

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.05-01-23.06-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 dokumentację technologiczną (tabela 1 i 2) procesu wykonania korytek z wygiętymi półkami ze stali OH18N9 zgodnie z zamieszczonymi informacjami i zaleceniami działu technologicznego.

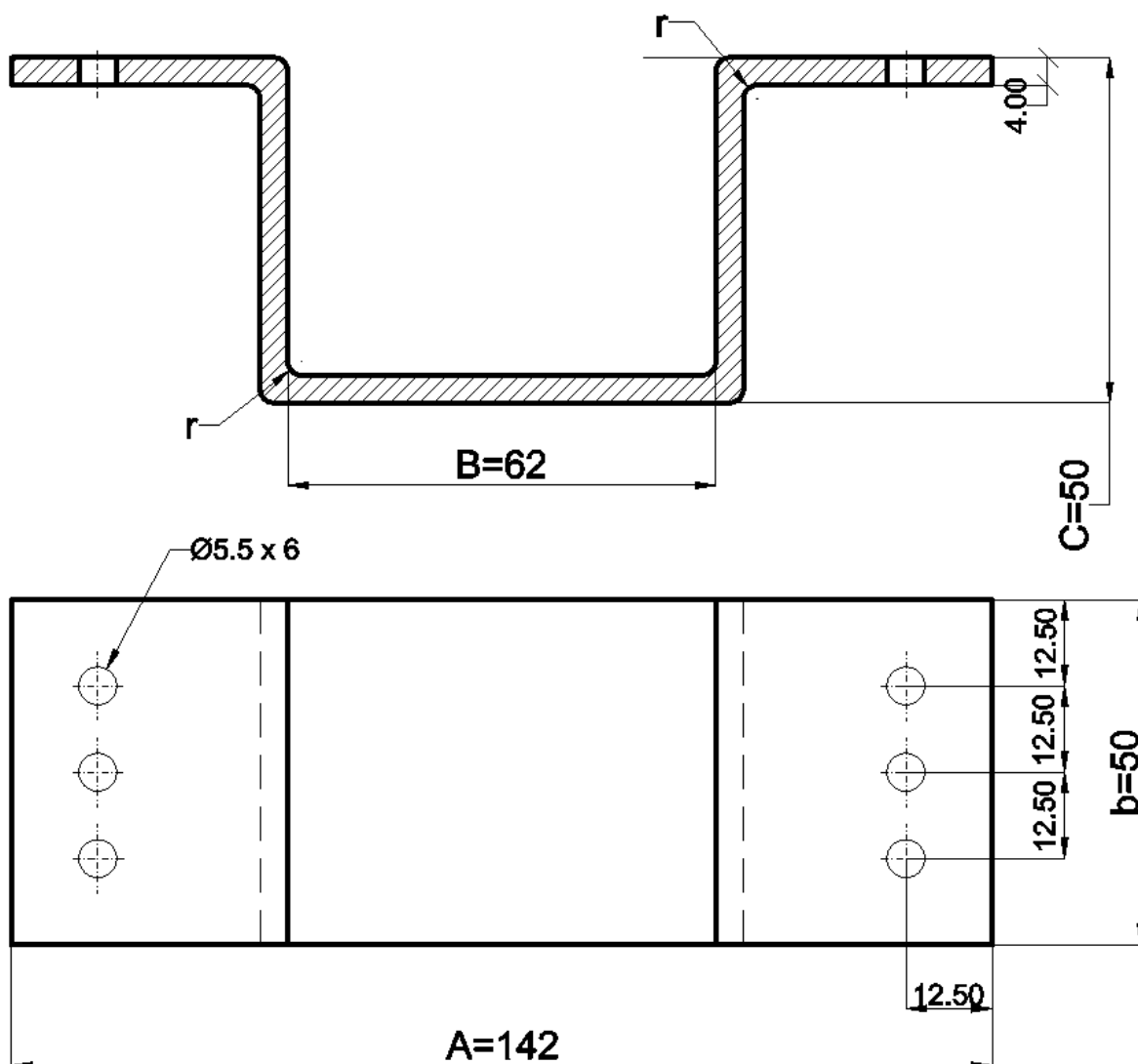
Określ zapotrzebowanie na ilość arkuszy blachy o wymiarach 1000 mm x 2000 mm x 4 mm niezbędnych do wykonania 10 000 sztuk korytek, jeżeli z jednego pasa blachy można wykonać 9 sztuk wyrobów. Wyniki zapisz w tabeli 3.

