

Spis treści

Przedmowa	15
Rozdział 1	<i>S. Białas</i>
Wprowadzenie	19
Rozdział 2	<i>S. Białas</i>
Łańcuchy norm GPS, model ogólny	23
Literatura	29
Rozdział 3	<i>D. Geus, Z. Humienny, T. Killmaier, A. Weckenmann</i>
Zarządzanie jakością. Uwarunkowania ekonomiczne	31
3.1. Wprowadzenie	31
3.2. Jakość i koszty	31
3.3. Normy wspomagające zarządzanie jakością	35
3.3.1. Geneza i rozwój norm serii ISO 9000	35
3.3.2. Seria norm ISO 9000:2000	39
3.3.3. VDA 6.1	45
3.3.4. QS 9000	47
3.3.5. ISO/TS 16949:2002	48
Literatura	50
Rozdział 4	<i>D. Geus, T. Killmaier, A. Weckenmann</i>
Model geometryczny	51
4.1. Wprowadzenie	51
4.2. Elementy geometryczne	55
4.3. Rozszerzone definicje elementów	58
4.3.1. Potrzeba rozszerzenia definicji	58
4.3.2. Elementy geometryczne – terminologia i definicje	59

4.4.	Operatory	61
4.4.1.	Operator doskonały	62
4.4.2.	Operator optymalny	62
4.4.3.	Operator uproszczony	62

Rozdział 5

D. Geus, T. Killmaier, A. Weckenmann

Ogólna koncepcja wymiaru zewnętrznego i wewnętrznego		63
5.1.	Definicja wymiaru	63
5.1.1.	Rodzaje wymiarów	65
5.1.2.	Granica maksimum i minimum materiału	67
5.2.	Zasada niezależności	68
5.3.	Zasada powierzchni przylegających (granicznych)	71
5.4.	Zasada maksimum materiału	73
5.4.1.	Granica wirtualna maksimum materiału	73
5.4.2.	Zasada maksimum materiału – przykład	74
5.4.3.	Warunek minimum materiału	75
5.4.4.	Wymaganie wzajemności	78
Literatura		80

Rozdział 6

I. Märtson, M. Tamre

Układ tolerancji i pasowań ISO		81
6.1.	Rys historyczny	81
6.2.	Klasy tolerancji	82
6.2.1.	Tolerancja wymiaru jako funkcja wymiaru nominalnego i klasy tolerancji	82
6.2.2.	Zależności dla różnych klas tolerancji	85
6.2.3.	Zaokrąglenia obliczonych wartości tolerancji	86
6.3.	Odchyłki podstawowe	86
6.3.1.	Koncepcja odchyłek podstawowych	86
6.3.2.	Oznaczenie wymiaru tolerowanego	89
6.3.3.	Zalecane przedziały tolerancji	89
6.4.	Pasowania i ich parametry	90
6.4.1.	Pojęcia podstawowe	90
6.4.2.	Rodzaje pasowań	92
6.4.3.	Układy pasowań stałego otworu i stałego wałka	94
6.4.4.	Ogólne zasady projektowania pasowań	96
6.4.5.	Poprawki odchyłek podstawowych spowodowane budową pasowania	98
6.4.6.	Pasowania zalecane	99
Literatura		100

Rozdział 7

W. Jakubiec, J. Malinowski, M. Starczak

Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego	101
7.1. Klasyfikacja	101
7.2. Oznaczanie	103
Literatura	109

Rozdział 8

D. Geus, T. Killmaier, A. Weckenmann

Tolerancje kształtu	111
8.1. Wprowadzenie	111
8.2. Uwagi ogólne o pomiarach odchyłek kształtu	116
8.3. Tolerancja prostoliniowości	118
8.3.1. Definicja	118
8.3.2. Pasma przenoszenia i nacisk pomiarowy	119
8.4. Tolerancja okrągłości	123
8.5. Tolerancja płaskości	124
8.5.1. Definicja	124
8.5.2. Pomiary	125
8.6. Tolerancja walcowości	125
8.7. Zasady ogólne tolerowania kształtu	127
Literatura	128

