

1.1.1	Systemy powłokowe (1940—1950) — 12—czerwiec	12.1.1
1.1.2	Systemy powłokowe (1950—1960) — 12—czerwiec	12.1.2
1.1.3	Systemy powłokowe (1960—1970) — 12—czerwiec	12.1.3
1.1.4	Systemy powłokowe (1970—1980) — 12—czerwiec	12.1.4
1.1.5	Systemy powłokowe (1980—1990) — 12—czerwiec	12.1.5
1.1.6	Systemy powłokowe (1990—2000) — 12—czerwiec	12.1.6
1.1.7	Systemy powłokowe (2000—2010) — 12—czerwiec	12.1.7
1.1.8	Systemy powłokowe (2010—2020) — 12—czerwiec	12.1.8
1.1.9	Systemy powłokowe (2020—2030) — 12—czerwiec	12.1.9
1.1.10	Systemy powłokowe (2030—2040) — 12—czerwiec	12.1.10
1.1.11	Systemy powłokowe (2040—2050) — 12—czerwiec	12.1.11
1.1.12	Systemy powłokowe (2050—2060) — 12—czerwiec	12.1.12
1.1.13	Systemy powłokowe (2060—2070) — 12—czerwiec	12.1.13
1.1.14	Systemy powłokowe (2070—2080) — 12—czerwiec	12.1.14
1.1.15	Systemy powłokowe (2080—2090) — 12—czerwiec	12.1.15
1.1.16	Systemy powłokowe (2090—2100) — 12—czerwiec	12.1.16
1.1.17	Systemy powłokowe (2100—2110) — 12—czerwiec	12.1.17
1.1.18	Systemy powłokowe (2110—2120) — 12—czerwiec	12.1.18
1.1.19	Systemy powłokowe (2120—2130) — 12—czerwiec	12.1.19
1.1.20	Systemy powłokowe (2130—2140) — 12—czerwiec	12.1.20
1.1.21	Systemy powłokowe (2140—2150) — 12—czerwiec	12.1.21
1.1.22	Systemy powłokowe (2150—2160) — 12—czerwiec	12.1.22
1.1.23	Systemy powłokowe (2160—2170) — 12—czerwiec	12.1.23
1.1.24	Systemy powłokowe (2170—2180) — 12—czerwiec	12.1.24
1.1.25	Systemy powłokowe (2180—2190) — 12—czerwiec	12.1.25
1.1.26	Systemy powłokowe (2190—2200) — 12—czerwiec	12.1.26
1.1.27	Systemy powłokowe (2200—2210) — 12—czerwiec	12.1.27
1.1.28	Systemy powłokowe (2210—2220) — 12—czerwiec	12.1.28
1.1.29	Systemy powłokowe (2220—2230) — 12—czerwiec	12.1.29
1.1.30	Systemy powłokowe (2230—2240) — 12—czerwiec	12.1.30
1.1.31	Systemy powłokowe (2240—2250) — 12—czerwiec	12.1.31
1.1.32	Systemy powłokowe (2250—2260) — 12—czerwiec	12.1.32
1.1.33	Systemy powłokowe (2260—2270) — 12—czerwiec	12.1.33
1.1.34	Systemy powłokowe (2270—2280) — 12—czerwiec	12.1.34
1.1.35	Systemy powłokowe (2280—2290) — 12—czerwiec	12.1.35
1.1.36	Systemy powłokowe (2290—2300) — 12—czerwiec	12.1.36
1.1.37	Systemy powłokowe (2300—2310) — 12—czerwiec	12.1.37
1.1.38	Systemy powłokowe (2310—2320) — 12—czerwiec	12.1.38
1.1.39	Systemy powłokowe (2320—2330) — 12—czerwiec	12.1.39
1.1.40	Systemy powłokowe (2330—2340) — 12—czerwiec	12.1.40
1.1.41	Systemy powłokowe (2340—2350) — 12—czerwiec	12.1.41
1.1.42	Systemy powłokowe (2350—2360) — 12—czerwiec	12.1.42
1.1.43	Systemy powłokowe (2360—2370) — 12—czerwiec	12.1.43
1.1.44	Systemy powłokowe (2370—2380) — 12—czerwiec	12.1.44
1.1.45	Systemy powłokowe (2380—2390) — 12—czerwiec	12.1.45
1.1.46	Systemy powłokowe (2390—2400) — 12—czerwiec	12.1.46
1.1.47	Systemy powłokowe (2400—2410) — 12—czerwiec	12.1.47
1.1.48	Systemy powłokowe (2410—2420) — 12—czerwiec	12.1.48
1.1.49	Systemy powłokowe (2420—2430) — 12—czerwiec	12.1.49
1.1.50	Systemy powłokowe (2430—2440) — 12—czerwiec	12.1.50
