

Spis treści

Przedmowa	13
I. CHARAKTERYSTYKA POLSKIEGO PRZEMYSŁU TŁOKOWYCH SILNIKÓW WYSOKOPRĘŻNYCH	15
1. Wiadomości wstępne	15
2. Rodzaje i dane techniczne silników wysokoprężnych	17
3. Dziedzictwo konstrukcyjne silników	26
4. Technologiczność konstrukcji silników	27
4.1. Metoda przekształcania	28
4.2. Metoda szeregów zunifikowanych	28
4.3. Metoda szeregów wymiarowo podobnych	31
4.4. Metoda rezerw i stopniowego rozwoju	32
II. PRZEGLĄD SILNIKÓW WYSOKOPRĘŻNYCH PRODUKOWANYCH W POLSCE	34
1. Wiadomości wstępne	34
2. Przykłady silników wysokoprężnych	36
3. Zespoły i podzespoły silnika wysokoprężnego	51
III. DEFINICJE I DOKUMENTACJA TECHNOLOGICZNA	60
1. Definicje	60
2. Części składowe tworzące dokumentację technologiczną	62
2.1. Karta technologiczna	63
2.2. Instrukcja technologiczna	63
2.3. Inne dokumenty podstawowe	67
2.4. Rysunki półfabrykatów	67
2.5. Pomoce warsztatowe specjalne	67
2.6. Dokumenty pomocnicze	69
2.7. Dokumenty organizacyjne	69
IV. ZASADY USTALANIA I ZAMOCOWANIA PRZEDMIOTU OBRABIANEGO (BAZOWANIE)	70
1. Sposoby ustalania położenia przedmiotu obrabianego	70
2. Klasyfikacja baz	74
3. Błędy ustalania (bazowania)	79

4. Obliczanie wymiarów nastawczych	82
4.1. Definicja wymiaru nastawczego	83
4.2. Analiza tolerancji wymiaru nastawczego	85
4.3. Przykład liczbowy	88
V. ZASADY PROJEKTOWANIA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO	90
1. Zalecenia ogólne	90
2. Kolejność operacji i stopnie obróbki	91
3. Projektowanie operacji obróbki mechanicznej	92
4. Projektowanie operacji obróbki cieplnej	93
5. Projektowanie operacji kontroli jakości	96
6. Typizacja procesów technologicznych	97
7. Metoda obróbki grupowej	99
8. Dobór obrabiarek	99
VI. METODY WYTWARZANIA PÓLFABRYKATÓW	101
1. Zalecenia ogólne	101
2. Półfabrykaty odlewane	102
3. Półfabrykaty kształtowane plastycznie	106
4. Półfabrykaty z tworzyw sztucznych	109
5. Półfabrykaty spawane	109
5.1. Półfabrykaty zgrzewane	111
5.2. Półfabrykaty lutowane	111
5.3. Cięcie termiczne metali	112
6. Zabiegi obróbki cieplnej	112
VII. WARUNKI TECHNICZNE ODBIORU PÓLFABRYKATÓW	117
1. Wiadomości wstępne	117
2. Ogólne warunki techniczne odbioru odlewów	118
2.1. Odlewy z żeliwa szarego	118
2.1.1. Wymagania ogólne	118
2.1.2. Zasady postępowania podczas sprawdzania wg próbki	120
2.1.3. Badania techniczne	121
2.2. Odlewy ze stopów aluminium	124
2.2.1. Kontrola jakości materiału	124
2.2.2. Kontrola wyglądu zewnętrznego	125
2.2.3. Wymiary geometryczne	126
2.2.4. Wymagania specjalne	126
3. Ogólne warunki techniczne odbioru odkuwek	127
3.1. Odkuwki stalowe matrycowe	127
3.1.1. Wymagania ogólne	127
3.1.2. Badania techniczne	133
4. Uwagi	136
VIII. PÓLFABRYKATY ODLEWANE GŁÓWNYCH CZĘŚCI SILNIKÓW WYSOKOPRĘŻNYCH	137
1. Półfabrykaty kadłubów	137
1.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	137
1.2. Warunki technologiczne wykonania odlewów kadłubów	140
1.2.1. Materiały	140