Zaplanuj operację wyżarzania rozpuszczającego wykonanych korytek, uzupełnij kartę technologiczną operacji obróbki cieplnej (tabela 4).

Operację wyżarzania należy przeprowadzić w piecu komorowym elektrycznym z atmosferą ochronną.

Zaplanuj metody kontroli własności mechanicznych wykonanych korytek, zapisz w tabeli 5 wymagane wartości wskazanych własności mechanicznych po przeprowadzonym procesie obróbki cieplnej oraz urządzenia do przeprowadzenia badań.

### Informacje niezbędne do opracowania dokumentacji technologicznej procesu produkcji korytek z wygiętymi półkami ze stali OH18N9



Rysunek 1. Główne wymiary korytka z wygiętymi półkami

Karta charakterystyki materiału: 1.4301/ OH18N9/X5CrNi18-10

<b>Materiał</b>	<b>1.4301/OH18N9/X5CrNi18-10 ( PN-EN 10088 )</b>				
<b>Skład chemiczny</b>	<b>C</b>	<b>Si</b>	<b>Mn</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>
	<b>&lt;0,07</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;2,0</b>	<b>17,5÷19,5</b>	<b>8÷10,5</b>
<b>Własności mechaniczne</b>	<b>R<sub>e</sub></b>	<b>R<sub>m</sub></b>	<b>A<sub>5</sub></b>	<b>HB</b>	<b>KV</b>
	<b>190÷205 MPa</b>	<b>690÷700 MPa</b>	<b>30÷45%</b>	<b>195÷215HB</b>	<b>min.60J</b>
<b>Obróbka</b>	<b>Plastyczna na zimno</b>	<b>Plastyczna na gorąco</b>		<b>Wyżarzanie rozpuszczające</b>	
	<b>Tak</b>	<b>Tak 1200÷900°C</b>		<b>Tak 1000÷1100°C Studzenie powietrzem</b>	

**Dopuszczalne promienie gięcia w mm\*  
(na podstawie normy DIN 250)**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	28	<b>32</b>	36	<b>40</b>	45	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-----------	-----------	-----------	------------

\*Preferowane promienie gięcia zostały przedstawione poprzez pogrubienie i podkreślenie

**Wyznaczenie dopuszczalnych i preferowanych promieni gięcia dla wyrobów wykonanych z blachy stalowej węglowej i stopowej**

<b>Rodzaj blachy</b>	<b>Promień gięcia</b>	
	<b>Obliczenie minimalnego promienia gięcia</b>	<b>Dobór wartości minimalnego promienia gięcia</b>
<b>Blachy węglowe</b>	Aby wyznaczyć minimalny promień gięcia należy przyjąć: - promień równy grubości blachy dla blach < 6mm (r = s) lub - promień równy 1,2 grubości blachy dla blach ≥ 6mm (r = 1,2 s)	Następnie na podstawie Tabeli <b>Dopuszczalne promienie gięcia</b> należy przyjąć najbliższą wartość promienia większą lub równą obliczonej.
<b>Blachy stopowe</b>	Aby wyznaczyć minimalny promień gięcia dla blach stopowych należy przyjąć promień równy 1,5 grubości blachy (r = 1,5 s)	Następnie na podstawie Tabeli <b>Dopuszczalne promienie gięcia</b> należy przyjąć najbliższą wartość promienia większą lub równą obliczonej.