1.1.51	Systemy powłokowe (2440—2450) — 12—czerwiec	12.1.51
1.1.52	Systemy powłokowe (2450—2460) — 12—czerwiec	12.1.52
1.1.53	Systemy powłokowe (2460—2470) — 12—czerwiec	12.1.53
1.1.54	Systemy powłokowe (2470—2480) — 12—czerwiec	12.1.54
1.1.55	Systemy powłokowe (2480—2490) — 12—czerwiec	12.1.55
1.1.56	Systemy powłokowe (2490—2500) — 12—czerwiec	12.1.56
1.1.57	Systemy powłokowe (2500—2510) — 12—czerwiec	12.1.57
1.1.58	Systemy powłokowe (2510—2520) — 12—czerwiec	12.1.58
1.1.59	Systemy powłokowe (2520—2530) — 12—czerwiec	12.1.59
1.1.60	Systemy powłokowe (2530—2540) — 12—czerwiec	12.1.60
1.1.61	Systemy powłokowe (2540—2550) — 12—czerwiec	12.1.61
1.1.62	Systemy powłokowe (2550—2560) — 12—czerwiec	12.1.62
1.1.63	Systemy powłokowe (2560—2570) — 12—czerwiec	12.1.63
1.1.64	Systemy powłokowe (2570—2580) — 12—czerwiec	12.1.64
1.1.65	Systemy powłokowe (2580—2590) — 12—czerwiec	12.1.65
1.1.66	Systemy powłokowe (2590—2600) — 12—czerwiec	12.1.66
1.1.67	Systemy powłokowe (2600—2610) — 12—czerwiec	12.1.67
1.1.68	Systemy powłokowe (2610—2620) — 12—czerwiec	12.1.68
1.1.69	Systemy powłokowe (2620—2630) — 12—czerwiec	12.1.69
1.1.70	Systemy powłokowe (2630—2640) — 12—czerwiec	12.1.70
1.1.71	Systemy powłokowe (2640—2650) — 12—czerwiec	12.1.71
1.1.72	Systemy powłokowe (2650—2660) — 12—czerwiec	12.1.72
1.1.73	Systemy powłokowe (2660—2670) — 12—czerwiec	12.1.73
1.1.74	Systemy powłokowe (2670—2680) — 12—czerwiec	12.1.74
1.1.75	Systemy powłokowe (2680—2690) — 12—czerwiec	12.1.75
1.1.76	Systemy powłokowe (2690—2700) — 12—czerwiec	12.1.76
1.1.77	Systemy powłokowe (2700—2710) — 12—czerwiec	12.1.77
1.1.78	Systemy powłokowe (2710—2720) — 12—czerwiec	12.1.78
1.1.79	Systemy powłokowe (2720—2730) — 12—czerwiec	12.1.79
1.1.80	Systemy powłokowe (2730—2740) — 12—czerwiec	12.1.80
1.1.81	Systemy powłokowe (2740—2750) — 12—czerwiec	12.1.81
1.1.82	Systemy powłokowe (2750—2760) — 12—czerwiec	12.1.82
1.1.83	Systemy powłokowe (2760—2770) — 12—czerwiec	12.1.83
1.1.84	Systemy powłokowe (2770—2780) — 12—czerwiec	12.1.84
1.1.85	Systemy powłokowe (2780—2790) — 12—czerwiec	12.1.85
1.1.86	Systemy powłokowe (2790—2800) — 12—czerwiec	12.1.86
1.1.87	Systemy powłokowe (2800—2810) — 12—czerwiec	12.1.87
1.1.88	Systemy powłokowe (2810—2820) — 12—czerwiec	12.1.88
1.1.89	Systemy powłokowe (2820—2830) — 12—czerwiec	12.1.89
1.1.90	Systemy powłokowe (2830—2840) — 12—czerwiec	12.1.90
1.1.91	Systemy powłokowe (2840—2850) — 12—czerwiec	12.1.91
1.1.92	Systemy powłokowe (2850—2860) — 12—czerwiec	12.1.92
1.1.93	Systemy powłokowe (2860—2870) — 12—czerwiec	12.1.93
1.1.94	Systemy powłokowe (2870—2880) — 12—czerwiec	12.1.94
1.1.95	Systemy powłokowe (2880—2890) — 12—czerwiec	12.1.95
1.1.96	Systemy powłokowe (2890—2900) — 12—czerwiec	12.1.96
1.1.97	Systemy powłokowe (2900—2910) — 12—czerwiec	12.1.97
1.1.98	Systemy powłokowe (2910—2920) — 12—czerwiec	12.1.98
1.1.99	Systemy powłokowe (2920—2930) — 12—czerwiec	12.1.99
1.1.100	Systemy powłokowe (2930—2940) — 12—czerwiec	12.1.100

