

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i prowadzenie procesów metalurgicznych**
Oznaczenie kwalifikacji: **MTL.05**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **150** minut.

MTL.05-01-23.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2023

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 9 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczony do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

Uzupełnij kartę technologiczną dla jednego cyklu procesu produkcji anod miedzianych, jeżeli miedź anodowa ma być wytworzona w piecu anodowym obrotowym z 250 Mg miedzi blister. Tabelę *Skład chemiczny miedzi blister wprowadzonej do pieca anodowego* zamieszczono w dokumentacji technicznej. W wyniku rafinacji ogniowej miedzi blister należy obniżyć zawartość zanieczyszczeń w miedzi do maksymalnego poziomu określonego w *Warunkach technicznych odbioru anod*.

Wykorzystując informacje zawarte w treści zadania i dokumentacji technicznej sporządź zapotrzebowanie na materiały miedzionośne i dodatki technologiczne w tym cyklu procesu.

Opracuj wykaz urządzeń stosowanych w procesie produkcji anod miedzianych, wykorzystując *Wykaz urządzeń metalurgicznych, odlewniczych i pomocniczych dostępnych w zakładzie*.

Uzupełnij kartę produktów procesu produkcji anod miedzianych zakończonego już cyklu procesu technologicznego prowadzonego w piecu anodowym, jeśli wprowadzono do pieca 250 Mg miedzi blister, masa wytworzonej miedzi anodowej w stanie ciekłym stanowiła 98% masy płynnego wsadu miedzionośnego, masa jednej odlanej anody wynosi 263 kg, a w procesie odlewania wytworzono 25 pakietów anod dobrej jakości.

DOKUMENTACJA TECHNICZNA

Skład chemiczny miedzi blister, wprowadzonej do pieca anodowego

Skład próbki pobranej po napełnieniu pieca
Cu - 98,6%
Ag - 0,21%
As - 0,28%
Bi - 0,004%
Sb - 0,012%
S - 0,06%
Pb - 0,24%
O₂ - 0,38%
Fe - 0,03%
Ni - 0,02%
Zn - 0,001%
Sn - 0,0001%

Warunki techniczne odbioru anod

Skład chemiczny zawartość pierwiastków w %	
Cu+Ag	99,35
Pb	max. 0,35
As	0,07÷0,15
O₂	0,04÷0,2

Instrukcja technologiczna produkcji anod miedzianych

Proces produkcji anod miedzianych obejmuje wytwarzanie miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym oraz odlewanie anod i przygotowanie ich do wysyłki.

Miedź anodowa jest końcowym produktem procesu pirometalurgicznego. Anody są odlewane w postaci płyt, które stanowią wsad w procesie elektrorafinacji.

I. Wytwarzanie miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym

Opis operacji technologicznych:

Wsadowanie

Podstawowym wsadem dla pieców obrotowych jest płynna miedź blister otrzymywana w piecu zawieszinowym oraz płynna miedź blister produkowana w konwertorach w procesie świeżenia stopu otrzymanego z pieca elektrycznego. Proces napełniania pieca i grzania wsadu trwa 4÷5 godzin. Po zakończeniu operacji wsadowania temperatura kąpeli metalicznej w piecu powinna wynosić 1160÷1210°C. Po napełnieniu pieca należy pobrać próbkę miedzi celem określenia we wsadzie zawartości głównych zanieczyszczeń O₂, S, As oraz zawartości Sb, Ni, Pb.

Utlenianie kąpeli metalicznej

Temperatura ciekłej miedzi podczas operacji utleniania powinna wynosić 1180÷1200°C. Przebieg procesu utleniania domieszek we wsadzie zależy od zawartości tlenu, arsenu i siarki:

- gdy zawartość tlenu w miedzi jest niższa od 0,4%, należy przeprowadzić operację utleniania w czasie ok. 20 minut, aby uzyskać nasycenie kąpeli tlenem na poziomie 0,4÷0,6% O₂. Przeprowadzenie operacji utleniania wymaga podania na dysze rafinacyjne powietrza w ilości 1100÷1200 Nm³/h i zanurzenia dysz w kąpeli metalicznej,
- gdy zawartość siarki we wsadzie przekracza 100 ppm (1 ppm = 0,0001%) to operację należy prowadzić w czasie ok. 30 minut,
- jeżeli zawartość arsenu w miedzi przekracza 0,15%, prowadzi się operację utleniania w obecności zasadowych środków żużłotwórczych, którymi są: węglan sodu Na₂CO₃ i wapno hydratyzowane Ca(OH)₂. Zadaniem tych dodatków żużłotwórczych jest związanie arsenu i przeprowadzenie go do żużła, w postaci arsenianów nierozpuszczalnych w miedzi. Ilość stosowanych materiałów żużłotwórczych jest uzależniona od masy wsadu miedzianego i początkowego stężenia As we wsadzie, a proporcja węglanu sodu do wapna hydratyzowanego w sumarycznej masie dodatków żużłotwórczych wynosi 9:1. Czas operacji utleniania z podawaniem środków żużłotwórczych wynosi od 30 do 80 minut.

Ściąganie żużła

Po zakończeniu operacji utleniania należy dokładnie ściągnąć utworzony na powierzchni miedzi żużel oraz pobrać próbkę miedzi do analizy na zawartość As i O₂.

Czas ściągania żużła wynosi od 15 do 30 minut.

Odtlenianie miedzi (redukcja)

Po utlenieniu kąpeli metalicznej i ściągnięciu żużła miedź należy odtlenić, do zawartości poniżej 0,2% O₂. Redukcję prowadzi się przy użyciu gazu ziemnego GZ-41,5 podawanego w ilości 200÷350 Nm³/h. Gaz wprowadza się w strumieniu sprężonego powietrza. Przepływ powietrza należy utrzymać w zakresie 900÷1500 Nm³/h. Proces redukcji należy prowadzić w zakresie temperatur 1150÷1190°C. Czas redukcji wynosi od 30 do 60 minut.

II. Odlewanie i przygotowanie anod do wysyłki

Temperatura metalu podczas odlewania anod powinna wynosić 1180÷1210°C, kontrolę temperatury prowadzi się wykonując pomiar w rynnie spustowej przejezdnej. W celu uzyskania dobrej jakości anod

należy chronić płynną miedź przed utlenianiem (pokryć miedź warstwą węgla drzewnego w rynnie przejezdnej) oraz dokładnie i równomiernie pokrywać powierzchnię form emulsją, która stanowi wodną zawiesinę fosforanu wapnia.

Do odlewania anod z miedzi rafinowanej ogniowo stosowana jest maszyna karuzelowa – TANDEM 16, wyposażona w automatyczne urządzenie wagowe dwustronne, a masa jednej odlanej anody to 263 kg.

Anody przenoszone są suwnicą pomostową z wanny chłodniczej na „maszynę do przygotowania anod”. Po operacjach wykańczania anody są ładowane na wozy transportowe w pakietach po 36 sztuk w każdym pakiecie. Faza odlewania anod i przygotowania ich do wysyłki trwa 4,5÷5,5 godziny.

Wykaz urządzeń metalurgicznych, odlewniczych i pomocniczych dostępnych w zakładzie

Urządzenia metalurgiczne
piec zawieszinowy
piec konwertorowy typu HOBOKEN
piec anodowy stacjonarny
piec anodowy obrotowy
Urządzenia odlewnicze
maszyna rozlewnicza TANDEM 18
maszyna rozlewnicza TANDEM 16
maszyna rozlewnicza PAS
Urządzenia pomocnicze
układ załadowniczy piasku kwarcowego
rynna spustowa
wsadzarki
kadzie
maszyna do przygotowania anod
suwnice pomostowe
wozy transportowe
instalacja suszenia piasku
automatyczne urządzenie wagowe dwustronne
instalacja podawania węglanu sodu i wapna hydratyzowanego
rynna spustowa przejezdna
odstojnik
wanny chłodnicze

