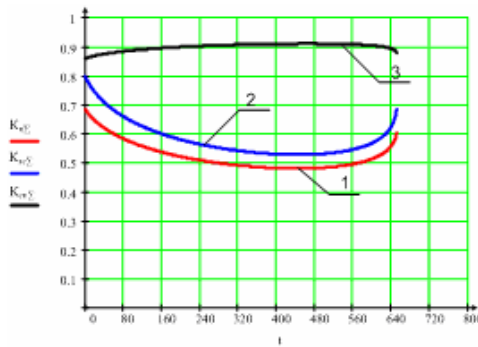


Рис.4. Графік розподілу енергетичних показників електропривода при використанні компенсатора реактивної потужності: (1-коефіцієнт потужності, 2-коефіцієнт зсуву, 3-коефіцієнт спотворення)

Як видно із рис. 4. значення енергетичних показників значно збільшилися. Це доводить, що використання конденсаторних установок має великий потенціал.

Висновки та напрямок подальших досліджень.

Виконано аналіз динамічних і енергетичних характеристик електроприводів перемотувального пристрою вакуумної установки. Впроваджено технічне рішення, яке

дозволило компенсувати реактивну потужність та збільшити енергетичні показники установки вакуумної металізації.

Список літератури

Ройх И.Л., Колтунова Л.Н., Федосов С.Н. Нанесение защитных покрытий в вакууме / - М.: Машиностроение, 1976. – 369 с.

Егоров В.Н., Шестаков В.М. Динамика систем электропривода. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 216 с.

3. Яворский В.Н., Макшанов В.И., Ермолин В.П. Проектирование нелинейных систем с тиристорным управлением исполнительным двигателем. Л.: Энергия, 1978, - 208 с.

4. Алатырев М.С., Лазарев С.А., Серков О.А. Компенсация динамических натяжений бумаги в продольно-резательных станках.-В кн.: Электрооборудование промышленных предприятий. Вып.6.-Чебоксары: Чув.госуниверситет, 1978, с.100-106.

5. Песьяков Г.Н. Регулирование натяжения бумажного полотна.-М.:Лесная промышленность, 1976, 136 с.

6. Смирнов Ю.Н., Столяров А.В. Исследование намотки рулонов на накатах отделочных станков. В сб.: Бумагоделательное машиностроение. - Л.: ЦНИИбуммаш, 1978, вып.23, -55-59 с.

7. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов / Учебник для вузов/ Ключев В.И., Терехов В.М. // - М.: Энергия, 1980. - 360 с.

8. Барышников В.Д., Куликов С.Н. Автоматизированные электроприводы машин бумагоделательного производства. Л.:Энергоиздат, 1982.

9. Зеленов А.Б., Теория электропривода Часть I: Учебн. пособ./ А.Б. Зеленов. – Алчевск: ДонГТУ, 2005 0 394 с.

10. Fryze S. Wrink-, Blind-, and Scheinleistung in Elektrischen Stromkreisen mit Nichtsinusoidalem Verlauf von Strom und Spannung / S. Fryze // Elekt. Zeitschrift – 1932. – Vol. 53. – № 25. – P. 596-599.

11. Czarnecki L.S. Currents' Physical Components (CPC) concept: a fundamental of Power Theory / L.S. Czarnecki // Przegląd elektrotechniczny, R84. – 2008. – No. 6. – P. 28-37.

12. Some hardware and software developments for testing electric motors // Nivinski S./ Warszawa, Institut electrotechniki. 1988. № 151. - С 46-51

Рукопис подано до редакції 26.03.15

УДК 658.011.56

В.А. КОНДРАТЕЦ, канд. техн. наук, проф., А.Н. МАЦУЙ, канд. техн. наук, доц.
Кировоградский национальный технический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ СРЕДСТВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕЛЬЧАЕМОЙ РУДЫ

Приведены результаты исследования измельчаемости руд на примере отдельного карьера и ее связи с содержанием общего железа и железистых соединений. Руды дробились лабораторной щековой дробилкой и измельчались в лабораторной шаровой мельнице. Измельчаемость отдельных руд определялась по отношению к показателю одной из этих руд, принятой за эталонную. Измельчаемость руд не одинакова и сильно зависит от времени измельчения. Сравнение показателей осуществлялось при одинаковом времени измельчения. Содержание магнитного железа определялось измерителем магнитной фракции и химическим анализом, другие составляющие находились химическим анализом. Плотность руд находили лабораторным путем. На стенде исследовали взаимодействие потока руды с упругим стержнем на различных типах руды и ее крупности. Установлено тесную линейную корреляционную связь между амплитудой и числом выбросов случайного процесса за определенный уровень и произведением средневзвешенного размера кусков руды и сопротивлением измельчению. Такая же связь установлена между максимальным