Rozdział 9

W. Jakubiec, M. Starczak

Bazy	129
9.1. Bazy, elementy bazowe i odwzorowania elementów bazowych	129
9.2. Sposoby ustalania baz	130
9.2.1. Bazy w postaci punktów	130
9.2.2. Bazy w postaci prostej lub płaszczyzny	132
9.2.3. Bazy w postaci osi walca lub płaszczyzny symetrii	133
9.3. Bazy cząstkowe	135
9.4. Układy baz	136
9.4.1. Baza w postaci osi wspólnej lub płaszczyzny symetrii wspólnej	136
9.4.2. Baza w postaci płaszczyzny i osi walca prostopadłej do tej płaszczyzny	138
9.4.3. Układ baz składający się z trzech płaszczyzn	138
9.5. Szyk elementów jako baza	141
9.6. Odwzorowanie elementów bazowych w pomiarach na współrzędnościowej maszynie pomiarowej	142
9.7. Bazy dla gwintów, kół zębatych i wielowypustów	145
9.8. Bazy dla części nieszytywnych	146
Literatura	147

Rozdział 10

W. Jakubiec, J. Malinowski

Tolerancje kierunku	149
10.1. Wprowadzenie	149
10.2. Tolerancja równoległości	150
10.2.1. Tolerancja równoległości prostej względem prostej	150
10.2.2. Tolerancja równoległości prostej względem płaszczyzny	155
10.2.3. Tolerancje równoległości prostej względem układu baz (prostej i płaszczyzny)	156
10.2.4. Tolerancja równoległości prostej względem układu baz (dwóch płaszczyzn)	158
10.2.5. Tolerancja równoległości płaszczyzny względem prostej	159
10.2.6. Tolerancja równoległości płaszczyzny względem płaszczyzny	161
10.3. Tolerancja prostopadłości	161
10.3.1. Tolerancja prostopadłości prostej względem prostej	162
10.3.2. Tolerancja prostopadłości prostej względem płaszczyzny	163
10.3.3. Tolerancja prostopadłości prostej względem układu baz (dwóch płaszczyzn)	164
10.3.4. Tolerancja prostopadłości płaszczyzny względem prostej	166
10.3.5. Tolerancja prostopadłości płaszczyzny względem płaszczyzny	167
10.4. Tolerancja nachylenia	168
10.4.1. Tolerancja nachylenia prostej do prostej	168
10.4.2. Tolerancja nachylenia prostej względem płaszczyzny	169
10.4.3. Tolerancja nachylenia prostej względem układu baz (dwóch płaszczyzn)	170
10.4.4. Tolerancja nachylenia płaszczyzny względem prostej	171
10.4.5. Tolerancja nachylenia płaszczyzny względem płaszczyzny	171
10.4.6. Tolerancja nachylenia płaszczyzny względem układu baz	171
Literatura	173

Rozdział 11

W. Jakubiec, W. Płowucha

Tolerancje położenia	175
11.1. Wprowadzenie	175
11.2. Tolerancja pozycji	176
11.2.1. Tolerancja pozycji punktu	176
11.2.2. Tolerancja pozycji prostej	177
11.2.3. Tolerancja pozycji płaszczyzny lub płaszczyzny symetrii	182
11.3. Tolerancja współśrodkowości i współosiowości	183
11.3.1. Tolerancja współśrodkowości punktu względem punktu	183
11.3.2. Tolerancja współosiowości	184
11.4. Tolerancja symetrii	186
Literatura	187

Rozdział 12*P.H. Osanna, N.M. Durakbasa, A. Afjehi-Sadat, W. Jakubiec***Tolerancje kształtu wyznaczonego zarysu lub kształtu
wyznaczonej powierzchni z bazą lub bez bazy** **189**

12.1. Wprowadzenie	189
12.2. Tolerancja kształtu wyznaczonego zarysu	190
12.3. Tolerancja kształtu wyznaczonej powierzchni	193
12.4. Przykłady tolerowania kształtu wyznaczonego zarysu	195
Literatura	197

Rozdział 13*P.H. Osanna, N.M. Durakbasa, A. Afjehi-Sadat***Tolerancje bicia** **199**

13.1. Wprowadzenie	199
13.2. Tolerancja bicia	199
13.2.1. Tolerancja bicia promieniowego	200
13.2.2. Tolerancja bicia osiowego	202
13.2.3. Tolerancja bicia w wyznaczonym kierunku	203
13.3. Tolerancja bicia całkowitego	206
Literatura	208

Rozdział 14*M. Tamre***Tolerancje kątów i stożków** **211**

14.1. Układ tolerancji kątów	211
14.2. Tolerancje kątów	214
14.2.1. Metoda tolerowania za pomocą wymiaru liniowego	214
14.2.2. Tolerowanie przez podanie odchyłki kąta	217
14.3. Tolerowanie stożków	218
Literatura	220

