

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i prowadzenie procesów metalurgicznych**  
Symbol 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.05-01-24.01-SG

# EGZAMIN ZAWODOWY

## Rok 2024

### 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 7 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

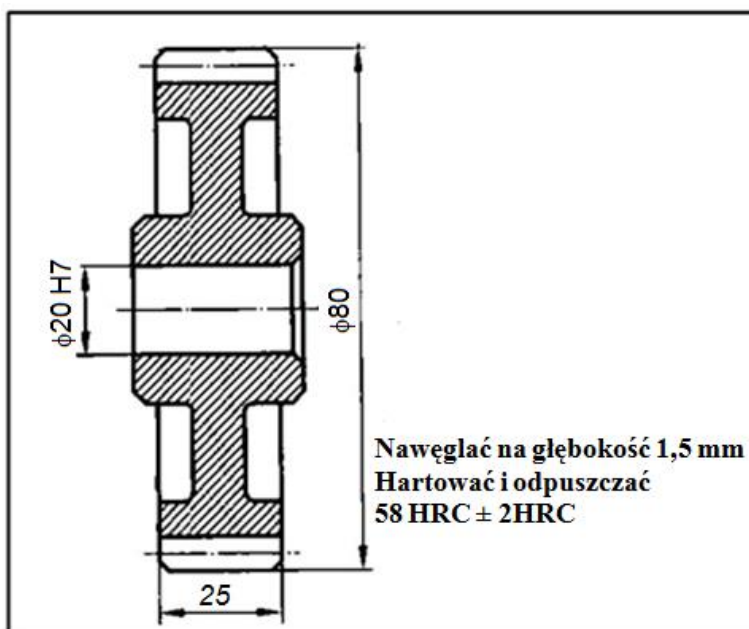
Opracuj dokumentację technologiczną nawęglania gazowego 4200 sztuk kół zębatych, wykonanych ze stali 28CrS4, zgodnie z Rysunkiem 1, wypełniając przygotowane tabele w arkuszu egzaminacyjnym.

Hartowanie warstwy powierzchniowej kół zębatych po nawęglaniu należy przeprowadzić zgodnie ze *Schematem nawęglania stali i obróbki cieplnej po nawęglaniu*. Do określenia czasu nagrzewania przed nawęglaniem, temperatury i czasu nawęglania, temperatury hartowania i odpuszczania kół zębatych wykorzystaj wykresy: *Czas nagrzewania w zależności od średnicy przedmiotu i temperatury grzania dla pieca komorowego* i *Zależność całkowitej głębokości warstwy nawęglonej od temperatury i czasu procesu* oraz informacje zawarte w Tabeli 1.

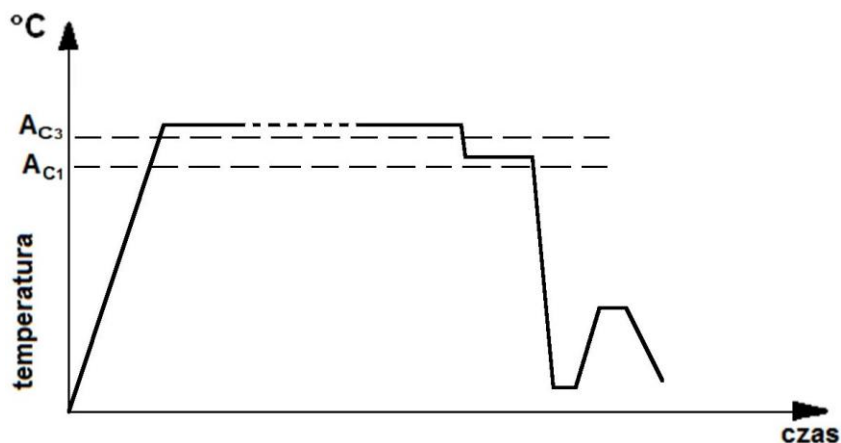
Dobierz z *Wykazu urządzeń i oprzyrządowania dostępnego w zakładzie* te elementy wyposażenia, które umożliwią realizację zamówienia.

Zaplanuj metody kontroli realizowanego procesu, dobierz urządzenia do przeprowadzania badań na podstawie *Wykazu dostępnych urządzeń laboratoryjnych*.

