

Самарай В. П.¹, Самарай Р. В.²

(¹ЦВСД НУОУ, Київ; ²ліцей №161, Київ)

СУЧАСНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ КОЕФІЦІЄНТУ ПОТУЖНОСТІ

E-mail: samaraj@ukr.net

Найбільш розповсюдженим способом плавки у ливарному виробництві залишається спосіб плавлення з використанням індукційних печей.

Електричні печі та інше електричне обладнання мають електричні властивості, які визначають певні стани, поведінку, перехідні процеси, час виконання завдань плавлення, режими плавлення і споживання електроенергії, якість споживання електроенергії.

Індукційні печі в конструкції мають індуктор, який визначає даний тип обладнання як такий, що має явно індуктивні властивості і виявляє індуктивний опір X_L та володіє властивістю накопичувати електромагнітну енергію у вигляді електромагнітної індукції й характеризуються тим, що у промислових мережах сприяє неоптимальному використанню і неоптимальному споживанню електроенергії. Такий ефект називається індуктивним опором і супроводжується так званим реактивним струмом і реактивною напругою індуктивного типу, коли напруга випереджає струм на 90 градусів. Цей ефект викликає певну низку інших негативних ефектів у практичному виробництві:

1. Піч починає споживати величезну кількість електроенергії.
2. Піч не може нагрітися так як їй належить і закладено в інструкції з експлуатації.
3. Піч не виходить на закладені максимальні показники потужності і не може розплавити шихту.
4. Споживається величезна кількість електроенергії, погіршуються економічні показники, дарма сплачуються і витрачаються велетенські гроші, але не досягається результат виробництва.
5. Відбуваються процеси надмірного нагрівання електричної мережі і обладнання.

Реактивний опір треба компенсувати встановленням компенсаторів реактивних струмів і напруг для досягнення активного характеру потужності і запобігання втратам через реактивну енергію. Однак встановлення статичних компенсаторів реактивної енергії замало. Додатково потрібно реалізувати і використовувати системи автоматичного регулювання частоти (САР), які б дозволили підлаштовувати частоту струму в коливальних контурах печей під умови процесу плавлення, які безперервно змінюються під час плавлення із-за руху і просідання шихти, із-за зміни фазового стану шихти в різних точках тигля печі, із-за зміни температури у різних точках шихтової маси і, відповідно, із-за змін електромагнітних властивостей різних ділянок завалки шихти і рідкого металу.

Саме зміною частоти після інвертора можна досягати режиму і умов резонансу у паралельних і послідовних коливальних контурах і сам процес керованого регулювання плавки заключається у безперервному підтриманні режиму і умов резонансу напруг і струмів у коливальних контурах:

$$X_L = X_C, \quad (1)$$

$$\text{або } W * L = 1 / (W C), \quad (2)$$

$$\text{або } 2 * \pi * n * L = 1 / (2 * \pi * n * C). \quad (3)$$

де L – індуктивність, Гн;

C – ємність, Ф;

X_L – індуктивний опір, Ом;

X_C – ємнісний опір, Ом;

W – кругова частота, Гц;

n – частота, Гц;

π – константа 3,14...

Досі залишається проблема у контролі правильності експлуатації індукційних печей, у контролі енергетичних експлуатаційних характеристик, у контролі економічних показників плавок, у контролі коефіцієнта потужності до інвертора і після інвертора – у коливальному контурі печі.

Найпростішими приладами для контролю є аналогові вимірювачі «косинусу 'Fi'», які допомагають візуально контролювати стан і режими роботи печі і що дає можливість усвідомленого і оптимального ручного керування конденсаторними батареями у компенсаторах потужності. Наступним кроком у підвищенні якості контролю електричних показників електричних мереж виявилися сучасні цифрові лічильники електроенергії, які можуть визначати і виводити на табло і екрани показники повної, активної і реактивної енергії. Паралельно з подібними лічильниками з'явилося спеціалізоване обладнання, призначене для автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) і SCADA-систем.