**Wartości współczynnika K<sub>o</sub> położenia warstwy obojętnej przy gięciu pod kątem 90°**

<b><math>\frac{r}{s}</math></b>	0,1	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
<b>K<sub>o</sub></b>	0,32	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,5

### Wyznaczanie długości materiału wyjściowego

Kształt wyrobu giętego	Długość materiału wyjściowego, mm
<p>The diagram shows a bent metal part with three main sections. The top horizontal section has a total width of A and a length of l3. The middle vertical section has a height of C and a length of l2. The bottom horizontal section has a total width of B and a length of l1. The inner radius of the bends is r, and the thickness of the metal is s. The bends are marked with 90-degree angles.</p>	$l = l_1 + 2(l_2 + l_3) + 2\pi(r + K_0 \cdot s)$ <p> <math>l_1, l_2, l_3</math> – długość odcinków prostoliniowych, mm  <math>l_1 = B - 2r</math>  <math>l_2 = C - 2s - 2r</math>  <math>l_3 = \frac{A - B}{2} - s - r</math>  <math>r</math> – przyjęty promień gięcia, mm  <math>s</math> – grubość blachy, mm  <math>K_0</math> – współczynnik położenia warstwy obojętnej                 </p>

### Zestawienie wzorów do obliczenia sił gięcia i wykrawania

Parametr procesu	Wzór obliczeniowy	Uwagi
<b>Siła gięcia <math>F_g</math></b>	$F_g = 0,8 \cdot s \cdot b \cdot R_m$ <p> <math>s</math> – grubość blachy, mm  <math>b</math> – szerokość giętego materiału, mm  <math>R_m</math> – wytrzymałość na rozciąganie, MPa                 </p>	$R_m$ – należy przyjąć maksymalną wartość określoną w normie dla danego gatunku stali
<b>Siła wykrawania <math>F_t</math></b>	$F_t = k \cdot n \cdot \pi \cdot d \cdot s \cdot R_t$ <p> <math>k</math> – współczynnik uwzględniający warunki pracy, <math>k = 1,2 \div 1,3</math>  <math>n</math> – ilość wykrawanych otworów o średnicy <math>d</math>  <math>d</math> – średnica wycinanego otworu, mm  <math>s</math> – grubość blachy, mm  <math>R_t</math> – wytrzymałość materiału na ścinanie, MPa                 </p>	$k$ – należy przyjąć maksymalną wartość z zakresu zalecanych wartości $R_t$ – należy obliczyć wg wzoru $R_t = 0,56 R_m + 110$ MPa $R_m$ – należy przyjąć maksymalną wartość określoną w normie dla danego gatunku stali

**Orientacyjne czasy grzania stali stopowej wyrażone w min/mm grubości przedmiotu dla różnych zabiegów obróbki cieplnej**

Kształt przedmiotu	Hartowanie, wyżarzanie rozpuszczające			
	Piec komorowy		Kąpiel solna	
	Nagrzewanie	Wygrzewanie	Nagrzewanie	Wygrzewanie
Pręty okrągłe lub wielokątne	1,20	0,40	0,50	0,25
Blachy i przedmioty płaskie	1,80	0,60	0,75	0,40
Rury i przedmioty skrzynekowe	2,40	0,60	1,00	0,50

