

Precyzyjna regulacja atmosfer ochronnych w piecach do wyżarzania

Fine-tuning of protective atmospheres in annealing furnaces

Thomas H. LOTZE



W KILKU SŁOWACH

Procesy cieplne wymagają ustawienia w najniższym zakresie zawartości tlenu. Najbardziej oczywiste praktyki w tym zakresie nie są w stanie obniżyć jego obecności do wartości mniejszej niż 10 ppm. Doświadczeni producenci pieców sugerują, aby dla zminimalizowania wielkości tlenu w procesie zastosować kombinację: azotu, wodoru i tlenku węgla.



SUMMARY

Thermal processes require maintaining a low oxygen content. However, even the most common techniques cannot reduce the level below 10 ppm. Experienced furnace manufacturers suggest that minimising the oxygen content in the process is achievable through the use of a combination of nitrogen, hydrogen, and carbon monoxide.

Ogniwa cyrkonowe używane są w przemyśle od ponad trzech dekad w do kontroli wartości potencjału węglowego w procesach nawęglania. Ostatnio te same ogniwa znajdują z powodzeniem zastosowanie w szerokiej gamie procesów wyżarzania oraz innych procesach specjalnych.

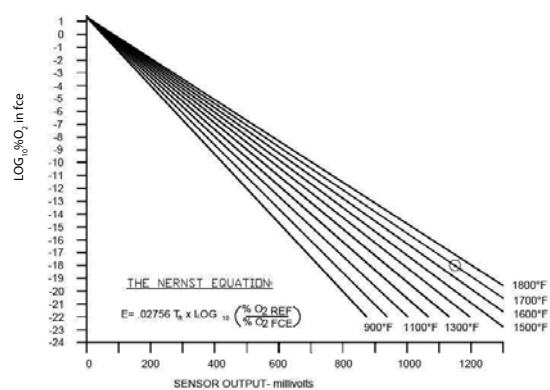
Zastosowanie ogniwa cyrkonowych w atmosferach nawęglających jest oczywiste. Jeżeli znana jest koncentracja tlenku węgla w atmosferze, znana jest również precyzyjnie empiryczna zależność między potencjałem węglowym atmosfery i wskazaniem ogniwa cyrkonowego zainstalowanego w sondzie tlenowej.

W przypadku innych procesów cieplnych wartość sygnału mV z ogniwa jest doskonałym

parametrem ze względu na to, że powiązana jest bezpośrednio (nie empirycznie) z wolnym tlenem w otaczającej atmosferze. W piecach do wyżarzania wymaga się najwyższej jakości parametrów metalurgicznych bez odwęglenia i utlenienia obrabianych części.

W celu zapewnienia najwyższej jakości procesów cieplnych pożądane jest ustawienie parametrów atmosfery w najniższym zakresie zawartości tlenu. Tlen może wywoływać powstawanie tlenków (rdza) w bezpośredniej reakcji z częściami jak również powodować odwęglenie i usuwać węgiel (odwęglenie), który jest krytycznym składnikiem obrabianych części.

Jak to zostało przedstawione w innym artykule (SSi Technical Data Sheet T4401), sonda tlenowa Gold Probe™ jest sensorem o dokładności lepszej niż 4 % niż wartość aktualna, bez względu na jej poziom. Dotyczy to również bardzo niskich koncentracji. Tą zależność oraz zależność Nernst'a pokazuje Rys 1.



Przykład: W piecu o temperaturze 927°C (1700°F) sensor odczytuje wartość 1150 mV, co odpowiada 1.0 %C.

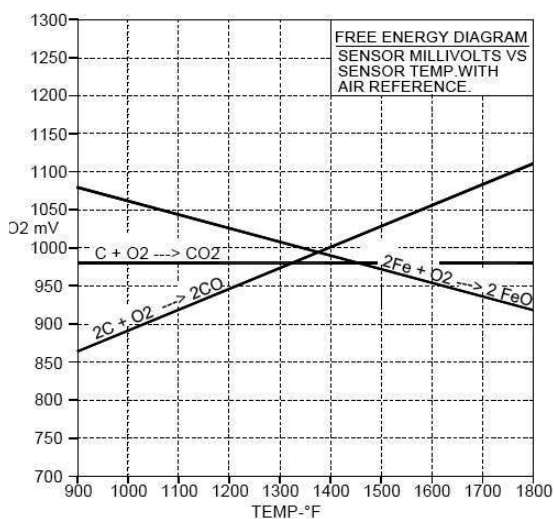
Jaka jest zawartość tlenu? Podstawiając do równania otrzymujemy logarytm zawartości tlenu w piecu – 18. Odpowiada to jednej miliardowej z jednej miliardowej z jednego procenta.

