

SPIS TREŚCI

Od autora	7
Wstęp	8

I. POMIARY WARSZTATOWE

R o z d z i a ł I. Podstawowe wiadomości z metrologii warsztatowej	11
--	----

1. Podstawowe określenia metrologiczne	11
2. Klasyfikacja metod i środków pomiarowych	17
3. Własności metrologiczne narzędzi pomiarowych	25
4. Techniczno-ekonomiczne wytyczne doboru narzędzi pomiarowych	29

R o z d z i a ł II. Tolerancje i pasowania	33
--	----

1. Pojęcia podstawowe	33
2. Układ tolerancji średnic ISA	36
3. Układ pasowań PKN	39
4. Radziecki układ pasowań	43
5. Ogólne zasady tolerowania i dobierania pasowań	45
6. Tolerowanie płytek wzorcowych	47
7. Tolerowanie sprawdzianów i przeciwsprawdzianów	49
a. Sprawdziany i przeciwsprawdziany dla wałków i otworów	50
b. Sprawdziany do walcowych gwintów metrycznych i calowych	52
c. Szczegółowe wskazówki dla projektowania i tolerowania sprawdzianów	54
8. Tolerowanie chropowatości powierzchni	54
9. Tolerancja i chropowatość wyrobu jako podstawa doboru narzędzi pomiarowych przy kontroli wymiarów	62

R o z d z i a ł III. Przegląd sprzętu pomiarowego	70
---	----

1. Wzorce długości i kąta	70
a. Płytki wzorcowe i przybory do płytek	70
b. Wałeczki i kulki pomiarowe	74
c. Płytki interferencyjne	75
d. Płytki katowe	76
e. Kątowniki 90°	79
f. Szczelinomierze, promieniomierze i grzebień do gwintów	80
g. Przymiary i inne wzorce kreskowe	83
h. Śruby mikrometryczne	84
i. Użytkowe wzorce chropowatości	85
2. Sprawdziany i przeciwsprawdziany	89
a. Sprawdziany do gładkich otworów i wałków	89
b. Sprawdziany do gwintów wewnętrznych i zewnętrznych	93
c. Sprawdziany wymiarów mieszanych	95
d. Przeciwsprawdziany	96
e. Znakowanie sprawdzianów	96
3. Czujniki i komparatory	98
a. Czujniki mechaniczne	98
b. Komparatory (czujniki) optyczne	107
c. Czujniki i komparatory interferencyjne	110
d. Komparatory optyczne do różnicowych pomiarów długości	112
e. Czujniki pneumatyczne	114
f. Czujniki elektryczne	116

4. Suwmiarki i mikrometry	117
5. Kątomierze i poziomnice	122
a. Kątomierze uniwersalne	122
b. Kątomierze narzędziowe	123
c. Poziomnice	131
6. Mikroskopy, długościomierze i maszyny miernicze	134
a. Mały mikroskop warsztatowy	135
b. Duży mikroskop warsztatowy	136
c. Mikroskop uniwersalny	137
d. Podwójny mikroskop Linnika	143
e. Długościomierze	145
f. Maszyny miernicze	146
g. Projektory	150
8. Przyrządy rejestrujące i sumujące	152
9. Przybory pomiarowe	160
a. Płyty, podstawy i uchwyty pomiarowe, pryzmy i przyrządy kłowe	160
b. Optyczne głowice i stoły podziałowe	162
c. Liniały sinusowe i skośnice	163
d. Liniały krawędziowe i powierzchniowe	164
e. Macki i cyrkle	165

R o z d z i a ł IV. Mechanizacja i automatyzacja kontroli 167

1. Ekonomiczno-techniczne podstawy i skutki mechanizacji oraz automatyzacji kontroli	167
2. Charakterystyka nadajników sygnałów kontrolnych	168
3. Pomiarowe urządzenia sygnałowe i sortujące stosowane w kon- trolni biernej	173
4. Kontrola czynna i przykłady przyrządów w niej stosowanych	179

R o z d z i a ł V. Rodzaje i przyczyny błędów pomiaru oraz przeciwdziałanie skutkom błędów 189

1. Rodzaje błędów	189
2. Błędy własne narzędzi pomiarowych	194
3. Wpływ temperatury	196
4. Wpływ sił i nacisków pomiarowych	199
5. Wpływ konstrukcji przyrządów	208
6. Błędy obserwacji i możliwości przeciwdziałania	216
7. Elementy teorii błędów przypadkowych w zastosowaniu do po- miarów warsztatowych	222
8. Obliczanie błędów i poprawek przy analizie wyników pomiaru	230

II. ĆWICZENIA W LABORATORIUM POMIARÓW WARSZTATOWYCH

R o z d z i a ł I. Technika pomiarów 235

1. Ogólne uwagi o zakresie i przebiegu ćwiczeń	235
2. Pomieszczenie pomiarowe	237
3. Przygotowanie pomiaru i eksploatacja środków pomiarowych	239
4. Technika przeprowadzania pomiarów podstawowymi narzędziami uniwersalnymi	242
5. Uruchamianie i badania nowych przyrządów pomiarowych	250
Wytyczne ogólne dla badań prototypów i nowych przyrządów po- miarowych	252
6. Sprawdzanie dokładności elementów przyrządów	260
a. Pomiary błędów wielkości wzorców długości i podziałek li- niowych	260
b. Pomiary błędów wielkości wzorcowych płytek katowych i ką- towników	266
c. Pomiary błędów podziałek katowych	267

d. Sprawdzanie płaskości powierzchni mierniczych i prostoliniowości krawędzi mierniczych	268
e. Sprawdzanie równoległości współpracujących z sobą powierzchni mierniczych oraz ich prostopadłości względem kierunku ruchu lub względem osi obrotu przy pomiarze . .	269
f. Sprawdzanie dokładności elementów urządzeń odczytowych i elementów bazowania mierzonego przedmiotu	274
g. Sprawdzanie nacisków i odkształceń nimi wywołanych . .	276
R o z d z i a ł II. Tematy ćwiczeń i instrukcje ich przebiegu	279
Ćwiczenie 1. Pomiary wałków i otworów przymiarem kreskowym, suwmiarką, mikrometrem i średnicówką z czujnikiem zegarowym . .	279
Ćwiczenie 2. Pomiary płytkami wzorcowymi. Sprawdzenie suwmiarki uniwersalnej	280
Ćwiczenie 3. Sprawdzenie dokładności czujnika zegarowego . . .	282
Ćwiczenie 4. Pomiary pochyłeń stożków i gwintów wałeczkami pomiarowymi i kulkami	287
Ćwiczenie 5. Seryjne pomiary na mikrokatorze, czujnikiem dźwiękowo-optycznym i na optymetrze	289
Ćwiczenie 6. Odbiór i sprawdzanie płytek wzorcowych	291
Ćwiczenie 7. Pomiary na mikroskopie warsztatowym	292
Ćwiczenie 8. Pomiary gwintów na mikroskopie uniwersalnym . . .	293
Ćwiczenie 9. Pomiar koła zębatego	298
Ćwiczenie 10. Sprawdzanie narzędzi skrawających	300
Ćwiczenie 11. Pomiary chropowatości powierzchni	300
Ćwiczenie 12-14. Opracowanie instrukcji badań i odbioru dla wskazanego przyrządu. Przeprowadzenie fragmentarycznych badań	301
Literatura	303