Sumaryczna ilość materiałów żużlotwórczych potrzebnych do usunięcia arsenu z miedzi podczas rafinacji ogniowej w zależności od masy wsadu (Mg) i początkowego stężenia As (%)

	Masa wsadu do pieca anodowego, Mg						
	240	250	260	270	280	290	300
Zawartość As w miedzi, %	Sumaryczna ilość materiałów żużlotwórczych potrzebnych do usunięcia arsenu z miedzi podczas rafinacji ogniowej, kg						
0,15	0	0	0	0	0	0	0
0,16	100	100	100	100	100	100	100
0,17	150	150	150	150	150	150	150
0,18	150	150	150	200	200	200	200
0,19	200	200	200	200	200	250	250
0,20	250	250	250	250	250	250	300
0,21	250	250	300	300	300	300	300
0,22	300	300	300	350	350	350	350
0,23	350	350	350	350	400	400	400
0,24	350	350	400	400	400	450	450
0,25	400	400	450	450	450	450	500
0,26	450	450	450	500	500	500	550
0,27	450	500	500	500	550	550	550
0,28	500	500	550	550	550	600	600
0,29	550	550	550	600	600	650	650
0,30	550	600	600	650	650	650	700
0,31	600	600	650	650	700	700	750
0,32	650	650	700	700	750	750	800
0,33	650	700	700	750	750	800	800
0,34	700	700	750	800	800	850	850
0,35	750	750	800	800	850	900	900
0,36	750	800	850	850	900	900	950
0,37	800	850	850	900	950	950	1000
0,38	850	850	900	950	950	1000	1050
0,39	900	900	950	950	1000	1050	1050
0,40	900	950	950	1000	1050	1100	1100
0,41	950	950	1000	1050	1100	1100	1150
0,42	950	1000	1050	1100	1100	1150	1200
0,43	1 000	1050	1100	1100	1150	1200	1250
0,44	1 050	1050	1100	1150	1200	1250	1300
0,45	1 050	1100	1150	1200	1250	1300	1350
0,46	1 100	1150	1200	1250	1300	1300	1350
0,47	1 150	1200	1250	1250	1300	1350	1400
0,48	1 150	1200	1250	1300	1350	1400	1450
0,49	1 200	1250	1300	1350	1400	1450	1500
0,50	1 250	1300	1350	1400	1450	1500	1550

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 150 minut.

Ocenie podlegać będą 4 rezultaty:

- karta technologiczna procesu produkcji miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym i odlewania anod,
- zapotrzebowanie na materiały miedzionośne i dodatki technologiczne w 1 cyklu procesu produkcji miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym,
- wykaz urządzeń niezbędnych w procesie produkcji miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym i w procesie odlewania anod miedzianych,
- karta produktów zakończonego procesu produkcji anod miedzianych.

Karta technologiczna
procesu produkcji miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym i odlewania anod

Nazwa produktu		Parametry graniczne głównych zanieczyszczeń w anodach miedzianych, %	O₂:
			Pb:
			As:
Skład chemiczny kąpieli po napełnieniu pieca miedzią blister			
Całkowita zawartość zanieczyszczeń, %		O₂:	
		S:	
		As:	
		Pb:	
Operacja technologiczna	Temperatura °C	Rodzaj materiałów miedzianośnych i pomocniczych	Czas trwania operacji, jednostka miary

**Zapotrzebowanie na materiały miedzionośne i dodatki technologiczne
w 1 cyklu procesu produkcji miedzi anodowej w piecu anodowym obrotowym**

Operacja technologiczna	Materiały miedzionośne i pomocnicze <i>Rodzaj materiałów miedzionośnych i pomocniczych</i>	Całkowita masa/ilość materiałów miedzionośnych i pomocniczych w 1 cyklu procesu* <i>(wartość wraz z jednostką miary)</i>

* - przy określeniu ilości gazów niezbędnych w poszczególnych operacjach procesu należy wpisać ilość obliczoną dla minimalnego czasu trwania procesu i minimalnego przepływu oraz ilość obliczoną dla maksymalnego czasu trwania procesu z maksymalnym przepływem

