

# Spis treści

<b>Przedmowa do wydania czwartego</b>	<b>15</b>
Przedmowa do wydania pierwszego	15
<hr/>	
<b>1. Wiadomości ogólne</b>	<b>17</b>
<hr/>	
1.1. Proces produkcyjny i technologiczny oraz jego podział	17
1.2. Rodzaje obróbki	21
1.3. Kierunki działania technologa w zakresie wytwarzania części maszyn	24
1.4. Dane wejściowe do projektowania procesu technologicznego	25
1.4.1. Dokumentacja konstrukcyjna	25
1.4.2. Program produkcyjny	29
1.4.3. Środki produkcji	41
<hr/>	
<b>2. Dokumentacja technologiczna</b>	<b>43</b>
<hr/>	
2.1. Karta technologiczna	43
2.2. Instrukcja obróbki	47
2.3. Instrukcja uzbrojenia obrabiarki	54
2.4. Instrukcja obróbki cieplnej	55
2.5. Instrukcja kontroli jakości	58
2.6. Karta kalkulacyjna	58
2.7. Spis pomocy warsztatowych	58
2.8. Strona tytułowa	66
2.9. Kolejność opracowania dokumentacji technologicznej	66
<hr/>	
<b>3. Rodzaje półfabrykatów i ich dobór</b>	<b>67</b>
<hr/>	
3.1. Rodzaje półfabrykatów	67
3.1.1. Półfabrykaty z materiałów hutniczych	69

3.1.2.	Półfabrykaty spajane	85
3.1.3.	Odkuwki	88
3.1.4.	Odlewy	114
3.1.5.	Półfabrykaty z tworzyw sztucznych	119
3.1.6.	Wykroje	119
3.1.7.	Półfabrykaty otrzymane metodą obróbki plastycznej na zimno	121
3.1.8.	Półfabrykaty otrzymane przez spiekanie proszków metali	123
3.2.	Czynniki wpływające na dobór półfabrykatu	124

---

## 4. Przygotowanie półfabrykatów do obróbki 127

---

4.1.	Przecinanie prętów walcowanych, ciągnionych, kształtowników oraz blach	127
4.1.1.	Konwencjonalne sposoby przecinania materiałów	127
4.1.1.1.	Przecinanie na tokarko-przecinarce	128
4.1.1.2.	Przecinanie na przecinarkach zębnych	128
4.1.1.3.	Przecinanie ściernicowe	131
4.1.1.4.	Przecinanie bezodpadowe	137
4.1.1.5.	Przecinanie (wycinanie) metodami termicznymi	140
4.1.2.	Niekonwencjonalne metody przecinania materiałów	144
4.1.2.1.	Przecinanie strumieniem wody	144
4.1.2.2.	Przecinanie struną	146
4.1.2.3.	Przecinanie anodowo-mechaniczne	148
4.1.2.4.	Drażnienie, wycinanie i frezowanie elektroerozyjne	149
4.2.	Prostowanie	151
4.3.	Nakiełkowanie	153
4.4.	Przygotowanie półfabrykatów walcowanych w postaci kształtowników, rur i blach	158
4.5.	Przygotowanie odlewów i odkuwek	161

---

## 5. Technologiczne przygotowanie produkcji 163

---

5.1.	Technologiczność konstrukcji	163
5.1.1.	Normalizacja i unifikacja części i zespołów	164
5.1.2.	Racjonalny dobór materiałów	164
5.1.3.	Racjonalne kształtowanie półfabrykatów	164
5.1.3.1.	Technologiczność konstrukcji odlewów	165
5.1.3.2.	Technologiczność konstrukcji odkuwek	166
5.1.3.3.	Technologiczność konstrukcji spawanych	167
5.1.4.	Racjonalne kształtowanie części ze względu na obróbkę wiórową	168
5.2.	Podział metod projektowania	168
5.2.1.	Projektowanie konwencjonalne (ręczne)	168
5.2.2.	Projektowanie wspomagane komputerowo	177
5.2.3.	Projektowanie warsztatowe	178
5.3.	Projektowanie procesu technologicznego	180

