

Wykorzystanie dźwięku emitowanego przez pracujący piec elektryczny oraz wahań poboru mocy czynnej do wyznaczenia optymalnego momentu rozpoczęcia podawania spieniacza do pieca.

Streszczenie

Ciągły nacisk odbiorców wyrobów stalowych na obniżenie cen zmusza wytwórców do poszukiwania nowych tańszych metod wytwarzania stali. Współcześni technologowie poszukują metod skrócenia czasu trwania procesu, obniżenia zużycia surowców, energii i innych mediów. Skupiają się już nie na całym procesie, ale na jego cząstkowych składowych.

W ramach tej pracy doktorskiej skoncentrowano się na procesie spieniania żużla, który jest bardzo ważnym etapem wytwarzania stali w elektrycznym piecu łukowym. Poprawne spienianie żużla przynosi bardzo wiele pozytywnych skutków:

- skrócenie czasu power on,
- zmniejszenie zużycia energii elektrycznej,
- zmniejszenie zużycia materiałów ogniotrwałych,
- zmniejszenie zużycia samego spieniacza.

Aby wszystkie zalety spieniania żużla mogły być wykorzystane musi ono rozpocząć się w odpowiednim momencie. Zbyt wczesne rozpoczęcie spowoduje uderzenie strugi spieniacza w nieroztopiony złom, co doprowadzi do wyssania cząstek spieniacza do odpylni. Zbyt późne podanie spieniacza spowoduje duże straty ciepła i zwiększenie zużycia materiałów ogniotrwałych. Właśnie to wyznaczenie optymalnego momentu podawania spieniacza stanowi główny cel tej pracy.

Wszystkie przeprowadzone badania, których celem było znalezienie tego momentu podzielono na cztery grupy:

- badania w celu wyznaczenia częstotliwości dźwięku, który emituje pracujący łuk elektryczny,
- badania w celu wyznaczenia wartości poziomu dźwięku, dla którego powinno się rozpocząć podawanie spieniacza,
- badania w celu wyznaczenia wielkości współczynnika zmienności poboru mocy czynnej, poniżej której powinno się rozpocząć podawanie spieniacza do pieca,
- przeprowadzenie wytopów przemysłowych w celu weryfikacji otrzymanych we wcześniejszych etapach wyników.

W celu przeprowadzenia badań opracowano kompleksowy układ pomiarowy, który wyposażony jest w miernik poziomu dźwięku typu SVAN971, mikrofon typu 7052E wraz z zabudowanym przedwzmacniaczem typu SV18 oraz w kontroler miernika poziomu dźwięku z oprogramowaniem do komunikacji z systemem sterowania piecem.

Na podstawie wielkości zarejestrowanych przez skonstruowany układ pomiarowy oraz danych zarejestrowanych przez system sterowania pieca stworzono wykresy przedstawiające przebieg wytopów.

Analiza tych wykresów oraz przeprowadzona analiza statystyczna pozwoliła na przypisanie poszukiwanym wielkością wartości przy których powinno rozpocząć się podawanie spieniacza.

Następnie stworzono i zaimplementowano program do sterownika S7-300, który zawiera te wartości.

Rezultatem 48 przeprowadzonych wytopów badawczych było potwierdzenie tezy badawczej i skuteczności zastosowanej metody.

Utilizing Sound Emitted by a Working Electric Furnace and Fluctuations in Active Power Consumption for Determining the Optimal Start Time for Introducing Slag Foaming Agent.

Abstract

The continuous pressure from consumers of steel products to lower costs compels manufacturers to seek new, more cost-effective methods of steel production. Contemporary technologists are exploring ways to shorten process durations, reduce raw material consumption, lower energy usage, and minimize resource consumption. Their focus has shifted from the entire process to its individual components.

This doctoral dissertation centers on the slag foaming process, a critical stage in steel production within an electric arc furnace. Proper slag foaming yields several positive outcomes, including:

- Reduced power-on time
- Decreased electricity consumption
- Diminished use of refractory materials
- Decreased slag foaming agent consumption

To leverage these advantages, the slag foaming process must commence at the right moment. Starting too early leads to the foaming agent jet hitting unmelted scrap, causing the agent to be sucked into the dust collector. On the other hand, introducing the foaming agent too late results in significant heat losses and increased consumption of refractory materials. Identifying the optimal time to introduce the foaming agent is the primary goal of this study.

All research conducted to pinpoint this optimal time has been categorized into four groups:

- Research to determine the frequency of sound emitted by a working electric arc
- Research to ascertain the sound level at which the introduction of the foaming agent should begin
- Research to establish the magnitude of the coefficient of variability of active power consumption, below which the introduction of the foaming agent should start
- Conducting industrial smelting runs to verify the results obtained in previous stages.

To conduct this research, a comprehensive measurement system was developed, equipped with an SVAN971 sound level meter, a 7052E microphone with an integrated SV18 preamplifier, and a sound level meter controller with software for communication with the furnace control system.

Based on the measurements obtained from the constructed measurement system and data recorded by the furnace control system, graphs were created illustrating the course of smelting runs. The analysis of these charts and the conducted statistical analysis allowed for assigning the desired values at which the foaming agent should be introduced.

These values were implemented in the control program of the Siemens S7-300 system. The outcome of 48 conducted research smelting runs confirmed the research hypothesis and the effectiveness of the applied methodology.