

Analiza wpływu wielkości powierzchni kontaktu ciekła faza metaliczna - faza gazowa na efektywność procesu rafinacji metali w tyglowych piecach indukcyjnych

W związku z wykorzystywaniem w procesach wytwarzania stopów metali w coraz większym stopniu surowców wtórnych, istnieje konieczność poddawania ich skomplikowanym operacjom rafinacyjnym. W trakcie obróbki kąpieli metalicznej w próżniowych piecach indukcyjnych istnieje możliwość usunięcia z nich nie tylko rozpuszczonych gazów ale także zanieczyszczeń o dużej prężności par. Parametry elektryczne tych agregatów topielnych mają kluczowy wpływ na rezultaty prowadzonych w nich przetopów rafinujących. Dla wymienionych procesów oczyszczania stopu strumień masy składnika transportowanego (zanieczyszczenia) z głębi jednej fazy (kąpiel metaliczna) do rdzenia drugiej fazy (faza gazowa), jest wprost proporcjonalny do wielkości powierzchni międzyfazowej. Przy przetopie rafinacyjnym danego stopu w każdym z tego typu agregatów istnieje możliwość zwiększania powierzchni wymiany masy, czyli powierzchni międzyfazowej, poprzez zmianę wartości parametrów elektrycznych pracy pieca. Może to tym samym powodować intensyfikację prowadzonego procesu rafinacji. W pierwszej części pracy przedstawiono dotychczasowy stan wiedzy na temat procesów topienia indukcyjnego metali i ich stopów a także omówiono proces parowania składników kąpieli metalicznej topionej i mieszanej indukcyjnie.

W ramach części badawczej wykonano następujące prace:

- opracowanie metod wyznaczania pola powierzchni międzyfazowej ciekła faza metaliczna – faza gazowa dla stosowanych agregatów topielnych,
- przeprowadzenie przetopów rafinacyjnych wybranych stopów metali w dwóch agregatach, tj. tyglowym piecu indukcyjnym i piecu z „zimnym tygłem”,
- określenie wielkości powierzchni międzyfazowej dla wszystkich eksperymentów,
- analizę składu chemicznego rafinowanych stopów po wykonanych eksperymentach,
- opracowanie wyników eksperymentów i ich analizę.

Do najważniejszych wniosków należą:

1. W trakcie topienia badanych stopów metali nieżelaznych w wykorzystywanych agregatach topielnych zaobserwowano znaczną różnicę w wielkości powierzchni ciekłej kąpieli metalicznej. Wyznaczone pola powierzchni powstałych menisków podczas topienia stopów z wykorzystaniem pieca z zimnym tygłem są znacznie większe w porównaniu z powierzchniami uzyskanymi przy topieniu stopów w indukcyjnym piecu tyglowym. Przykładowo dla stopu Al-Zn przy zbliżonej mocy wydzielonej we wsadzie wynoszącej ok. 13 kW, powierzchnie menisku wynoszą odpowiednio 330 i 155 cm².
2. Nie stwierdzono, wpływu ciśnienia w komorze roboczej obu agregatów na wielkość pola powierzchni kąpieli. Różnice pól uzyskanych dla różnych ciśnień nie przekraczają 1,5 %.
3. Obniżenie ciśnienia roboczego panującego w stosowanych agregatach jak i wzrost temperatury kąpieli metalicznej powodował wzrost stopnia usunięcia tak ołowiu jak i cynku z badanych stopów w trakcie ich przetopów
4. Wzrost mocy roboczej pieca dla obu agregatów powoduje wzrost stopnia usunięcia zanieczyszczeń z kąpieli

Analysis of the influence of the contact surface area of the liquid metal phase – gas phase on the efficiency of refining metal in crucible induction furnaces

Due to the use of increasingly recyclable materials in the production of metal alloys, there is a need to subject them to sophisticated refining operations. During the treatment of the metal bath in vacuum induction furnaces, it is possible to remove not only dissolved gases but also impurities with high vapor pressure. The electrical parameters of these aggregates have a key impact on the results of refining. For those purification processes, the mass stream of the transported component (impurities) from the depth of one phase (metallic phase) to the core of the second phase (gas phase) is directly proportional to the size of the liquid metal surface area. During refining process of a given alloy in both of these types of aggregates, it is possible to increase the mass exchange area, by changing the values of the electric parameters. Those modification can intensify the refining process. The first part of the dissertation presents the current state of knowledge on the induction melting processes of metals and their alloys. It also discusses the process of evaporation of components of a melted and induction mixed liquid metals.

The main part of the research included:

- development of methods for determining the contact surface area of the liquid metal phase - gas phase for used melting aggregates,
- refining smelting of selected metal alloys in two aggregates, crucible induction furnace and a furnace with a "cold crucible",
- determination of the interfacial area size for all experiments,
- analysis of the chemical composition of refined alloys after completed experiments,
- working out the results of experiments and their analysis.

The most important applications include:

1. During the melting of the tested non-ferrous alloys in the used melting aggregates, a significant difference in the surface area of the liquid metal was observed. The surface areas of the resulting meniscus during the melting of alloys using the furnace with a cold crucible are much larger in comparison with surfaces obtained in the melting of alloys in induction crucible furnace. For example, for the Al-Zn alloy with similar power output in the charge of approx. 13 kW, the meniscus surfaces are 330 and 155 cm².
2. The influence of pressure in the working chamber of both aggregates on the surface area of the liquid metals was not found. Differences in liquid metal surface are obtained for different pressures do not exceed 1.5%.
3. The reduction of the working pressure prevailing in the used aggregates as well as the increase of the temperature of the liquid metal caused an increase in the removal of both lead and zinc from the tested alloys during process
4. An increase in the furnace's operating power for both aggregates increases the degree of removal of impurities from the bath.