Spis treści

Wstęp	—11
-------	-----

Część I

Starzenie fizyczne elementów maszyn w trybie tarcia	—13
Opisanoł mgr inż. Andrzej Łuski	

1

Wprowadzenie do teorii procesu starzenia warstwy twardości w trybie tarcia	—13
--	-----

1.1	Systemowa charakterystyka elementów trybologicznych—14
1.1.1	Pojęcie systemu w ramach ogólnej teorii systemów—14
1.1.2	Specyfika systemu trybologicznego—15
1.1.3	Systemowy model trybologiczny—17
1.1.3.1	Opis systemu trybologicznego—18
1.1.3.2	Struktura systemu trybologicznego—19
1.1.3.3	Charakterystyka wewnętrzna systemu trybologicznego—23
1.1.3.4	Charakterystyka funkcjonalna (funkcja) systemu trybologicznego—30
1.1.4	Fazy działania systemu trybologicznego—32
1.2	Warstwa twardości (TW) elementów maszyn—34
1.2.1	Budowa warstwy twardości elementów maszyn—35
1.2.2	Stan warstwy twardości—36
1.2.2.1	Defekty struktury kryształowej—36
1.2.2.2	Stan energetyczny powierzchni—37
1.2.2.3	Charakterystyka wytrzymałości na ścinanie—38
1.3	Procesy fizykochemiczne zachodzące w warstwie twardości podczas starzenia—41
1.3.1	Procesy zachodzące w stopności maszynowej—44
1.3.1.1	Dyfuzja—44
1.3.1.2	Procesy rozprężania i kurczenia—45
1.3.2	Procesy zachodzące na powierzchni międzyfazowej—50

- 1.3.2.1 Adhezja—51
- 1.3.2.2 Adhezja słayana—54
- 1.3.2.3 Chemiczna—59
- 1.3.2.4 Utlenianie—61
- 1.4 Elementarne procesy niszczenia warstwy wierzchniej—63
- 1.4.1 Klasyfikacja elementarnych procesów niszczenia—63
- 1.4.2 Działanie procesów niszczenia—67
- 1.4.2.1 Mikrobiologiczne i enzymatyczne—68
- 1.4.2.2 Ścinanie nierówności—72
- 1.4.2.3 Odrywanie nierówności—74
- 1.4.3 Przemiany procesy niszczenia—74
- 1.4.3.1 Oddziaływania poprzedzające niszczenie—74
- 1.4.3.2 Niszczenie urządzeń przygotowane—77
- 1.4.4 Przemiany elementarnych procesów niszczenia—81
- 1.5 Klasyfikacja technicznych procesów niszczenia elementów maszyn—83
- Literatura—88