**Wykaz urządzeń dostępnych w zakładzie pracy**

Rodzaj urządzenia, oprzyrządowania/ Symbol modelu	Cechy charakterystyczne urządzeń/ oprzyrządowania	
Hydrauliczne nożyce gilotynowe/ HSB 3010	Maksymalna długość cięcia	Maksymalna grubość blachy
	3100 mm	10 mm
Nożyce gilotynowe ręczne/ HS 800	Maksymalna długość cięcia	Maksymalna grubość blachy
	800 mm	3 mm
Prasa hydrauliczna MSW - WP – 10 t	Nacisk nominalny prasy 100 kN	
Prasa hydrauliczna MSW - WP – 30 t	Nacisk nominalny prasy 300 kN	
Prasa hydrauliczna MX - 700	Nacisk nominalny prasy 700 kN	
Prasa mimośrodowa PMS/16	Nacisk nominalny prasy 160 kN	
Prasa mimośrodowa SMV/FP - 40	Nacisk nominalny prasy 400 kN	
Prasa mimośrodowa LEK 160 t	Nacisk nominalny prasy 1600 kN	
Wyginak V	Wymiary wg zapotrzebowania	
Wyginak U	Wymiary wg zapotrzebowania	
Zaginak L	Wymiary wg zapotrzebowania	
Zaginak podwójny jednozabiegowy LUL	Wymiary wg zapotrzebowania	
Wykrojnik nożowy	Średnice wg zapotrzebowania	
Wykrojnik bez prowadzenia	Średnice wg zapotrzebowania d = 20÷50 mm	
Dziurkownik	Liczba otworów wg zapotrzebowania: n = 2÷6 Wielkość otworów wg zapotrzebowania: d = 2÷10 mm	
Piec komorowy elektryczny z cyrkulacją powietrza VKNC 1000 / 65	Maksymalna temperatura pracy, °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys., mm
	650	900 x 900 x 1260
Piec komorowy elektryczny z atmosferą ochronną/ FCF-V300HC	Maksymalna temperatura pracy, °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys., mm
	1300	600 x 500 x 1000
Piec komorowy elektryczny z atmosferą ochronną/ ICO860 / 200	Maksymalna temperatura pracy, °C	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys., mm
	860	550 x 750 x 500
Studzienka do studzenia/ SP300	Środek chłodzący	Wymiary wewnętrzne szer. x gł. x wys., mm
	powietrze	800 x 800 x 800

### Sprzęt pomocniczy dostępny w zakładzie

Lp.	Rodzaj urządzenia/oprzysiężowania	Liczba
1.	Stelaż z półkami do pieca komorowego VKNC 1000/65	10 kpl.
2.	Stelaż z półkami do pieca komorowego ICO860/200	10 kpl.
3.	Stelaż z półkami do pieca komorowego FCF - V300HC	10 kpl.

### Wykaz urządzeń do badania własności mechanicznych

Lp.	Rodzaj urządzenia
1.	Aparat Erichsena
2.	Maszyna wytrzymałościowa
3.	Mikroskop metalograficzny EPITYP II
4.	Młot Charpy'ego
5.	Twardościomierz Brinnella
6.	Twardościomierz Rockwella
7.	Twardościomierz Vickersa

### Zalecenia działu technologicznego.

1. Do procesu produkcji korytek należy zastosować pasy blachy o długości  $L = 2000$  mm oraz szerokości określonej na podstawie wymiarów wykonywanych wyrobów.
2. Urządzenia należy dobierać w sposób zapewniający największą efektywność procesu.
3. Otwory wykonywane są w jednej operacji.
4. Operacje wyginania i zaginania należy wykonać w jednym zabiegu, stosując odpowiednie oprysiężowanie.
5. Warunki prowadzenia wyżarzania rozpuszczającego:
  - w trakcie jednego cyklu do każdego z pieców komorowych dostępnych w zakładzie można załadować 150 sztuk wyrobów giętych o maksymalnych wymiarach  $150 \times 50 \times 50$  mm;
  - nagrzewanie i wygrzewanie do wyżarzania należy prowadzić w atmosferze ochronnej argonu;
  - wygrzewanie należy prowadzić w maksymalnej temperaturze dla danego gatunku stali, odczytanej z *Karty charakterystyki materiału* dla danego gatunku stali;
  - wyroby należy umieścić na półkach wsadowych z zachowaniem niewielkich odstępów pomiędzy poszczególnymi elementami;
  - czas nagrzewania i wygrzewania obliczony na podstawie czasów jednostkowych zawartych w tabeli *Orientacyjne czasy grzania stali stopowej wyrażone w min/mm grubości przedmiotu dla różnych zabiegów obróbki cieplnej* należy zwiększyć z tytułu sposobu ułożenia wsadu w piecu, stosując współczynnik zwiększający  $k = 4$ .

