

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i prowadzenie procesów metalurgicznych oraz obróbki plastycznej metali**

Oznaczenie kwalifikacji: **M.38**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego\*

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

**M.38-01-19.01**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

## **EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**

**Rok 2019**

### **CZEŚĆ PRAKTYCZNA**

#### **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 10 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 wliczany 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 **KARTEŃ 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 w tabelach 1, 2 i 3 dokumentację technologiczną obróbki cieplno-chemicznej wałów wykonanych ze stali 18HGT zgodnie z zamieszczonymi informacjami i zaleceniami działu technologicznego.

Operację nawęglania należy przeprowadzić w piecach węglnych w atmosferze regulowanej, wytworzonej z ciekłych związków organicznych, zapewniających uzyskanie potencjału węglowego o wartości 0,7% C oraz 1,2% C.

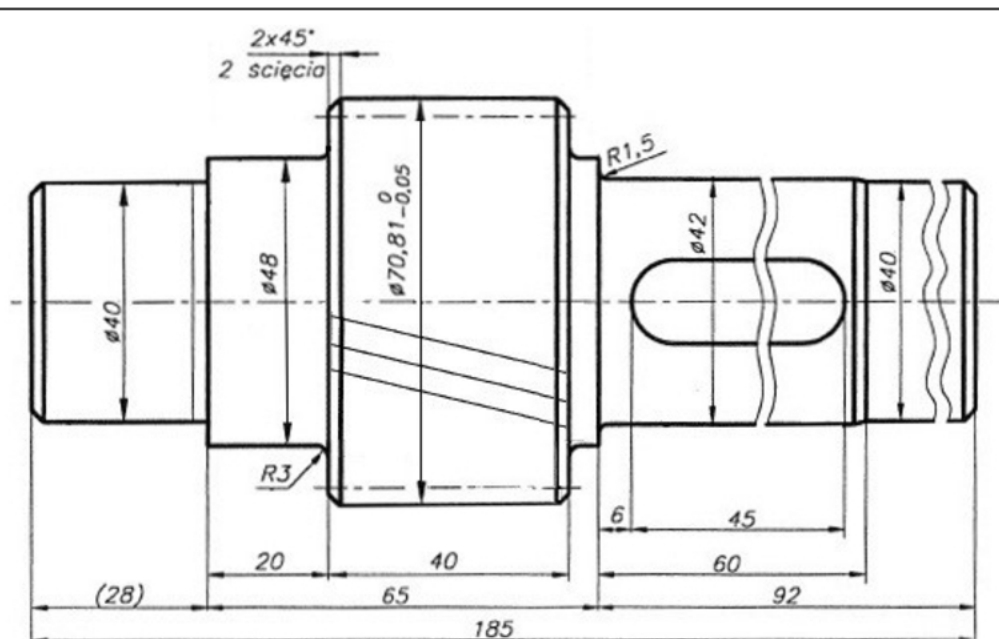
Operację odpuszczania należy przeprowadzić w piecach komorowych w atmosferze powietrza.

Określ i zapisz w tabeli 4 warunki kontroli oraz wymagane wartości wskazanych własności warstwy powierzchniowej wałów po przeprowadzonym procesie obróbki cieplno-chemicznej, dobierz urządzenia do przeprowadzania badań.

Oblicz użyteczny czas pracy poszczególnych pieców przy realizacji operacji nawęglania, hartowania i odpuszczania 640 sztuk wałów. Wyniki obliczeń zapisz w tabeli 5.