2

Trybologia procesy niszczenia elementów maszyn

—91

- 2.1 Zarys teorii—91
- 2.1.1 Ogólna charakterystyka zarys teorii—93
- 2.1.2 Mechanizm zarys teorii—95
- 2.1.3 Wpływ właściwości elementów systemu trybologicznego na zarys teorii—95
- 2.1.3.1 Wpływ właściwości elementów E_1 i E_2 —96
- 2.1.3.2 Wpływ warunków smarowania S —101
- 2.1.3.3 Wpływ atmosfery tarcia A —102
- 2.1.4 Wpływ oddziaływań zewnętrznych na zarys teorii—102
- 2.1.4.1 Wpływ głębokości—102
- 2.1.4.2 Wpływ obciążenia—103
- 2.1.4.3 Wpływ temperatury—104
- 2.1.5 Przewidywanie zarys teorii—104
- 2.2 Zarys adhezji—105
- 2.2.1 Ogólna charakterystyka zarys adhezji—105
- 2.2.1.1 Zarys adhezji na tle (I rodzaju)—106
- 2.2.1.2 Zarys adhezji na gorze (II rodzaju)—107
- 2.2.2 Mechanizm zarys adhezji—108
- 2.2.3 Wpływ właściwości elementów systemu trybologicznego na zarys adhezji—110
- 2.2.3.1 Wpływ właściwości elementów E_1 i E_2 —110
- 2.2.3.2 Wpływ warunków smarowania S —112
- 2.2.3.3 Wpływ atmosfery tarcia A —114
- 2.2.4 Wpływ oddziaływań zewnętrznych na zarys adhezji—115
- 2.2.4.1 Wpływ głębokości—115
- 2.2.4.2 Wpływ obciążenia—117
- 2.2.4.3 Wpływ temperatury—117
- 2.2.5 Przewidywanie zarys adhezji—119
- 2.3 Zarys przetrwania—120
- 2.3.1 Ogólna charakterystyka zarys przetrwania—120
- 2.3.2 Mechanizm zarys przetrwania—122
- 2.3.3 Wpływ właściwości elementów systemu trybologicznego oddziaływań zewnętrznych na zarys przetrwania—123
- 2.3.4 Rola zarys przetrwania—125

- 2.4 Zarys graniczne (piling)—129
- 2.4.1 Ogólna charakterystyka natycha przez piling—129
- 2.4.2 Mechanizm natycha przez piling—131
- 2.4.3 Wpływ właściwości elementów systemu trybologicznego na natycha przez piling—134
 - 2.4.3.1 Wpływ właściwości elementów E_1 i E_2 —134
 - 2.4.3.2 Wpływ substancji smarującej S —136
 - 2.4.3.3 Wpływ struktury A —139
- 2.4.4 Wpływ oddziaływań wewnętrznych na natycha przez piling—141
- 2.4.5 Przewidywanie natycha przez piling—142
- 2.5 Zarys docina-korzynek (fretting)—143
 - 2.5.1 Ogólna charakterystyka natycha przez fretting—143
 - 2.5.2 Mechanizm natycha przez fretting—148
 - 2.5.3 Wpływ właściwości elementów systemu trybologicznego na natycha przez fretting—148
 - 2.5.3.1 Wpływ właściwości elementów E_1 i E_2 —148
 - 2.5.3.2 Wpływ substancji smarującej S —149
 - 2.5.3.3 Wpływ struktury A —149
 - 2.5.4 Wpływ oddziaływań wewnętrznych na fretting—150
 - 2.5.4.1 Wpływ korzynek cylindrycznych—150
 - 2.5.4.2 Wpływ obciążenia—151
 - 2.5.4.3 Wpływ amplitudy podługę—151
 - 2.5.4.4 Wpływ częstotliwości drgań—151
 - 2.5.4.5 Wpływ temperatury—153
- 2.5.5 Przewidywanie natycha przez fretting—153