Dane kontaktowe:
Damian Szarapanowski
Avion Central Europe
Sp. z o. o.
Tel: 504 215 130
Email: ds@avion-central-europe.eu
Web: www.sondytlenowe.pl

Jedną z oczywistych praktyk zminimalizowania zawartości tlenu jest wprowadzenie do pieca gazu obojętnego w celu usunięcia powietrza oraz wilgoci. Najczęściej stosowanym gazem do tych procesów jest azot. Technika ta sama w sobie jest jednak niewystarczająca, ponieważ przy najbardziej sprzyjających warunkach zawartość tlenu nie spadnie poniżej 10 ppm.

Powodem jest zawartość tlenu i wilgoci w podawanym azocie, izolacja pieca oraz obrabiane części. Odwęglenie i utlenienie są nieuchronne.

Niektórzy producenci urządzeń jako jedno z rozwiązań proponują dodanie do azotu "wspomagaczy", które będą reagować z tlenem i jego związkami. Sugerują dodanie takich węglowodorów jak metan (lub gaz ziemny), etan, propan lub propylen. Inni bardziej doświadczeni producenci sugerują, że każdy z wymienionych węglowodorów będzie wytwarzał sadzę, kiedy będzie podawany w odpowiednich ilościach wystarczających do zredukowania tlenu do akceptowalnych wartości. Ich alternatywą jest mieszanina składająca się z 92% azotu, 5% wodoru oraz 3% tlenku węgla, co jest niczym innym niż rozpuszczona w azocie atmosfera endo.



Wykres pokazuje zależność między milivoltami sondy (które są proporcjonalne do wolnej energii w reakcji) i temperatury. Zależność ta odnosi się zarówno do wyżarzania, lutowania jak i odwęglania. Należy wziąć pod uwagę, że jeżeli odczyt milivoltów sondy utrzymuje się powyżej linii reakcji, reakcja nie nastąpi jak na przedstawionym rysunku, ponieważ atmosfera jest redukująca i reakcją jest reakcja utleniająca.

Dla przykładu, jeżeli stal ma zostać odwęglona poprzez utlenienie niektórych atomów węgla, a jednocześnie nie można dopuścić do utlenienia, to przy temperaturze 982°C można taką reakcję przeprowadzić przy odczycie około 1050 mV. Poniżej temperatury 745°C przeprowadzenie takiej reakcji odwęglania bez jednoczesnego utlenienia nie będzie możliwe, ponieważ linia węgla przecina linie żelaza w tej temperaturze.

Jeżeli wymagane jest przeprowadzenie procesu cieplnego i uniknięcia utlenienia w celu osiągnięcia dokładnej kontroli dodatkowych węglowodorów wprowadzanych do atmosfery, wymagane jest, aby wskazania milivoltów sondy tlenowej zawarte były powyżej układu prostych w kształcie litery „V” tworzonej przez reakcję żelaza i temperatury poniżej 745 °C, a reakcja węgla powyżej temperatury.

Układ prostych „V” wskazuje najniższy poziom, jednak zakres praktyczny powinien zostać określony przez określenie wymaganej jakości produktu, kosztu dodawanych węglowodorów i możliwości wydzielania się sadzy. Kształt prawidłowej linii będzie limitowany przez szczelność pieca, cyrkulację atmosfery, porowatość części, czas cyklu itp.

Istnieje jednak temperatura wynosząca około 316°C, poniżej której sonda tlenowa nie osiągnie punktu równowagi; zalecaną temperaturą stosowania sond tlenowych są temperatury powyżej 538°C (1000 °F).

Firma Super Systems posiada wieloletnie doświadczenie w stosowaniu sond tlenowych Gold Probe™ w piecach z atmosferami ochronnymi.

Typowy układ pomiarowy zbudowany jest z:

- sondy tlenowej Gold Probe™,
- układu sterowania Model 1500 mV zawierający regulator potencjału węglowego AC20, układ dozowania powietrza referencyjnego i wypalania sadzy, szafkę wraz z niezbędną elektroniką oraz alarmy,
- akcesoriów takich jak przepływomierze, zawory elektromagnetyczne, itp.,
- jako opcja może zostać zastosowany programowalny układ sterowania piecem.

Artykuł pochodzi z bazy technicznej firmy Super System Inc., której firma Avion Cental Europe jest wyłącznym przedstawicielem na rynkach europejskich.