### Informacje niezbędne do przeprowadzenia procesu obróbki cieplno-chemicznej wałów ze stali 18HGT

Szkic wału

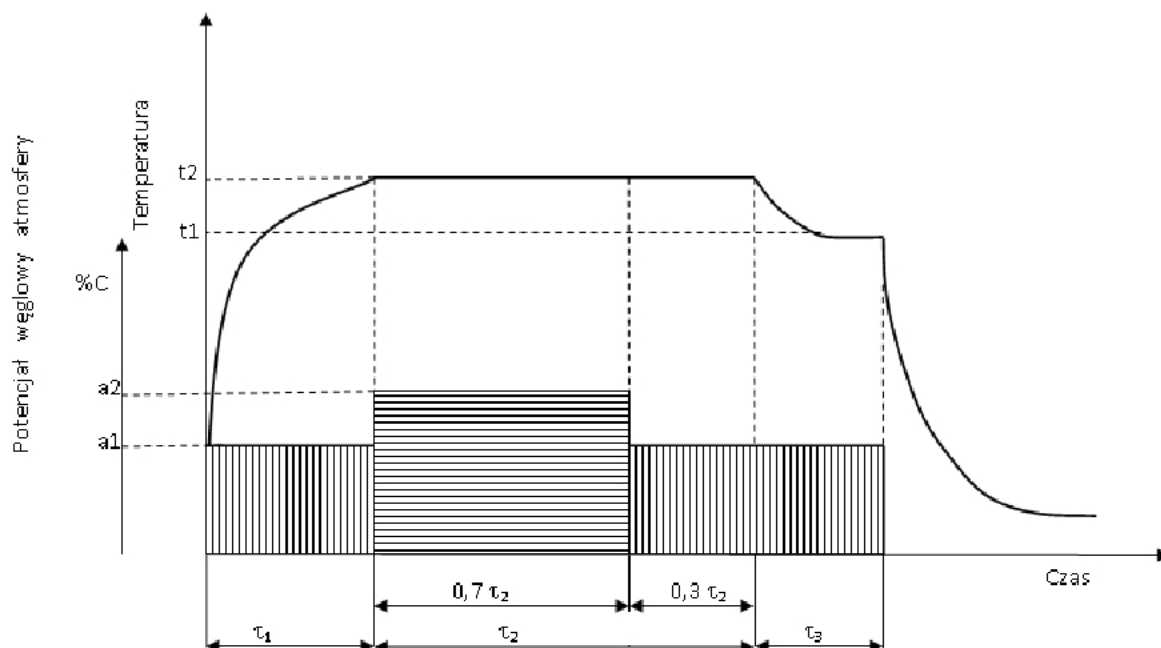


Nawęglać na głębokość 1,0 mm  
Hartować i odpuszczać do twardości warstwy wierzchniej  $58 \pm 1$  HRC

## LEKSYKON MATERIAŁOZNAWSTWA - wyciąg

PN-EN 10084:2008				Stal konstrukcyjna stopowa do nawęglania			
Skład chemiczny, stężenie masowe pierwiastka, %							
C	Mn	Si	P <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>	Cr	Ni <sub>max</sub>	W <sub>max</sub>
0,17 – 0,23	0,8 – 1,10	0,17 – 0,37	0,035	0,035	1,0 – 1,3	0,30	0,2
<b>Zastosowanie:</b> na obciążone części maszyn o dużej wytrzymałości rdzenia: koła zębate, wały							
Procesy technologiczne						Temperatura, °C	
Nawęglanie						880 – 950	
Węgloazotowanie						860 – 930	
Hartowanie z temperatury właściwej dla rdzenia						850 – 880	
Hartowanie z temperatury właściwej dla warstwy powierzchniowej						810 – 830	
Odpuszczanie						150 – 200	
Wyżarzanie normalizujące						800 – 900	
Wyżarzanie zmiękczające						650 – 700	
Własności mechaniczne							
Twardość po wyżarzaniu sferoidyzującym						217 HB	
Wytrzymałość na rozciąganie R <sub>m</sub>						980 MPa	
Granica plastyczności R <sub>e</sub>						830 MPa	