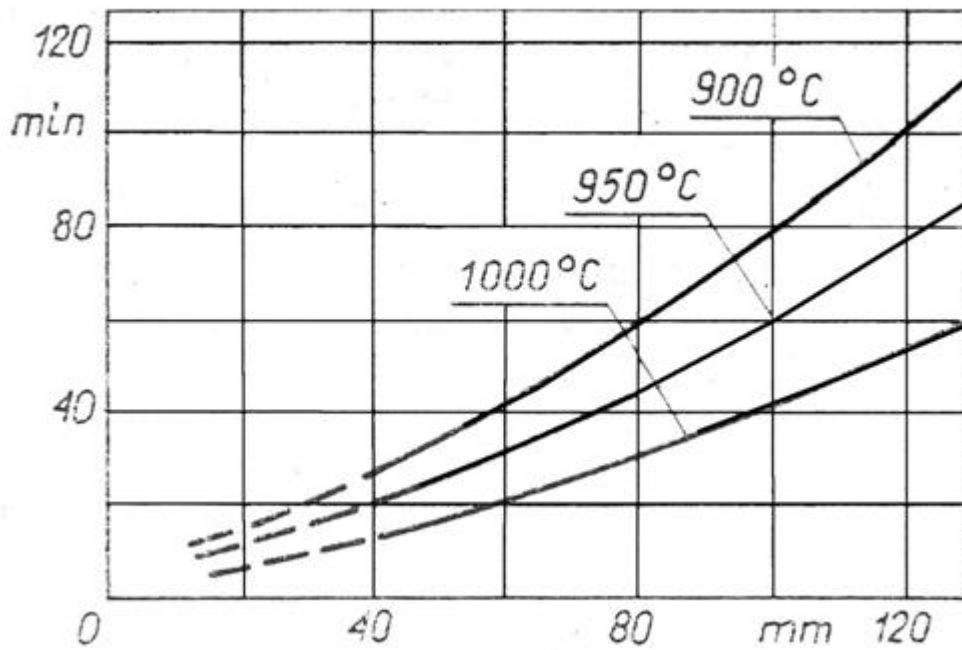
Oblicz liczbę cykli niezbędnych do realizacji zlecenia, podaj zapotrzebowanie na ilość atmosfery endotermicznej oraz metanu przy realizacji zlecenia, uwzględniając *Zalecenia działu technologicznego*.



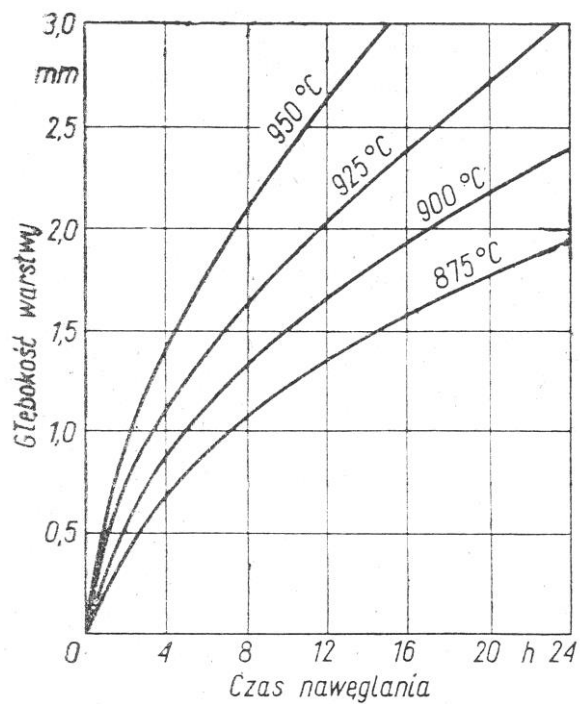
Rysunek 1. Główne wymiary i parametry obróbki cieplno-chemicznej koła zębatego walcowego o zębach prostych