Rozdział 15*M. Tamre***Tolerancje ogólne** **221**

15.1. Zasada tolerowania ogólnego	221
15.2. Dokładność warsztatowa	222
15.3. Zastosowanie tolerancji ogólnych	224
15.4. Tolerancje ogólne wymiarów	225
15.4.1. Tolerancje ogólne dla wymiarów liniowych	225
15.4.2. Tolerancje ogólne dla wymiarów kątowych	226
15.5. Tolerancje ogólne geometryczne	227
15.6. Oznaczania na rysunkach	230
Literatura	232

Rozdział 16

L. Blunt, X. Jiang

Chropowość powierzchni, falistość powierzchni i profil pierwotny	233
16.1. Wprowadzenie	233
16.2. Parametry opisujące chropowość powierzchni	238
16.2.1. Linia średnia profilu	239
16.2.2. Parametry amplitudowe	239
16.2.3. Parametry odległościowe	245
16.2.4. Parametry mieszane	245
16.2.5. Parametry związane z krzywą udziału materiału profilu	246
16.2.6. Zasady porównywania struktury geometrycznej powierzchni	248
16.3. Pomiary chropowości powierzchni	248
16.3.1. Podstawowe pomiary stykowe	248
16.3.2. Źródła błędów	251
16.4. Filtracja	252
16.5. Ograniczenia w dwuwymiarowych pomiarach chropowości	258
16.6. Rozwój podejścia przestrzennego do chropowości powierzchni	259
16.7. Przestrzenny opis chropowości powierzchni	260
16.7.1. Parametry powierzchniowe	261
16.7.2. Parametry funkcjonalne	263
16.8. Najbliższa przyszłość	264
Literatura	265

Rozdział 17

D. Geus, T. Killmaier, A. Weckenmann

Funkcjonalny wybór, oznaczanie i interpretacja tolerancji geometrycznych	267
17.1. Wprowadzenie	267
17.2. Tolerancje geometryczne	268
17.3. Zasada tolerowania	270
17.4. Przykłady praktycznego zastosowania tolerancji wymiarowo-geometrycznych	272
17.4.1. Zasada niezależności	272
17.4.2. Zasada powierzchni przylegających (wymaganie powłoki)	273
17.4.3. Zasada maksimum materiału	275
17.4.4. Pole zewnętrzne tolerancji	280
17.4.5. Tolerowanie stanu swobodnego	281
17.5. Lista kontrolna interpretacji tolerancji geometrycznych	282
Literatura	283

Rozdział 18*S. Białas***Tolerancje w różnych procesach technologicznych 285**

18.1. Wprowadzenie	285
18.2. Tolerancje odlewów	286
18.3. Tolerancje konstrukcji spawanych	289
18.4. Tolerowanie odkuwek matrycowych	289
18.5. Tolerancje wyrobów z tworzyw sztucznych	294
Literatura	298

Rozdział 19*S. Białas, W. Jakubiec***Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych 299**

19.1. Wprowadzenie	299
19.2. Gwinty	299
19.3. Wielowypusty	308
19.4. Koła zębate walcowe	310
19.4.1. Odchyłki jednoimiennych boków zębów	311
19.4.2. Odchyłki złożone promieniowe oraz odchyłki bicia	317
19.4.3. Odchyłki grubości zęba	320
Literatura	324

Rozdział 20*Z. Humienny***Wymiarowanie i tolerowanie wektorowe 325**

20.1. Wymiarowanie i tolerowanie wektorowe – dzień dzisiejszy i perspektywy	325
20.2. Koncepcja wymiarowania i tolerowania wektorowego	326
20.3. Elementy zastępcze	329
20.4. Zastępczy układ współrzędnych	331
20.5. Położenie zastępcze	334
20.6. Kierunek zastępczy	335
20.7. Obrót zastępczy	335
20.8. Kształt, chropowatość i inne wymagania	336
20.9. Przykład – WTW korbowodu	337
20.9.1. Korbowód – główne wymiary i odchyłki graniczne	338
20.9.2. Algorytm WTW	340
20.10. Wykorzystanie wyników pomiaru parametrów WTW do sterowania procesem wytwarzania	346
Literatura	347