5.3.1.	Struktura procesu technologicznego	181
5.4.	Projektowanie operacji obróbki skrawaniem w procesie technologicznym	182
5.4.1.	Struktura operacji	182
5.4.2.	Przedmiot obrabiany	184
5.4.2.1.	Bazowanie przedmiotu do wykonania określonej operacji	184
5.4.2.2.	Zasady wyboru baz	186
5.4.3.	Dobór obrabiarki	188
5.4.4.	Dobór narzędzi	189
5.5.	Projektowanie operacji obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej w procesie technologicznym	191
5.5.1.	Wyżarzanie	192
5.5.1.1.	Wyżarzanie odprężające	192
5.5.1.2.	Wyżarzanie zmiękczające	192
5.5.1.3.	Wyżarzanie stabilizujące (stabilizowanie)	192
5.5.2.	Ulepszanie cieplne	193
5.5.3.	Hartowanie i odpuszczanie	193
5.5.3.1.	Hartowanie na wskroś	194
5.5.3.2.	Hartowanie powierzchniowe	194
5.5.4.	Nawęglanie, hartowanie i odpuszczanie	197
5.5.5.	Węgloazotowanie, hartowanie i odpuszczanie	198
5.5.6.	Azotowanie	199
5.5.7.	Azotonasiarczanie	200
5.6.	Projektowanie operacji kontroli jakości w procesie technologicznym	200
5.6.1.	Maszyny pomiarowe i przyrządy uniwersalne	201
5.6.2.	Przyrządy specjalne	202
5.6.3.	Kontrola czynna	205
5.7.	Pomoce warsztatowe	205
5.8.	Wyznaczanie warunków i parametrów obróbki	206
5.9.	Norma czasu pracy	207

---

## 6. Rodzaje naddatków i czynniki wpływające na ich wielkość 213

---

6.1.	Wielkości podstawowe w odniesieniu do naddatków	213
6.2.	Obliczenie liczby niezbędnych operacji obróbkowych	218
6.3.	Normatywy naddatków na obróbkę skrawaniem	218

---

## 7. Podział części maszyn dla racjonalnego przeprowadzenia ich obróbki 231

---

7.1.	Klasyfikacja części	231
7.2.	Typizacja procesów technologicznych	237
7.3.	Obróbka grupowa części maszyn	238

<b>8.</b>	<b>Projektowanie procesu technologicznego części klasy wał</b>	<b>245</b>
8.1.	Wymagania obróbkowe dla części klasy wał	245
8.2.	Technologiczność konstrukcji części klasy wał	246
8.3.	Półfabrykaty na części klasy wał	249
8.4.	Podział części klasy wał	249
8.5.	Ramowe procesy technologiczne wałów stopniowanych	250
8.5.1.	Ramowy proces technologiczny wału stopniowanego bez obróbki cieplnej	250
8.5.1.1.	Operacje kształtowania zewnętrznych powierzchni walcowych	251
8.5.1.2.	Toczenie powierzchni stożkowych i kształtowych	297
8.5.1.3.	Frezowanie rowków wpustowych	299
8.5.1.4.	Wykonanie wielowypustów	300
8.5.1.5.	Wykonanie gwintów na zewnętrznych powierzchniach walcowych	309
8.5.1.6.	Wykonanie otworów poprzecznych	326
8.5.1.7.	Wykonanie otworu osiowego	326
8.5.1.8.	Podsumowanie	327
8.5.2.	Ramowe procesy technologiczne wału stopniowanego nawęglanego i hartowanego na niektórych powierzchniach	327
8.5.2.1.	Ramowy proces technologiczny wału stopniowanego nawęglanego i hartowanego na niektórych powierzchniach (usunięcie warstwy nawęglonej)	327
8.5.2.2.	Ramowy proces technologiczny wału stopniowanego nawęglanego i hartowanego na niektórych powierzchniach (powlekanie pastami ochronnymi)	329
8.5.3.	Ramowy proces technologiczny wału stopniowanego hartowanego na całej długości lub na niektórych powierzchniach	331
8.5.4.	Ramowy proces technologiczny wału stopniowanego, bardzo dokładnego z obróbką cieplną wyżarzaniem odprężającym i stabilizowaniem	332
8.5.5.	Ramowy proces technologiczny wału stopniowanego z otworem osiowym	332
8.5.5.1.	Wykonanie otworu osiowego	333
8.5.5.2.	Wykonanie baz obróbkowych do wykonania obróbki kształtującej i wykańczającej	338
8.5.6.	Ramowy proces technologiczny wału niesztynnego	339
8.5.6.1.	Wykonanie zabielenia pod podtrzymkę	339
8.5.6.2.	Toczenie zgrubne	340
8.6.	Możliwości obróbki części klasy wał	341
8.6.1.	Tokarki kłowo-uchwytowe	341
8.6.2.	Tokarki wielonarzędziowe	342
8.6.3.	Tokarki kopiarki	343
8.6.4.	Automaty tokarskie wzdłużne	345
8.6.5.	Autonomiczne stacje tokarskie	348
8.6.6.	Szlifierki	350
8.7.	Przykłady procesów technologicznych dla części klasy wał	351
8.7.1.	Proces technologiczny wału stopniowanego bez obróbki cieplnej dla produkcji małoseryjnej	351
8.7.2.	Proces technologiczny wału stopniowanego z niektórymi powierzchniami nawęglanymi i hartowanymi	352