1.2.2. Obróbka cieplna	140
1.2.3. Własności mechaniczne	141
1.2.4. Mikrostruktura	141
1.2.5. Wady odlewnicze	141
1.2.6. Szczelność	141
1.2.7. Sprawdzenie wymiarów i przestawień ścianek	142
1.2.8. Stan dostawy kadłubów	142
2. Półfabrykaty głowic	142
2.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	142
2.2. Warunki technologiczne wykonania odlewów głowic	143
2.2.1. Materiały	143
2.2.2. Obróbka cieplna	143
2.2.3. Własności mechaniczne	144
2.2.4. Wymiary geometryczne i wygląd zewnętrzny	145
2.2.5. Stan dostawy	145
3. Półfabrykaty tłoków	145
3.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	145
3.2. Warunki technologiczne wykonania odlewów tłoków	150
3.2.1. Materiały	150
3.2.2. Obróbka cieplna	150
3.2.3. Własności mechaniczne	151
3.2.4. Wymiary geometryczne i wygląd zewnętrzny	151
4. Półfabrykaty pierścieni tłokowych	152
4.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	152
4.2. Warunki technologiczne wykonania odlewów pierścieni	155
4.2.1. Materiały	155
4.2.2. Mikrostruktura	156
4.2.3. Wymiary geometryczne i twardość odlewów (tulei)	156
4.2.4. Własności mechaniczne	156
4.2.5. Protokół odbioru	156
5. Półfabrykaty tulei cylindrowych	157
5.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	157
5.2. Warunki technologiczne wykonania tulei cylindrowych	159
5.2.1. Skład chemiczny materiału	159
5.2.2. Mikrostruktura	160
5.2.3. Wymiary geometryczne i twardość tulei	161
5.2.4. Wygląd zewnętrzny i protokół odbioru	161
6. Półfabrykaty korpusów pomp	161
6.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	161
6.2. Warunki technologiczne wykonania odlewów korpusów pomp	165
6.2.1. Skład chemiczny materiału	165
6.2.2. Obróbka cieplna	165
6.2.3. Własności mechaniczne	166
6.2.4. Wady odlewnicze	167
6.2.5. Kontrola wymiarów	167
6.2.6. Stan dostawy	167
7. Półfabrykaty innych części silnika spalinowego	168
7.1. Uwagi ogólne	168
7.2. Warunki technologiczne wykonania odlewów	168