## Schemat nawęglania stali w atmosferze regulowanej z węglowodorów ciekłych

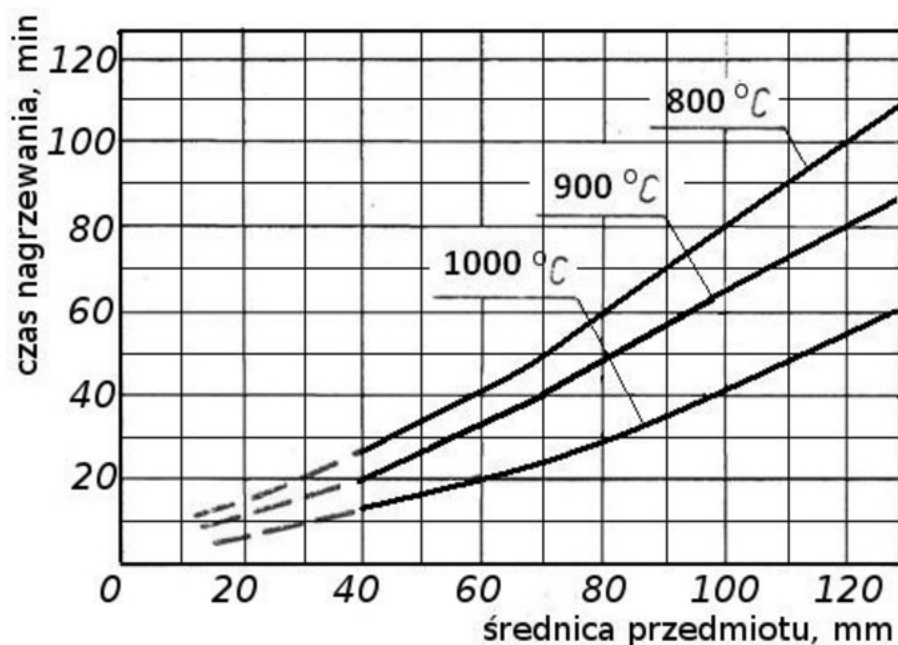


- $t_1$  – temperatura hartowania
- $t_2$  – temperatura nawęglania
- $\tau_1$  – czas nagrzewania
- $\tau_2$  – czas nawęglania
- $\tau_3$  – czas obniżania temperatury do hartowania
- $a_1$  – niski potencjał węglowy atmosfery regulowanej
- $a_2$  – wysoki potencjał węglowy atmosfery regulowanej

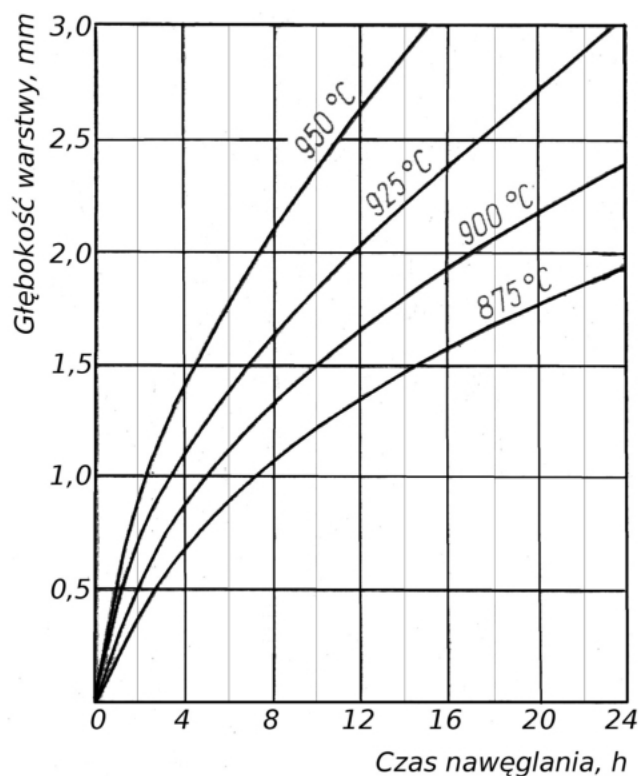
## Zestawienie ciekłych środków nawęglających

Lp.	Rodzaj środka nawęglającego	Potencjał węglowy atmosfery regulowanej wytworzonej z cieczy nawęglającej wyrażony w % C
1.	Alkohol metylowy	0,70
2.	95% alkoholu metylowego 5% octanu etylu	0,85
3.	70% alkoholu metylowego 30% octanu etylu	1,15
4.	Octan etylu	1,20
5.	Alkohol izopropylowy	1,40

## Czas nagrzewania przedmiotu w zależności od jego średnicy, przy różnych temperaturach pieca węglnego do nawęglania w atmosferze regulowanej



*UWAGA: dla części wykonanych ze stali stopowych czas nagrzewania odczytany z wykresu należy przedłużyć o 50%*