Schemat nawęglania stali i obróbki cieplnej po nawęglaniu



**Czas nagrzewania w zależności od średnicy przedmiotu i temperatury grzania dla pieca komorowego**



**Zależność całkowitej głębokości warstwy nawęglonej od temperatury i czasu procesu**

**Tabela 1. Warunki obróbki cieplnej stali wyciąg z PN-EN10084:2008**

**Stale do nawęglania**

Oznaczenie stali		Próba hartowania od czoła Temperatura austenitizowania <sup>a</sup> °C	Temperatura nawęglania <sup>b</sup> °C	Temperatura hartowania rdzenia <sup>c</sup> °C	Temperatura hartowania warstwy powierzchniowej °C	Odpuszczanie <sup>d</sup> °C
Znak	Numer					
28Cr4	1.7030	850	880÷980	880÷920	780÷820	150÷200
28CrS4	1.7036	850	880÷980	880÷920	780÷820	150÷200
16MnCr5	1.7131	870	880÷980	880÷920	780÷820	150÷200
16MnCrS5	1.7139	870	880÷980	880÷920	780÷820	150÷200
20MnCr5	7.7147	870	880÷980	880÷920	780÷820	150÷200
20MnCrS5	1.7149	870	880÷980	880÷920	780÷820	150÷200

a - Orientacyjny czas austenitizowania 30 do 35 minut.

b - Temperatura nawęglania powinna zależeć od składu chemicznego stali, masy wyrobu i środka nawęglającego. Jeżeli stale są hartowane bezpośrednio, to na ogół nie przekracza się temperatury 950°C.

c - Jeżeli stosuje się metodę pojedynczego hartowania, to stal powinna być hartowana z temperatury nawęglania lub z temperatury niższej.

d - Orientacyjny czas odpuszczania wynosi minimum 1 h.

**Wykaz urządzeń i oprzyrządowania dostępnego w zakładzie**

**Piec elektryczny komorowy typu Dz atmosferą regulowaną – 1 stanowisko**

Model	Pojemność komory grzewczej dm <sup>3</sup>	Maksymalna temperatura pracy °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm	Masa wsadu kg	Moc kW
D-06/130	90	650	450 x 650 x 300	200	15,0

**Piec elektryczny komorowy typu SQ z atmosferą regulowaną – 1 stanowisko**

Model	Pojemność komory grzewczej dm <sup>3</sup>	Maksymalna temperatura pracy °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm	Masa wsadu kg	Moc kW
SQ270	250	1000	460 x 610 x 910	375	81,0

**Piec elektryczny komorowy z cyrkulacją powietrza typu KK-U – 1 stanowisko**

Model	Pojemność komory grzewczej dm <sup>3</sup>	Maksymalna temperatura pracy °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm	Masa wsadu kg	Moc kW
KK-U250	240	650	450 x 600 x 900	370	18,0

**Wanna hartownicza – 1 stanowisko**

Model	Pojemność użyteczna dm <sup>3</sup>	Środek chłodzący	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm
SQ200	200	Olej hartowniczy	550 x 550 x 900

**Studzienka do studzenia – 4 stanowiska**

Model	Pojemność użyteczna dm <sup>3</sup>	Środek chłodzący	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm
SP200	200	powietrze	500 x 800 x 500

### Sprzęt pomocniczy dostępny w zakładzie – 10 kpl.

Lp.	Rodzaj urządzenia/oprzysiężowania
1.	płyta
2.	stojak wsadowy
3.	pręty wsadowe
4.	osłona na stojak i pręty wsadowe

### Wykaz dostępnych urządzeń laboratoryjnych

Lp.	Rodzaj urządzenia
1.	Twardościomierz Vickersa
2.	Twardościomierz Brinnella
3.	Twardościomierz Rockwella
4.	Mikroskop metalograficzny EPITYP II

### Zalecenia działu technologicznego

W trakcie jednego cyklu do każdego pieca komorowego dostępnego w zakładzie można załadować 140 kół o średnicy 80÷100 mm.

Warunki prowadzenia procesu nawęglania oraz obróbki cieplnej po nawęglaniu:

- nagrzewanie do nawęglania oraz podchładzanie i wychładzanie po nawęglaniu należy prowadzić w atmosferze endotermicznej,
- nawęglanie należy przeprowadzić w temperaturze 900°C w atmosferze endotermicznej wzbogaconej w metan,
- szybkość przepływu atmosfery endotermicznej w piecu: 8 m<sup>3</sup>/h,
- ilość metanu wzbogacającego atmosferę endotermiczną: 0,6 m<sup>3</sup>/h,
- hartowanie po nawęglaniu należy przeprowadzić w oleju OH120 z temperatury o 20°C wyższej od minimalnej temperatury hartowania warstwy powierzchniowej określonej w normie,
- łączny czas podchładzania i wychładzania po nawęglaniu: 60 minut,
- czas chłodzenia podczas hartowania: 15 minut,
- odpuszczanie po hartowaniu należy przeprowadzić w temperaturze o 20°C wyższej od minimalnej temperatury odpuszczania określonej w normie,
- czas nagrzewania do temperatury odpuszczania: 45 minut,
- czas wygrzewania przy odpuszczaniu: 15 minut.
- czas chłodzenia po odpuszczaniu: 60 minut

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 150 minut.**

**Ocenię podlegać będzie 5 rezultatów:**

- karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej, Część I – Parametry nawęglania i hartowania,
- karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej, Część II – Opis operacji,
- karta technologiczna obróbki cieplnej,
- wykaz sprzętu i warunków do przeprowadzenia badań kontrolnych procesu obróbki cieplno-chemicznej,
- zapotrzebowanie na czynniki gazowe przy prowadzeniu obróbki cieplno-chemicznej.

# DOKUMENTACJA TECHNOLOGICZNA NAWĘGLANIA GAZOWEGO KÓŁ ZĘBATYCH

## Karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej

Część I. Parametry nawęglania i hartowania				
Nazwa operacji	Nawęglanie	Nr operacji	xxxxxxx	
Nazwa elementu	Koło zębate walcowe o zębach prostych	Nr rysunku	xxxxxxx	
Gatunek materiału		Stan materiału	normalizowany	
Głębokość nawęglania, mm				
Temperatura nawęglania, °C				
Temperatura hartowania, °C				
Czas nagrzewania przed nawęglaniem, h				
Czas nawęglania, h				
Czas podchładzania i wychładzania po nawęglaniu, minuty				
Czas chłodzenia podczas hartowania, minuty				
Rodzaj pieca do nawęglania				
Rodzaj urządzenia do chłodzenia				
Część II. Opis operacji				
Nr zabiegu	Nazwa zabiegu	Urządzenie/oprzyszczanie	Ośrodek/atmosfera	
			Rodzaj	Ilość przepływająca w jednostce czasu
1.				
2.				
3.				
4.	Nawęglanie			
5.				
6.	Hartowanie/chłodzenie			
7.				

### Karta technologiczna obróbki cieplnej

Nazwa operacji	Odpuszczanie	Nr operacji	xxxxxxx
Nazwa elementu	Koło zębate walcowe o zębach prostych	Nr rysunku	xxxxxxx
Gatunek materiału		Stan materiału	
Temperatura odpuszczania, °C			
Czas nagrzewania, minuty			
Czas wygrzewania, minuty			
Czas chłodzenia, minuty			
Rodzaj pieca do odpuszczania			
Rodzaj urządzenia do chłodzenia			

### Wykaz sprzętu i warunków do przeprowadzenia badań kontrolnych procesu obróbki cieplno-chemicznej

Rodzaj badań: Kontrola twardości warstwy powierzchniowej			
1. Symbol twardości		2. Wartość wymagana	
3. Rodzaj urządzenia		4. Rodzaj wgłębnika	
4. % wyrobów, które należy poddać badaniom kontrolnym	10%	5. Liczba kół badanych w 1 cyklu procesu <sup>a</sup> szt.	
Rodzaj badań: Kontrola głębokości warstwy nawęglonej			
1. Rodzaj urządzenia do badania grubości warstwy nawęglonej		2. Wymagana grubość warstwy nawęglonej mm	
3. % wyrobów, które należy poddać badaniom kontrolnym	0,5%	4. Liczba kół badanych w 1 cyklu procesu <sup>a</sup> szt.	
<sup>a</sup> - obliczoną ilość elementów do badania kontrolnego, należy zaokrąglić do liczby całkowitej w górę			

### Zapotrzebowanie na czynniki gazowe przy prowadzeniu obróbki cieplno-chemicznej

Rodzaj czynnika	Ilość czynnika w 1 cyklu procesu m <sup>3</sup>	Liczba cykli	Ilość czynnika niezbędna do realizacji zamówienia m <sup>3</sup>
Atmosfera Endo			
CH <sub>4</sub>			