IX. PÓLFABRYKATY KUTE GŁÓWNYCH CZĘŚCI SILNIKÓW WYSOKOPRĘŻNYCH	171
1. Półfabrykaty wałów korbowych	171
1.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	171
1.2. Warunki technologiczne wykonania odkuwek	175
1.2.1. Materiały	175
1.2.2. Ulepszanie cieplne	176
1.2.3. Własności mechaniczne	176
1.2.4. Mikrostruktura	177
1.2.5. Stan dostawy odkuwek	177
1.3. Warunki technologiczne wykonania odkuwek składanych wałów korbowych silników okrętowych	177
1.3.1. Materiały	177
1.3.2. Obróbka cieplna	178
1.3.3. Własności mechaniczne	178
1.3.4. Badania nie niszczące wad wewnętrznych	178
1.3.5. Odbiór i znakowanie	179
2. Półfabrykaty korbowodów	179
2.1. Charakterystyka i sposoby wykonania	179
2.2. Warunki technologiczne wykonania odkuwek	181
2.2.1. Materiały	182
2.2.2. Obróbka cieplna	182
2.2.3. Mikrostruktura	182
2.2.4. Własności mechaniczne	182
2.2.5. Wymiary geometryczne i wygląd zewnętrzny	183
3. Półfabrykaty wałków rozrządu	184
3.1. Charakterystyka i sposoby wykonania	184
3.2. Warunki technologiczne	188
3.2.1. Materiały	188
3.2.2. Własności mechaniczne	188
3.2.3. Mikrostruktura	189
3.2.4. Stan dostawy odkuwek	190
4. Półfabrykaty zaworów	190
4.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	190
4.2. Warunki technologiczne	194
4.2.1. Skład chemiczny materiału	194
4.2.2. Własności mechaniczne	194
4.2.3. Mikrostruktura i przełom odkuwki	195
4.2.4. Wymiary i stan powierzchni odkuwek	195
4.2.5. Odbiór odkuwek	196
5. Półfabrykaty popychaczy, dźwigni i lasek zaworowych	196
5.1. Charakterystyka i ogólne wymagania	196
5.2. Warunki technologiczne wykonania popychaczy	197
5.2.1. Warunki technologiczne popychaczy odlewanych	197
5.2.1.1. Skład chemiczny materiału	197
5.2.1.2. Struktura, odbielenie i twardość	197
5.2.1.3. Wygląd zewnętrzny i protokół odbioru	198
5.2.2. Warunki technologiczne popychaczy kutych	199
5.2.2.1. Skład chemiczny materiału	199
5.2.2.2. Własności mechaniczne	199
5.3. Warunki technologiczne wykonania dźwigni zaworowych	200
5.4. Warunki technologiczne wykonania lasek zaworowych	201

X. WYKRYWANIE WAD W PÓLFABRYKATACH METODĄ DEFLEKTOSKOPII	203
1. Charakterystyka i rodzaje deflektoskopii	203
2. Badania wybranych półfabrykatów	205
2.1. Badania odkuwek metodą deflektoskopii magnetycznej	205
2.2. Badania dużych odkuwek i odlewów metodą deflektoskopii ultra- dźwiękowej	207
XI. WARUNKI WSPÓŁPRACY GŁÓWNYCH CZĘŚCI SILNIKA	212
1. Opis współpracy zespołów i podzespołów silnika	212
2. Zespoły i podzespoły silnika tłokowego	213
2.1. Podzespół bazowy	213
2.2. Podzespół wału korbowego	216
2.3. Zespół tłoków z korbowodami	216
2.4. Zespół wałka rozrządu z popychaczami	218
2.5. Zespół głowicy cylindrów	219
2.6. Zespół zabudowy układu kół zębatach	222
2.7. Podzespół miski olejowej	224
2.8. Podzespół osłony koła zamachowego	224
3. Podstawowe zespoły zasilania silnika	226
3.1. Zespół pompy wodnej	226
3.2. Zespół pompy olejowej	228
3.3. Zespół pompy wtryskowej	228
3.4. Zespół wtryskiwacza	230
3.5. Zespół turbosprężarki	232
XII. WIADOMOŚCI WSTĘPNE DO OBRÓBKİ MECHANICZNEJ GŁÓWNYCH CZĘŚCI SILNIKA	234
1. Podstawowe procesy skrawania	234
2. Operacje wstępne półfabrykatów	235
3. Środki kontroli jakości	239
3.1. Pomiaru za pomocą wzorców	239
3.2. Pomiaru za pomocą przyrządów pomiarowych	241
3.3. Kontrola wymiarów za pomocą sprawdzianów	245
4. Wyrównowywanie wałów korbowych	246
4.1. Podstawy teoretyczne	246
4.2. Opis wyrównowywania wałów korbowych	248
XIII. OBRÓBKĄ MECHANICZNĄ KADŁUBÓW	252
1. Charakterystyka kadłubów	252
1.1. Wymagania technologiczne	253
1.2. Dopuszczalne wady powierzchniowe	255
1.3. Badania szczelności	255
2. Zasady procesu technologicznego obróbki	255
3. Plan technologiczny obróbki mechanicznej kadłuba silnika wysokoprężnego	259
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	263
4.1. Obróbka górnej i dolnej płaszczyzny kadłuba	263
4.2. Obróbka bocznych, przednich i tylnych płaszczyzn kadłuba	264
4.3. Obróbka otworów cylindrowych	265
4.4. Obróbka otworów pod łożyska główne i wałek rozrządu	267