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

*UWAGA: dla operacji nawęglania w atmosferze regulowanej z węglowodorów ciekłych czas nawęglania określony na podstawie wykresu należy przedłużyć o 20%*

**Wykaz urządzeń i oprzyrządowania dostępnego w zakładzie**

Piec elektryczny komorowy typu IZO-2 do obróbki cieplnej w atmosferze powietrza lub gazu obojętnego – 1 stanowisko

Model	Pojemność komory grzewczej dm <sup>3</sup>	Maksymalna temperatura pracy °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm	Moc kW	Charakterystyka pieca
IZO-2.0	300	650	600 x 1000 x 500	22,0	Przeznaczony do obróbek nisko i średniotemperaturowych w zakresie od 100°C do 650°C wyposażony w mieszacz atmosfery

Piec elektryczny wgłębny typu PWR z atmosferą regulowaną – 1 stanowisko

Model	Pojemność komory grzewczej dm <sup>3</sup>	Maksymalna temperatura pracy °C	Wymiary wewnętrzne retorty średnica x wysokość mm	Moc kW	Charakterystyka pieca
PWR 400 x 800/100	402	1000	400 x 800	39,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proces technologiczny prowadzony jest w gazoszczelnej retorcie, pokrywa pieca unoszona jest automatycznie (napęd elektryczny), ciśnienie atmosfery we wnętrzu pieca jest kontrolowane,</li> <li>• wyposażony jest w zbiorniki płynów nawęglających, pompki dozujące.</li> </ul>

Piec elektryczny komorowy typu FCF 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	Moc kW	Charakterystyka pieca
FCF-V200C	216	1100	600 x 900 x 400	33,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• piec o jednolitej (stałej) komorze,</li> <li>• charakteryzuje się bardzo dobrym rozkładem temperatury,</li> <li>• wyposażony w układ zasilania w gaz ochronny i układ pomiaru temperatury w przestrzeni pieca.</li> </ul>

Wanna hartownicza – 2 stanowiska

Model	Pojemność użyteczna dm <sup>3</sup>	Środek chłodzący	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys. mm
WH351	480	Olej hartowniczy	800 x 700 x 880

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

Lp.	Rodzaj urządzenia/oprzyszczowania	Liczba
1.	płyta	10 kompletów
	stojak wsadowy	
	pręty wsadowe	
	osłona na stojak i pręty wsadowe	
2.	stelaż z półkami do pieca komorowego FCF-V200C	10 sztuk
3.	stelaż z półkami do pieca komorowego IZO-2.O	10 sztuk
4.	stelaż do pieca wgłębnego PWR400x800/100	10 sztuk

Wykaz dostępnych urządzeń laboratoryjnych

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

**Zalecenia działu technologicznego.**

W trakcie jednego cyklu do pieca węgelnego oraz do każdego z pieców komorowych dostępnych w zakładzie można załadować 40 sztuk wałków o średnicy 70÷80 mm:

- czas przygotowania wsadu do załadunku: 20 minut,
- czas załadunku partii materiałów do pieca: 10 minut,
- czas wyładunku partii materiałów z pieca: 8 minut.

Warunki prowadzenia procesu nawęglania w atmosferze wytworzonej z ciekłych środków nawęglających oraz obróbki cieplnej po nawęglaniu:

- przed załadunkiem wsadu do pieca węgelnego retortę pieca należy przepłukać atmosferą regulowaną z par cieczy nawęglającej o niskim potencjale węglowym,
- czas przepłukiwania retorty – 5 minut,
- nagrzewanie do nawęglania oraz podchładzanie i wychładzanie po nawęglaniu należy prowadzić w atmosferze regulowanej z par cieczy o niskim potencjale węglowym,
- nawęglanie należy prowadzić w temperaturze 900°C,
- nawęglanie należy prowadzić w dwóch etapach:
  - I. w atmosferze regulowanej z par cieczy o wysokim potencjale węglowym przez 70% ustalonego czasu nawęglania,
  - II. w atmosferze regulowanej z par cieczy o niskim potencjale przez 30% ustalonego czasu nawęglania,
- natężenie przepływu par cieczy o niskim potencjale węglowym: 0,4 dm<sup>3</sup>/h,
- natężenie przepływu par cieczy o wysokim potencjale węglowym: 0,8 dm<sup>3</sup>/h,
- łączny czas podchładzania i wychładzania po nawęglaniu: 60 minut,
- temperatura austenizacji powinna być o 10°C wyższa od określonej w normie, minimalnej temperatury austenizowania właściwej dla rdzenia,
- czas chłodzenia podczas hartowania: 15 minut,
- temperatura odpuszczania powinna być o 10°C wyższa od temperatury minimalnej określonej w normie,
- czas nagrzewania do temperatury odpuszczania: 45 minut,
- czas wygrzewania przy odpuszczaniu: 15 minut,
- czas chłodzenia po odpuszczaniu (chłodzenie poza piecem): 60 minut.

