

4. Додаткові трифазові амперметри змінного струму між електричною мережею і випрямлячем для контролю струму втрат енергії на тиристорах випрямляча із-за неоднакових характеристик під час запирання і відпирання у двох плечах трьох протилежних діагоналей випрямляча або при виході з ладу одного з шести тиристорів.

5. 3-фазний VAR-метр для контролю споживання реактивної енергії з боку електричної мережі 380/220 В – 50 Гц (аналогові, цифрові; можливі дво- три- і 1-фазні).

6. 3-фазний WAT-метр для контролю споживання активної енергії з боку електричної мережі 380/220 В – 50 Гц (аналогові, цифрові; можливі дво- три- і 1-фазні).

7. Фазометр для безпосереднього контролю косинусу  $\phi$  з боку електричної мережі 380/220 В – 50 Гц (аналоговий, цифровий).

8. Високовольтні понижувальні трансформатори для звичайних вольтметрів 600/400 В або високовольтні вольтметри 10000 В – 500...1000 Гц для вимірювання послідовних напруг загального коливального контуру і аналізу загального послідовного резонансу.

9. Трансформатори струму для паралельних гілок паралельної частини послідовного контуру для вимірювання паралельних струмів коливального контуру (для порівняння між собою і контролю значення локального паралельного резонансу струму).

10. Осцилограф (звичайний через трансформатор напруги або високовольтний, наприклад навіть застарілий ламповий).

11. Для повного і додаткового контролю можливе підключення окремо WAT-метра повної енергії для порівняння результатів вимірювання активної і реактивної енергії.

Встановлення навіть частини приладів дало змогу значно спростити тестування, контроль і відстежування працездатності окремих частин і ефективності роботи всієї установки разом.

**Самарай В.П.**

*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*

**SCADA І КОНТРОЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЯКОСТІ ІНДУКЦІЙНОЇ ПЕЧІ**

**E-mail:** samaraj@ukr.net

Відомі основні недоліки індукційних печей з тиристорним приводом:

1. Важке і складне налаштування тиристорного привода.
2. Дуже важкий запуск холодної печі (не з першого разу), при чому це зазначено в інструкції і на цьому зауважує виробник.

3. Тиристори в групі інвертора і в групі випрямляча мають бути не просто від одного виробника, а і обов'язково з однієї партії при їх виготовленні (мають бути однакові часові і частотні характеристики).

Тому запуск і експлуатація таких індукційних установок потребує певних знань, досвіду, технологічної, виробничої дисципліни і відповідного обладнання.

До того ж найважливішим показником якості роботи індукційних і дугових печей є показник коефіцієнта потужності (косинус  $\phi$ ). Для контролю показників, стабілізації роботи і підвищення стабільності печей і плавлення необхідні певні спеціалізовані засоби контролю певного високого рівня.

Давно виявлені і відомі недоліки роботи аналогових вольтметрів, амперметрів, ватметрів, ВАР-метрів, фазометрів це – неможливість автоматичного збереження даних електричних показників у безперервному режимі для подальшого ретельного аналізу електричних, енергетичних і плавильних процесів, що відбуваються в системі керування, в печі, в індукторі і у коливальному контурі індукційних печей, тому для подібного контролю пропонуються цифрові вольтметри, амперметри, ватметри, ВАР-метри, фазометри або зовсім інший клас приладів – модулі SCADA-систем різноманітних виробників (наприклад ОВЕН і інші). До того ж саме цифровий безперервний контроль з можливістю збереження значень струмів, напруг, потужностей і коефіцієнтів потужностей по всім трьом фазам дозволить ретельно проаналізувати, врахувати, попередити хід кожного запуску печі і хід кожної плавки. Це дозволить також аналізувати поведінку окремих шості тиристорів в групі випрямляча і чотирьох тиристорів в групі інвертора. Для більшого контролю за кожним тиристором окремо можливе встановлення окремих трансформаторів струму в кожне плече окремих діагоналей. Також для налаштування і контролю можливе встановлення окремих локальних осцилографів або логічних аналізаторів паралельно всім тиристорам групи випрямляча і групи інвертора.

Можливе встановлення окремих трансформаторів струму (або вимірювальних шунтів) і вимірювальних трансформаторів напруг в довільних точках тиристорного перетворювача що дуже зручно для ретельного налаштування, контролю, дослідження всієї системи управління.

Як найбільш популярний пропонується варіант модуля ОВЕН і SCADA-система CodeSys. Можливе написання програми на шості мовах CodeSys: ST, IL, FBD, LD, CFC, SFC.

Підготовлена програма контролю всіх названих параметрів індукційних печей через такий модуль загального інтегрального контролю струму, напруги, коефіцієнта потужності; активної, реактивної, повної потужності, що споживають індукційні печі. Наразі

XI Міжнародна науково-технічна конференція. Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2019  
програма контролю підготовлена на паскалеподібній алгоритмічній мові ST. Підготовлена програма дозволяє контролювати струм, напруги і активну, реактивну, повну потужності і коефіцієнти потужності окремо по кожній фазі. Розраховуються загальні підсумкові і поточні активна, реактивна, повна потужності і загальний коефіцієнт потужності всієї трьохфазної системи.

Можливе використання інших SCADA-систем: GENESYS, InTouch, Step7, TraceMode, EnLogic, MasterScada і інших.

**Сергиенко Р.А.<sup>1,2</sup>, Верховлюк А.М.<sup>1</sup>, Щерецкий А.А.<sup>1</sup>, Потрух О.Г.<sup>1</sup>, Науменко М.И.<sup>1</sup>**

**(<sup>1</sup>ФТИМС НАН України, г. Киев; <sup>2</sup>Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва)**

### **ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЦИРКОНИЯ**

**E-mail: rsruslan17@gmail.com**

Развитие современной техники требует использования новых литых металлических материалов с высокими физико-механическими и специальными свойствами. Для получения таких материалов необходимо создание принципиально новых процессов и технологий, которые позволяют формировать метастабильное состояние вещества, что и обеспечивает необходимый уровень свойств. Такие материалы, возможно, получить путем термообработки объёмноаморфных сплавов. Для объёмноаморфных сплавов температура кристаллизации находится значительно выше температуры стеклования, поэтому можно говорить, что при нагревании они сначала переходят в псевдожидкое состояние, а потом кристаллизуются. При этом их вязкость резко возрастает, при дальнейшем нагревании они переходят в жидкое состояние при температуре плавления. В районе температуры стеклования сильно увеличивается диффузионная подвижность атомов, что приводит к изменению физических свойств аморфных сплавов в зависимости от режимов термической обработки.

Основными методами воздействия на структурообразование объёмноаморфизованных и наноструктурных сплавов могут быть: выбор оптимального состава многокомпонентных сплавов, термовременная обработка в жидком состоянии, скорость охлаждения, скорость нагрева при термообработке аморфных сплавов, время нагрева и изотермической выдержки. Таким образом, управляя режимами термообработки аморфных сплавов, можно получить целую гамму материалов от наноструктурных до мелкокристаллических. На сегодняшний день композиционные материалы получают всё большее распространение,