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

### Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- parametry procesu technologicznego produkcji korytek z wygiętymi półkami – tabela 1,
- karta technologiczna procesu produkcji korytek z wygiętymi półkami – tabela 2,
- zapotrzebowanie na materiał wyjściowy do realizacji zamówienia – tabela 3,
- karta technologiczna obróbki cieplnej – tabela 4,
- wykaz sprzętu i warunków do przeprowadzenia badań kontrolnych własności mechanicznych po przeprowadzonym procesie obróbki cieplnej – tabela 5.

**Tabela 1. Parametry procesu technologicznego produkcji korytek z wygiętymi półkami**

Lp.	Parametr procesu		Wartość z jednostką
	Nazwa	Symbol	
1	Grubość blachy	s	
2	Szerokość pasów blachy	b	
3	Promień gięcia	r	
4	Długość odcinków prostoliniowych w wyrobie giętym	$l_1$	
		$l_2$	
		$l_3$	
5	Długość materiału wyjściowego do produkcji 1 korytka*	l	
6	Średnica wycinanych otworów	d	
7	Siła gięcia	$F_g$	
8	Siła wykrawania	$F_t$	

\* - obliczoną wartość należy zaokrąglić do pełnych mm

**Tabela 2. Karta technologiczna procesu produkcji korytek z wygiętymi półkami**

Gatunek materiału				
Wymiary arkusza blachy, mm		Szerokość	Długość	Grubość
Wymiary pasów blachy, mm		Szerokość	Długość	Grubość
Wymiary materiału wyjściowego, mm		Szerokość	Długość	Grubość
Lp.	Nazwa operacji	Rodzaj urządzenia/ Symbol modelu	Rodzaj oprzyrządowania	
1	Cięcie arkusza blachy na pasy			
2	Cięcie pasów blachy na prostokąty			
3	Wycinanie otworów			
4	Gięcie korytka z wygiętymi półkami			

**Tabela 3. Zapotrzebowanie na materiał wyjściowy do realizacji zamówienia**

Lp.	Wielkości obliczane	Wyniki obliczeń
1.	Wymiary arkusza blachy, mm szerokość x długość x grubość	
2.	Wymiary pasów blachy, mm szerokość x długość x grubość	
3.	Liczba wyrobów z 1 pasa blachy, szt.	9
4.	Wielkość zamówienia, szt.	
5.	Liczba pasów blachy niezbędna do realizacji zamówienia, szt.	
7.	Liczba arkuszy blachy niezbędna do realizacji zamówienia, szt.	

**Tabela 4. Karta technologiczna obróbki cieplnej**

Nazwa operacji		Nr operacji	10		
Nazwa elementu		Gatunek materiału			
<b>Opis operacji</b>					
Nr zabiegu	Nazwa zabiegu	Urządzenie/ oprzyrządowanie	Parametry obróbki cieplnej		
			Temp. °C	Czas* min	Ośrodek
1.	Przygotowanie do załadunku		-	-	-
2.	Załadunek do pieca		-	-	-
3.	Nagrzewanie				
4.	Wygrzewanie				
5.	Wyładunek		-	-	-
6.	Chłodzenie		-	-	
* - obliczony czas nagrzewania i wygrzewania należy zaokrąglić do liczby całkowitej w górę					

**Tabela 5. Wykaz sprzętu i warunków do przeprowadzenia badań kontrolnych własności mechanicznych po przeprowadzonym procesie obróbki cieplnej**

<b>Rodzaj badań: Kontrola twardości warstwy powierzchniowej</b>			
1. Symbol twardości		2. Wymagany zakres wartości	
3. Rodzaj urządzenia		4. Rodzaj wgłębnika	
5. % wyrobów, które należy poddać badaniom kontrolnym	6%	6. Liczba wyrobów badanych w 1 cyklu procesu* szt.	
<b>Rodzaj badań: Kontrola udarności</b>			
1. Wymagany zakres wartości		2. Rodzaj urządzenia	
3. % wyrobów, które należy poddać badaniom kontrolnym	1%	4. Liczba wyrobów badanych w 1 cyklu procesu* szt.	
* - obliczoną wartość należy zaokrąglić do liczby całkowitej w górę			