---

<b>9.</b>	<b>Projektowanie procesu technologicznego części klasy tuleja i tarcza</b>	<b>369</b>
<hr/>		
9.1.	Wymagania obróbkowe dla części klasy tuleja i tarcza	369
9.2.	Technologiczność konstrukcji części klasy tuleja i tarcza	371
9.3.	Półfabrykaty na części klasy tuleja i tarcza	374
9.4.	Podział części klasy tuleja i tarcza	375
9.5.	Ramowe procesy technologiczne tulei i tarcz	376
9.5.1.	Ramowy proces technologiczny tulei i tarczy z bazowaniem na otworze	377
9.5.2.	Ramowy proces technologiczny tulei i tarczy z obróbką cieplną hartowaniem	378
9.5.3.	Ramowe procesy technologiczne części klasy tuleja i tarcza o dużych wymiarach	378
9.5.3.1.	Ramowy proces technologiczny części klasy tuleja i tarcza dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej	379
9.5.3.2.	Ramowy proces technologiczny części klasy tuleja i tarcza dla produkcji seryjnej	379
9.6.	Możliwości kształtowania powierzchni występujących w częściach klasy tuleja i tarcza	379
9.6.1.	Technologia otworów	379
9.6.1.1.	Obróbka zgrubna otworów	380
9.6.1.2.	Obróbka kształtująca i wykończeniowa otworów	386
9.6.1.3.	Obróbka bardzo dokładna otworów	396
9.6.2.	Technologia rowków wpustowych i wielowypustów w otworze	406
9.6.3.	Technologia gwintów wewnętrznych	408
9.6.3.1.	Obróbka gwintów skrawaniem	408
9.6.3.2.	Obróbka plastyczna gwintów	415
9.7.	Możliwości obróbki części klasy tuleja i tarcza	419
9.7.1.	Centra tokarsko-szlifierskie	419
9.7.2.	Półautomaty tokarskie	420
9.7.3.	Automaty tokarskie rewolwerowe	421
9.7.4.	Tokarki karuzelowe	425
9.8.	Przykłady procesów technologicznych dla części klasy tuleja i tarcza	431
9.8.1.	Proces technologiczny tulei dla produkcji małoseryjnej	431
9.8.2.	Proces technologiczny tulei dla produkcji seryjnej	438
9.8.3.	Proces technologiczny tarczy dla produkcji wielkoseryjnej	438
<hr/>		
<b>10.</b>	<b>Projektowanie procesu technologicznego części klasy dźwignia</b>	<b>451</b>
<hr/>		
10.1.	Wymagania obróbkowe dla części klasy dźwignia	451
10.2.	Technologiczność konstrukcji części klasy dźwignia	452
10.3.	Półfabrykaty dla części klasy dźwignia	453
10.4.	Podział części klasy dźwignia	454

10.5.	Ramowe procesy technologiczne części klasy dźwignia	455
10.5.1.	Ramowy proces technologiczny dźwigni jednostronnej (rys. 10.5)	455
10.5.2.	Ramowy proces technologiczny dźwigni dwustronnej – wersja I (rys. 10.6)	455
10.5.3.	Ramowy proces technologiczny dźwigni dwustronnej – wersja II (rys. 10.2)	455
10.6.	Możliwości kształtowania powierzchni występujących w częściach klasy dźwignia	456
10.6.1.	Obróbka powierzchni czołowych	456
10.6.2.	Obróbka otworów	457
10.6.3.	Wykonanie operacji drugorzędnych	462
10.7.	Możliwości obróbki części klasy dźwignia	462
10.8.	Przykłady obróbki części klasy dźwignia	467
10.8.1.	Proces technologiczny dźwigni na obrabiarki konwencjonalne dla produkcji seryjnej	467
10.8.2.	Proces technologiczny dźwigni na obrabiarki sterowane numerycznie dla produkcji wielkoseryjnej	474