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut**

**Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:**

- karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej – *Parametry nawęglania i hartowania* – tabela 1,
- karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej – *Opis operacji nawęglania i hartowania* – tabela 2,
- karta technologiczna operacji odpuszczania – tabela 3,
- wykaz sprzętu i warunków do przeprowadzenia badań kontrolnych procesu obróbki cieplno-chemicznej – tabela 4,
- użyteczny czas pracy poszczególnych pieców stosowanych w procesie obróbki cieplno-chemicznej – tabela 5.

**Tabela 1 – Karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej**

Parametry nawęglania i hartowania			
Nazwa operacji	Nawęglanie	Nr operacji	xxxxxxx
Nazwa elementu		Nr rysunku	xxxxxxx
Gatunek materiału		Stan materiału	normalizowany
Głębokość nawęglania, mm			
Temperatura nawęglania, °C			
Temperatura hartowania, °C			
Czas nagrzewania przed nawęglaniem, min			
Czas nawęglania, h			
Czas podchładzania i wychładzania po nawęglaniu, min			
Czas chłodzenia podczas hartowania, min			
Rodzaj pieca do nawęglania			
Rodzaj urządzenia do chłodzenia			

**Tabela 2. Karta technologiczna obróbki cieplno-chemicznej**

Opis operacji nawęglania i hartowania					
Nr zabiegu	Nazwa zabiegu	Urządzenie/ oprzyrządowanie	Ośrodek/atmosfera		Czas trwania zabiegu, min
			Rodzaj ośrodka/ rodzaj cieczy* do wytworzenia atmosfery regulowanej	Natężenie przepływu par cieczy nawęglającej w jednostce czasu*	
1					
2					
3					
4					
5	Nawęglanie				
6					
7					
8	Chłodzenie /hartowanie/				

\*należy wypełnić rubryki dotyczące zabiegów przeprowadzanych w celowo wytwarzanej nawęglającej atmosferze gazowej



**Tabela 3. Karta technologiczna operacji odpuszczania**

Nazwa operacji	Odpuszczanie	Nr operacji	xxxxxxx
Nazwa elementu		Nr rysunku	xxxxxxx
Gatunek materiału		Stan materiału	
Temperatura odpuszczania , °C			
Czas nagrzewania, min			
Czas wygrzewania, min			
Czas chłodzenia, min			
Rodzaj pieca do odpuszczania			
Rodzaj urządzenia do chłodzenia			

**Tabela 4. 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. Ilość wyrobów badanych w 1 cyklu procesu <sup>a)</sup>	szt.
Rodzaj badań: Kontrola głębokości warstwy nawęglonej			
1. Rodzaj urządzenia do badania grubości warstwy		2. Wymagana grubość warstwy mm	
3. % wyrobów, które należy poddać badaniom kontrolnym	0,5%	4. Ilość wyrobów 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

**Tabela 5. Użyteczny czas pracy pieców stosowanych w procesie obróbki cieplno-chemicznej\***

Operacja	Rodzaj pieca	Liczba cykli przy realizacji zamówienia	Użyteczny czas pracy pieca*	
			w 1 cyklu procesu	przy realizacji zamówienia

\* czas niezbędny do przeprowadzenia faktycznej obróbki technologicznej w piecu, obejmuje czas nagrzewania przed nawęglaniem, nawęglania oraz chłodzenia przeprowadzanego wraz z piecem.

**Miejsce na obliczenia – (nie podlegają ocenie)**