

XI Міжнародна науково-технічна конференція. Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2019

ного струму (недостатній опір потенціометра у режимі реостата). Про непрацездатність конденсатора і про знайдені помилки було повідомлено адміністрації, після чого було проведено максимально можливе налаштування окремих кіл керування. Було замовлено нову конденсаторну банку, але тим часом випробовування продовжувалися і в певний момент несправний конденсатор не витримав і остаточно вийшов з ладу, чім було підтверджено його непрацездатність і правильні попередні висновки. Слід відзначити, що попередньо цей конденсатор був нібито відремонтований на профільному підприємстві з відносною гарантією якості, але безоплатно.

Було прийнято рішення встановити осцилограф і контролювати наочно якість генерованого інвертором сигналу. Саме цей прилад виявився найбільш успішним, корисним і ефективним для контролю якості генерації якісного сигналу і для успішного старту печі з холодного стану та після проміжних зупинок для завантаження шихти.

Окрім зазначеного, було замовлено два набори тиристорів: 1 – повний набір тиристорів з однаковими характеристиками з одної партії для інвертора (додатково ще з запасними тиристорами) та 2 – запасні тиристори для випрямляча.

Після заміни конденсатора на новий, заміни і встановлення у інвертор нових чотирьох тиристорів з однаковими характеристиками, заміни одного з шести тиристорів у випрямлячі і виправлення указаних недоліків налаштування піч почала виплавляти чавун.

Виявлені недоліки печі: 1 – дуже важкий запуск холодної печі (не з першого разу), при цьому це зазначено в інструкції і на цьому зауважує виробник; 2 – тиристори у 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).

**Самарай В.П.**

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

**БЕЗПЕРЕРВНИЙ КОНТРОЛЬ ІНДУКЦІЙНОЇ ПЕЧІ**

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

Надійний онлайн-моніторинг роботи індукційних печей є підставою успішного плавлення будь-яких сплавів. Під надійним моніторингом розуміється якнайбільший контроль максимальної кількості електричних, економічних і металургійних параметрів якості. Даний підхід контролю був реалізований на Дунаєвецькому ливарно-механічному заводі Хмельницької області.

Були виявлені недоліки при запуску і в роботі 1-тонної індукційної печі Китайського виробництва:

а) дуже важкий запуск холодної печі (не з першого разу), при чому це зазначено в інструкції і на цьому зауважує виробник;

б) тиристори у 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).

У випадку неврахування зазначених недоліків неможливі стабільні запуски печі, стабільна робота системи управління на тиристорному перетворювачі і відповідно індукційної печі і неможливий контроль якості роботи всієї установки, у т.ч. неможливий жорсткий контроль за коефіцієнтом потужності (косинусом  $\phi$ ) і споживанням електроенергії.

Для підвищення контролеспроможності і надійності індукційної установки запропоновано підключення додаткового обладнання і приладів контролю постійних і змінних електричних параметрів постійного і змінного струму:

а) напруги в різних ділянках схеми керування;

б) струму в різних ділянках схеми керування;

в) потужності електроенергії окремо з боку електричної мережі і окремо на виході з боку коливального контуру індуктора;

г) коефіцієнта потужності електроенергії окремо з боку електричної мережі і окремо на виході з боку коливального контуру індуктора;

д) форми і параметрів силового високочастотного сигналу для контуру індуктора на виході з інвертора.

Аналіз підготовчих робіт, розрахунків, моделювання на комп'ютері в програмі EWB (Electronic Work Bench), випробовувань печі, спостережень холостої роботи печі і контрольних плавок показав і підтвердив таку необхідність.

Ретельній подальший аналіз спостережень виявив необхідність встановлення наступних приладів і обладнання для підвищення технічних і економічних показників, спрощення контролю, роботи плавильників і обслуговуючого персоналу:

1. Трансформатори струму 2000/5 у кількості 6 штук на кожен фазу по дві штуки.

2. Додатковий вольтметр постійного струму на виході з силового дроселю відносно мінусу установки додатково до вольтметра, що встановлений до дроселя.

3. Додатковий амперметр постійного струму між випрямлячем і інвертором для контролю струму втрат енергії на тиристорах інвертора із-за неоднакових характеристик під час запирання і відпирання протилежних діагоналей інвертора.

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.