---

## 11. Projektowanie procesu technologicznego części klasy korpus 481

---

11.1.	Wymagania obróbkowe dla części klasy korpus	481
11.2.	Technologiczność konstrukcji części klasy korpus	482
11.3.	Półfabrykaty dla części klasy korpus	485
11.4.	Podział części klasy korpus	485
11.5.	Ramowe procesy technologiczne części klasy korpus	487
11.5.1.	Ramowy proces technologiczny korpusu jednolitego (rys. 11.10)	488
11.5.2.	Ramowy proces technologiczny korpusu jednolitego z operacją odprężania podczas procesu (rys. 11.12)	490
11.5.3.	Ramowy proces technologiczny korpusu dzielonego (rys. 11.11)	490
11.6.	Możliwości kształtowania powierzchni występujących w częściach klasy korpus	491
11.6.1.	Obróbka powierzchni płaskich	492
11.6.1.1.	Struganie	492
11.6.1.2.	Frezowanie	493
11.6.1.3.	Szlifowanie	496
11.6.1.4.	Przeciąganie	502
11.6.1.5.	Skrobanie	506
11.6.2.	Obróbka otworów	508
11.6.2.1.	Wytaczanie otworów na wiertarko-frezarkach	508
11.6.2.2.	Wytaczanie otworów na centrach obróbkowych	514
11.6.2.3.	Wytaczanie otworów w liniach obróbkowych oraz na obrabiarkach zespołowych	514
11.6.3.	Inne zabiegi wykonywane w częściach klasy korpus	514
11.7.	Możliwości obróbkowe części klasy korpus	516

11.7.1.	Obróbka części klasy korpus na obrabiarkach uniwersalnych	517
11.7.2.	Obróbka części klasy korpus na centrach obróbkowych	519
11.7.3.	Obróbka części klasy korpus w liniach obróbkowych	522
11.7.4.	Obróbka części klasy korpus w elastycznych systemach obróbkowych	523
11.8.	Przykłady obróbki części klasy korpus	527
11.8.1.	Proces technologiczny korpusu (rys. 11.68) dla produkcji jednostkowej	534
11.8.2.	Proces technologiczny korpusu (rys. 11.72) dla produkcji seryjnej	534

---

## 12. Projektowanie procesu technologicznego dla części płaskich 545

---

12.1.	Wymagania obróbkowe dla części płaskich	545
12.2.	Technologiczność konstrukcji dla części płaskich	546
12.3.	Półfabrykaty dla części płaskich	548
12.4.	Podział części płaskich	548
12.5.	Ramowe procesy technologiczne	549
12.5.1.	Ramowe procesy technologiczne dla części płaskich bez obróbki cieplnej	549
12.5.1.1.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich bez obróbki cieplnej – wersja I	550
12.5.1.2.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich bez obróbki cieplnej – wersja II	550
12.5.2.	Ramowe procesy technologiczne dla części płaskich z obróbką cieplną i cieplno-chemiczną	552
12.5.2.1.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich z obróbką cieplną hartowaniem i odpuszczaniem	552
12.5.2.2.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich z obróbką cieplno-chemiczną nawęglaniem i hartowaniem	552
12.5.2.3.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich z obróbką cieplno-chemiczną węgloazotowaniem i hartowaniem	552
12.5.2.4.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich z obróbką cieplno-chemiczną azotowaniem	553
12.5.2.5.	Ramowy proces technologiczny dla części płaskich z obróbką cieplno-chemiczną azotonasiarczaniem	553
12.6.	Obróbka powierzchni płaskich	553
12.6.1.	Szlifowanie taśmami ściernymi	554
12.6.1.1.	Dobór warunków obróbki przy szlifowaniu taśmami ściernymi	555
12.6.1.2.	Rola płynu obróbkowego w procesie szlifowania taśmami ściernymi	558
12.6.2.	Docieranie	558
12.6.2.1.	Docieranie ręczne	559
12.6.2.2.	Docieranie maszynowe	559
12.6.3.	Szlifowanie według kinematyki docierania	567
12.7.	Możliwości obróbki części płaskich	570
12.8.	Przykład obróbki części płaskiej	570