4.5. Obróbka w liniach produkcyjnych różnych drobnych otworów w kadłubach	269
4.6. Obróbka kadłubów spawanych	270
4.7. Obróbka kadłubów na centrach obróbkowych	273
4.8. Wydruk programu komputerowego obróbki kadłuba	275
5. Kontrola jakości kadłubów	282
XIV. OBRÓBKA MECHANICZNA GŁOWIC	284
1. Charakterystyka przedmiotu obrabianego	284
2. Wymagania technologiczne	285
3. Plan technologiczny obróbki mechanicznej	286
3.1. Plan technologiczny dzielonej głowicy do silnika wysokoprężnego	286
3.2. Plan technologiczny jednolitej głowicy do silnika wysokoprężnego	287
3.3. Plan technologiczny w zespole jednolitej głowicy do silnika wysoko- oprężnego	288
3.4. Opis zabiegów w niektórych operacjach podanych w tabl. XIV.3	290
4. Sposoby wykonania głównych operacji	295
5. Kontrola jakości głowic	301
XV. OBRÓBKA MECHANICZNA TŁOKÓW	304
1. Charakterystyka i metody zwiększania odporności tłoków na ścieranie	304
2. Wymagania technologiczne obróbki tłoków	305
3. Plan technologiczny obróbki mechanicznej tłoków	306
3.1. Plan technologiczny tłoka do silnika wysokoprężnego	307
3.2. Plan obróbki mechanicznej tłoka odlewane w linii automatycznej	310
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	311
5. Kontrola jakości tłoków	315
XVI. OBRÓBKA MECHANICZNA PIERŚCIENI TŁOKOWYCH	317
1. Sposoby kształtowania własności sprężystych pierścieni	317
2. Zasady procesu technologicznego obróbki	318
3. Plan technologiczny obróbki mechanicznej pierścieni	320
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	321
4.1. Obróbka powierzchni zewnętrznych	321
4.2. Obróbka zamków pierścieni	324
4.3. Obróbka powierzchniowa pierścieni	325
5. Kontrola jakości pierścieni tłokowych	326
XVII. OBRÓBKA MECHANICZNA TULEI CYLINDROWYCH	328
1. Wiadomości wstępne	328
2. Zasady procesów technologicznych obróbki	330
3. Plany technologiczne obróbki mechanicznej tulei	330
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	335
5. Kontrola jakości tulei cylindrowych	338
XVIII. OBRÓBKA MECHANICZNA WAŁÓW KORBOWYCH	340
1. Warunki geometryczne i azotowanie czopów	340
2. Operacje główne obróbki mechanicznej wału korbowego	342
3. Porównanie frezowania obiegowego (planetarnego) z konwencjonalnym toczeniem czopów osiowych i korbowych	343