Проаналізовано і порівняно різні види моделей приладів і вхідних блоків систем SCADA: вимірювачі коефіцієнта потужності, блоки систем SCADA, аналізатори параметрів електромережі, контролери компенсації реактивної потужності.

Вимірювачі коефіцієнта потужності представлені аналоговими і цифровими приладами. Аналогові прилади (фазометри стрілочні або комплекти ваттметрів і варметрів) надають виключно візуальні можливості контролю. Цифрові прилади надають додатково до візуальних можливостей контролю інші опції: архівування великих обсягів поточних даних напруг, струмів, потужностей, коефіцієнтів потужностей, частоти, перегляд збережених статистичних даних, налаштування режимів вимірювань, перемикання режимів вимірювань, підключення до промислових інформаційних мереж, наприклад до АСУТП і SCADA-систем, переважно до мереж стандарту RS485 Modbus-RTU (на базі роз'єму RS232).

Сучасним представником таких приладів можна вважати електричний лічильник, який додатково підраховує кількість спожитої активної, реактивної, повної електроенергії з фіксацією частоти і коефіцієнтів потужності. Сучасні електролічильники можуть передавати дані напряму через електромережі і не потребують окремих промислових мереж.

Найвідомішим зразком і варіантом блоків систем SCADA на теренах України є модель «MC110-220.3M» фірми «ОВЕН» (м. Харків). Такий підхід дозволяє створити проект систем SCADA в програмі CODESYS і опитувати блоки систем SCADA моделі «MC110-220.3M» для отримання поточних значень електричних

параметрів усіх трьох фаз: повної потужності, активної потужності, реактивної потужності, повної напруги, активної напруги, реактивної напруги, повного струму, активного струму, реактивного струму, $\cos \Phi$ загальний і кожної з фаз окремо, частота, коефіцієнти потужності для кожної фази. **Висновок:** Блок не є виконавчим контролером і може виконувати лише вимірювальні функції у системах САК (системи автоматичного або автоматизованого контролю). Є подібні блоки Siemens, Mitsubishi і інші.

Аналізатори параметрів електромережі «TPM-01ESH» виробництва фірми «TENSE» (2874 грн). Можливості: вимірювання до 31 гармоніки струму і напруги, повної потужності, активної потужності, реактивної потужності, повної напруги, активної напруги, реактивної напруги, повного струму, активного струму, реактивного струму, $\cos \Phi$ загальний і кожної з фаз окремо, частота, коефіцієнти потужності для кожної фази. Додатково вимірює середнє, мінімальне і максимальне значення напруг, показує ємнісні і індуктивні складові реактивної енергії, здійснює запис подій, запис даних, захист паролем. Діапазон виміру напруги 5 В-330 кВ, діапазон виміру струму 10 мА-5500 А, інтерфейс стандарту RS485 Modbus-RTU (на базі роз'єму RS232).

Вимірювач-контролер компенсації реактивної потужності коефіцієнта потужності «DATACOM DFC-0115» – це високоточний пристрій, що за допомогою конденсаторів і реакторів доводить значення коефіцієнта потужності до потрібного високого значення. Прилад також працює як мережевий аналізатор і дає можливість визначати та аналізувати різні параметри змінного струму й також виконує аналіз гармонік до 31-ї гармоніки. Алгоритми компенсації можна обрати різних типів і завдяки функції автоматичного навчання прилад дуже легко налаштувати і запрограмувати. До кожної ступені пристрою можна підключити однофазний або трифазний конденсатор або реактор. **Висновок:** Блок є виконавчим контролером і може виконувати вимірювальні і виконавчі функції у системах САУ (системи автоматичного або автоматизованого управління), САР (системи автоматичного або автоматизованого регулювання), САК (системи автоматичного або автоматизованого контролю).