Rozdział 21*P.H. Osanna, N.M. Durakbasa, A. Afjehi-Sadat*

Tolerowanie statystyczne zespołów maszynowych	349
21.1. Wprowadzenie	349
21.2. Podstawy	351
21.2.1. Elementarna statystyka	351
21.2.2. Przykład	352
21.3. Specyfikacje tolerancji statystycznych	354
21.3.1. Rysunki wyrobów	354
21.3.2. Wskaźniki zdolności procesu	354
21.4. Przykład montażu	356
21.4.1. Opis problemu	356
21.4.2. Analiza	357
Literatura	361

Rozdział 22*K. Kiszka, A. Leśniewicz*

Łańcuchy wymiarowe – analiza i synteza	363
22.1. Działania na wymiarach tolerowanych	363
22.1.1. Obliczenia tolerancji oparte na modelu deterministycznym	364
22.1.2. Obliczenia tolerancji oparte na modelu stochastycznym	368
22.2. Rodzaje łańcuchów wymiarowych	371
22.3. Obraz graficzny łańcuchów wymiarowych	374
22.4. Analiza łańcucha wymiarowego	376
22.5. Synteza łańcucha wymiarowego	380
22.5.1. Metoda jednakowych tolerancji	381
22.5.2. Metoda jednakowej klasy tolerancji	382
22.5.3. Metoda jednakowego wpływu	382
22.5.4. Metoda minimum kosztów	385
22.5.5. Określanie odchyłek wymiarów niezależnych	387
22.6. Komputerowo wspomagana analiza/synteza tolerancji	388
Literatura	394

Rozdział 23*Z. Humienny*

Niepewność pomiaru	397
23.1. Wprowadzenie	397
23.2. Pojęcia podstawowe	400
23.3. Obliczanie niepewności pomiarów bezpośrednich	404
23.4. Obliczanie niepewności pomiarów pośrednich	406
23.5. Konsekwencje niepewności w kontroli wyrobów	407
23.6. Procedura zarządzania niepewnością	409
Literatura	415

Rozdział 24*D. Geus, T. Killmaier, A. Weckenmann***Kontrola odchylek wymiarowych i geometrycznych – przegląd 417**

24.1.	Wprowadzenie	417
24.2.	Pomiary wymiarów i odległości	419
24.2.1.	Suwmiarki	420
24.2.2.	Przyrządy mikrometryczne	422
24.2.3.	Czujniki	424
24.3.	Pomiary kątów	427
24.4.	Kontrola sprawdzianami	428
24.5.	Pomiary odchylek kształtu	429
24.6.	Pomiary współrzędnościowe	431
24.7.	Niepewność pomiarów współrzędnościowych	435
	Literatura	438

Rozdział 25*D. Geus, T. Killmaier, A. Weckenmann***Wpływ niepewności pomiaru na statystyczne sterowanie procesem produkcji 441**

25.1.	Wprowadzenie	441
25.2.	Charakterystyka procesów produkcyjnych	442
25.3.	Charakterystyka procesów pomiarowych	443
25.4.	Obserwacja procesu produkcyjnego za pomocą narzędzi pomiarowych	444
25.5.	Wyznaczenie rzeczywistej zdolności procesu	445
25.6.	Sterowanie statystyczne procesem	446
25.7.	Wnioski	447
	Literatura	448

Rozdział 26*S. Białas, T. Killmaier, K. Kiszka***Różnice między normami EN-ISO oraz innymi normami 449**

26.1.	Różnice między normami EN-ISO oraz DIN	449
26.2.	Różnice między normami EN-ISO i ASME	451
26.3.	Tolerancje geometryczne według norm EN-ISO oraz SEV i PN	455
	Literatura	458

Rozdział 27*Z. Humienny, W. Jakubiec***Komputerowo wspomagane tolerowanie i sprawdzanie 459**

27.1.	Wprowadzenie	459
27.2.	Komputeryzacja układu tolerancji i pasowań ISO	460
27.3.	Komputerowo wspomagana analiza/synteza wymiarowa	461

27.4.	Tolerowanie geometryczne w systemach CAD	462
27.5.	Oprogramowanie edukacyjne	464
27.6.	Oprogramowanie systemów pomiarowych	465
27.6.1.	Oprogramowanie maszyn pomiarowych	466
27.6.2.	Od rysunku w systemie CAD do programu pomiarowego	472
Literatura		474

K. Kiszka

Słownik (terminy i definicje)	475
--------------------------------------	------------

K. Kiszka

Zestawienie wybranych norm oraz innych dokumentów dotyczących specyfikacji geometrii wyrobów (GPS)	505
---	------------

K. Kiszka

Dodatkowa literatura w języku polskim	529
--	------------

Skorowidz	533
------------------	------------