3

Drugie próby starzenia elementów matrycy

—157

- 3.1 Zarys starzenia w starzeniu cząstek ciała stałego—159
 - 3.1.1 Ogólna charakterystyka natycha starzenia w starzeniu cząstek ciała stałego—159
 - 3.1.2 Mechanizm natycha starzenia w starzeniu cząstek ciała stałego—160
 - 3.1.2.1 Droga deformacyjna—161
 - 3.1.2.2 Droga tężeniowa—162
 - 3.1.3 Wpływ właściwości elementów systemu trybologicznego na natycha starzenia w starzeniu cząstek ciała stałego—163
 - 3.1.3.1 Wpływ geometrii cząstek—163
 - 3.1.3.2 Wpływ właściwości maszyn—166
 - 3.1.4 Wpływ oddziaływań wewnętrznych na natycha starzenia w starzeniu cząstek ciała stałego—168
 - 3.1.5 Przewidywanie natycha starzenia w starzeniu cząstek ciała stałego—169
- 3.2 Zarys starzenia w starzeniu cieczy (hydrostatyczne)—173
 - 3.2.1 Ogólna charakterystyka i mechanizm natycha starzenia w starzeniu cieczy—173
 - 3.2.2 Wpływ różnych czynników na natycha starzenia w starzeniu cieczy—174
- 3.3 Zarys starzenia w starzeniu cieczy zawierającej cząstki ciała stałego (natycha hydrostatyczne, tężnia hydrostatyczne)—175
 - 3.3.1 Ogólna charakterystyka natycha hydrostatycznego—175
 - 3.3.2 Wpływ różnych czynników na natycha hydrostatyczne—174
- 3.4 Zarys kawatynacji (tężnia kawitacyjna)—175
 - 3.4.1 Ogólna charakterystyka natycha kawitacyjnego—175

1.4.2	Mechanizm natęża kawatacyjnego—173	
1.4.3	Wpływ właściwości chemicznych stopu na natęża kawatacyjne—182	
1.4.3.1	Wpływ właściwości cieczy—182	
1.4.3.2	Wpływ właściwości materiału—184	
1.4.4	Wpływ addytywów zawieszonych na natęża kawatacyjnego—185	
1.4.4.1	Wpływ produktów fizykochemicznych strumienia cieczy—185	
1.4.4.2	Wpływ sił elektroz—186	
1.4.4.3	Wpływ opadów prophytyz—186	
1.4.4.4	Wpływ temperatury cieczy—187	
1.4.5	Przeciwdziałanie natęża kawatacyjnego—187	
	Literatura—188	

Część II

<i>Starzenie fizyczne elementów maszyn pod wpływem korozji</i>	—191
<i>Opisanał de int. Tadeusz Maier</i>	

4

<i>Procesy starzenia elementów maszyn pod wpływem korozji</i>	—191
---	------

4.1	Wprowadzenie do teorii procesów korozji metali—191
4.1.1	Podstawy termodynamiki procesów korrozyjnych—192
4.1.2	Podstawowe właściwości o elektrozach —196
4.2	Procesy korozji chemicznej metali—198
4.2.1	Kinetyka i termodynamika procesów korozji chemicznej—198
4.2.2	Mechanizm chemicznego utleniania metali—206
4.3	Procesy korozji elektrochemicznej metali—209
4.3.1	Kinetyka i termodynamika procesów korozji elektrochemicznej—209
4.3.2	Mechanizm korozji elektrochemicznej metali—214
4.4	Procesy korozji elementów maszyn w różnych środowiskach—221
4.4.1	Korozja gazowa (wysokotemperaturowa)—221
4.4.2	Korozja atmosferyczna—223
4.4.3	Korozja ziemna (glebowa)—224
4.4.4	Korozja w wodzie morskiej—229
4.5	Metody oceny procesów starzenia fizycznego elementów maszyn pod wpływem korozji—234
4.5.1	Klasyfikacja badań korozyjnych—234
4.5.2	Charakterystyka metod oceny wyników badań korozji—235
4.5.3	Wykorzystanie wagowych metod oceny agresywności korozyjnej środowiska—239
4.6	Metody przeciwdziałania procesom korozji—245
4.6.1	Ochrona przed korozją na etapie projektowania i wytwarzania—246
4.6.2	Ochrona przed korozją przez modyfikację środowiska korozyjnego—248
4.6.3	Ochrona elektrochemiczna przed korozją—250
4.6.4	Ochrona przed korozją za pomocą powłok ochronnych—252
4.6.5	Przygotowanie powierzchni przed nałożeniem powłok ochronnych—256
4.6.6	Przykład metody ciągłego zabezpieczania elementów maszyn przed korozją—257
	Literatura—260

Część III

<i>Trwałość i niezawodność elementów maszyn w eksploatacji</i>	—261
<i>Opisanał de int. Tadeusz Maier</i>	