3.1. Dokładność obróbki obiegowej frezowaniem	348
3.2. Głowica frezowa	348
4. Szlifowanie czopów osiowych i korbowych	349
5. Wiercenie otworów w wałach korbowych	351
6. Obróbka gładkościowa czopów osiowych i korbowych	354
7. Wymagania technologiczne obróbki wałów korbowych	356
8. Przykład planu technologicznego obróbki wału korbowego	357
9. Kontrola jakości wałów korbowych	362
XIX. OBRÓBKA MECHANICZNA KORBOWODÓW	365
1. Wiadomości wstępne	365
2. Wymagania technologiczne obróbki korbowodów	366
3. Plan technologiczny obróbki mechanicznej korbowodów	367
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	367
4.1. Obróbka otworów na śruby korbowodowe	376
4.2. Obróbka otworów półwykańczająca i wykańczająca	378
4.3. Korygowanie masy korbowodu	378
5. Kontrola jakości korbowodów	379
XX. OBRÓBKA MECHANICZNA WAŁKÓW ROZRZĄDU	380
1. Wiadomości wstępne	380
2. Wprowadzenie do procesu technologicznego obróbki wałków rozrządu	382
3. Plan technologiczny wałka rozrządu	384
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	391
4.1. Obróbka baz pomocniczych	391
4.2. Toczenie czopów wałków rozrządu	392
4.3. Toczenie krzywek wałka rozrządu	392
4.4. Szlifowanie czopów i krzywek	395
4.5. Obróbka wykańczająca czopów i krzywek	397
5. Kontrola jakości wałków rozrządu	397
XXI. OBRÓBKA MECHANICZNA ZAWORÓW	400
1. Charakterystyka i warunki pracy zaworów	400
2. Wymagania technologiczne obróbki zaworów	402
3. Plan technologiczny zaworu wydechowego	403
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	405
5. Kontrola jakości zaworów	406
XXII. OBRÓBKA MECHANICZNA ELEMENTÓW PRZENOSZENIA RUCHU W UKŁADZIE ROZRZĄDU	408
1. Wiadomości wstępne	408
2. Wymagania technologiczne elementów przenoszenia ruchu w układzie rozrządu	412
2.1. Wymagania technologiczne popychaczy płaskich	412
2.2. Wymagania technologiczne popychaczy dźwigniowych	413
2.3. Wymagania technologiczne drążków popychaczy	413
2.4. Wymagania technologiczne dźwigni zaworowych	414
3. Plany technologiczne obróbki mechanicznej	415
3.1. Plan technologiczny popychacza	415
3.2. Plan technologiczny dźwigni zaworowej	416

3.3. Plan technologiczny drążka popychacza	416
4. Sposoby wykonywania głównych operacji	417
4.1. Opis głównych operacji popychacza dźwigniowego	417
4.2. Opis głównych operacji dźwigni zaworowej	419
4.3. Opis głównych operacji drążka popychacza	421
5. Identyfikacja obrabiarek zagranicznych oznaczonych symbolami w tabl. XXII.1, XXII.2 i XXII.3	422
XXIII. OBRÓBKA MECHANICZNA SWORZNI TŁOKOWYCH I ŚRUB ŚCIĄGOWYCH	425
1. Charakterystyka i rodzaje sworzni	425
2. Wstęp do obróbki śrub ściągowych	427
3. Plan technologiczny sworznia tłokowego	430
4. Plan technologiczny śruby ściągowej	433
XXIV. PODSTAWY PROJEKTOWANIA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO MONTAŻU NA PRZYKŁADZIE MECHANIZMU KORBOWEGO	439
1. Wiadomości wstępne	439
2. Dobór luzów i wymiarów przy montażu silników wysokoprężnych	440
3. Ogólne zasady montażu silnika	443
4. Kolejność montażu silnika	445
5. Przykład kolejności operacji montażowych zespołu tłok-korbowód	468
5.1. Wykaz operacji montażowych pierścieni tłokowych	468
5.2. Wykaz operacji w przygotowaniu korbowodu	469
5.3. Wykaz operacji montażowych tłoka z korbowodem	470
XXV. PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW MECHANICZNYCH	471
1. Wytyczne do projektowania wydziału mechanicznego	471
2. Dane wyjściowe do projektowania wydziału mechanicznego	472
3. Ogólne zasady projektowania wydziału mechanicznego	473
4. Przykład projektu gniazda obróbki wałów korbowych w oddziale obróbki mechanicznej	474
4.1. Wprowadzenie	474
4.2. Zasady grupowania stanowisk roboczych	475
4.3. Organizacja gniazda obróbki wałów korbowych silnika spalinowego	476
LITERATURA	484
SKOROWIDZ	486