<b>13.</b>	<b>Projektowanie procesu technologicznego części klasy koło zębate</b>	<b>583</b>
13.1.	Wymagania obróbkowe dla części klasy koło zębate walcowe	583
13.2.	Technologiczność konstrukcji części klasy koło zębate walcowe	584
13.3.	Półfabrykaty dla części klasy koło zębate walcowe	587
13.4.	Podział części klasy koło zębate	587
13.5.	Dokładność wykonania kół zębatach	588
13.6.	Ramowe procesy technologiczne części klasy koło zębate walcowe	592
13.6.1.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego bez obróbki cieplnej (produkcja małoseryjna)	593
13.6.2.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego bez obróbki cieplnej (produkcja seryjna)	593
13.6.3.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego bez obróbki cieplnej (produkcja wielkoseryjna)	593
13.6.4.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego z obróbką cieplną hartowaniem (produkcja seryjna)	594
13.6.5.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego z obróbką cieplno-chemiczną nawęglaniem i hartowaniem – wersja I (produkcja seryjna)	595
13.6.6.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego z obróbką cieplno-chemiczną nawęglaniem i hartowaniem – wersja II (produkcja seryjna)	596
13.6.7.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego z obróbką cieplno-chemiczną nawęglaniem i hartowaniem – wersja III (produkcja seryjna)	596
13.6.8.	Ramowy proces technologiczny koła zębatego walcowego w stanie twardej	600
13.7.	Kształtowanie zębów kół zębatach walcowych	601
13.7.1.	Obróbka zgrubna i kształtująca zębów kół zębatach walcowych metodą kształtową	601
13.7.1.1.	Frezowanie kształtowe	603
13.7.1.2.	Przeciąganie	606
13.7.1.3.	Dłutowanie	610
13.7.2.	Obróbka zgrubna i kształtująca zębów kół zębatach walcowych metodą kopiową	610
13.7.3.	Obróbka zgrubna i kształtująca zębów kół zębatach walcowych metodą obwiedniową	611
13.7.3.1.	Metoda Maaga	611
13.7.3.2.	Metoda Sunderlanda	613
13.7.3.3.	Metoda Fellowsa	613
13.7.3.4.	Metoda frezowania obwiedniowego	617
13.7.4.	Metody bezwiórowe kształtowania zębów kół zębatach walcowych	621



13.7.4.1.	Walcowanie zębów kół zębatych	622
13.7.5.	Obróbka wykończeniowa zębów kół zębatych walcowych	624
13.7.5.1.	Obróbka wykończeniowa zębów kół zębatych w stanie miękkim	625
13.7.5.2.	Obróbka wykończeniowa zębów kół zębatych w stanie twardym	631
13.8.	Kształtowanie zębów zębatek	642
13.8.1.	Kształtowanie zębów zębatek metodą kształtową	643
13.8.2.	Metoda zastępcza kształtowania zębów zębatek	643
13.8.3.	Kształtowanie zębów zębatek metodą obwiedniową	644
13.9.	Kształtowanie zębów kół zębatych stożkowych	644
13.9.1.	Kształtowanie zębów kół zębatych stożkowych o zębach prostych i skośnych	645
13.9.1.1.	Obróbka metodą kształtową	645
13.9.1.2.	Obróbka metodą kopiową	646
13.9.1.3.	Obróbka metodą obwiedniową	646
13.9.1.4.	Obróbka metodą bezwiórową	647
13.9.2.	Kształtowanie zębów kół zębatych stożkowych o zębach łukowych	647
13.9.2.1.	System Gleasona	647
13.9.2.2.	System Klingenberga	648
13.9.2.3.	System Oerlikona	649
13.9.3.	Obróbka wykończeniowa zębów kół zębatych stożkowych o zębach łukowych	650
13.10.	Obróbka przekładni ślimakowych	650
13.10.1.	Obróbka ślimaków	652
13.10.1.1.	Metody kształtowe nacinania zwojów ślimaka	652
13.10.1.2.	Metody obwiedniowe nacinania zwojów ślimaka	654
13.10.2.	Obróbka ślimacznic	655
13.10.2.1.	Obróbka ślimacznic metodą promieniową	655
13.10.2.2.	Obróbka ślimacznic metodą styczną	656
13.11.	Usuwanie zadziorów, załamywanie oraz zaokrąglanie krawędzi zębów	657
13.12.	Przykład obróbki koła zębatego walcowego	659

---

## 14. Operacje występujące w procesach technologicznych części różnych klas 665

---

14.1.	Trasowanie	665
14.2.	Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna	667
14.3.	Usuwanie zadziorów i załamywanie ostrych krawędzi	667
14.3.1.	Obróbka ręczna na szlifierkach tarczowych	668
14.3.2.	Obróbka ręczna na szlifierkach taśmowych	668
14.3.3.	Obróbka ręczna za pomocą pilnika	669
14.3.4.	Obróbka przy użyciu frezów, szczotek i ściernic	669
14.3.5.	Obróbka przetłoczno-ścierna	672
14.3.6.	Obróbka w pojemnikach za pomocą luźnych kształtek ściernych	673
14.3.7.	Frezowanie igłowe	677
14.3.8.	Obróbka elektrochemiczna	678

