

# OBSAH

	<b>PŘEDMLUVA</b> . . . . .	11
1	<b>ÚVOD</b> . . . . .	13
1.1	Technický rozvoj a diagnostika . . . . .	16
1.2	Úlohy a formy diagnostiky – základní pojmy . . . . .	21
1.2.1	Objekt diagnostiky . . . . .	22
1.2.2	Diagnóza technického stavu . . . . .	25
1.2.3	Testování v reálném čase . . . . .	30
1.2.4	Diagnostické podmínky . . . . .	31
1.2.5	Diagnostické prostředky . . . . .	32
1.2.6	Funkční vazby diagnostiky . . . . .	34
1.3	Diagnostika a racionalizace údržby . . . . .	39
1.3.1	Klasický způsob údržby . . . . .	42
1.3.2	Progresivní způsob údržby . . . . .	43
1.3.3	Skladba progresivních programů údržby . . . . .	43
1.3.4	Sestavování programu plánované údržby . . . . .	44
1.3.5	Stanovení diagnostických intervalů . . . . .	50
1.3.6	Organizační otázky . . . . .	51
1.4	Ekonomické aspekty zavádění diagnostiky . . . . .	53
2	<b>ZÁKLADY TEORIE DIAGNOSTIKY</b> . . . . .	58
2.1	Procesy poškozování a opotřebení . . . . .	59
2.1.1	Podmínky vzniku poruch . . . . .	59
2.1.2	Druhy poškození . . . . .	64
2.2	Modely diagnostických objektů . . . . .	70
2.2.1	Zásady sestavování blokových schémat . . . . .	71
2.2.2	Množina stavů diagnostického objektu . . . . .	75
2.2.3	Množina diagnostických signálů . . . . .	78
2.2.4	Topologické modely . . . . .	81
2.2.5	Logické modely . . . . .	89
2.2.6	Analytické modely . . . . .	92
2.3	Metody zpracování signálů a určení technického stavu . . . . .	96
2.3.1	Diagnostika objektů s náhlými poruchami . . . . .	100
2.3.2	Diagnostika objektů s postupnými poruchami . . . . .	112
2.3.3	Predikce (předpovídání) poruch . . . . .	117
2.3.4	Optimalizace diagnostických parametrů . . . . .	120
2.3.5	Optimalizace diagnostického procesu . . . . .	128

2.4	Spolehlivost strojů z hlediska diagnostiky	133
2.4.1	Relativní doba provozu	134
2.4.2	Spolehlivostní charakteristiky	136
2.4.2.1	Spolehlivostní charakteristiky při výskytu havarijních poruch	137
2.4.2.2	Spolehlivostní charakteristiky při výskytu degračních poruch	141
2.4.2.3	Komplexní charakteristika spolehlivosti	142
2.5	Využití diagnózy v systému obnovy strojních prvků	142
2.5.1	Stanovení normativu pro obnovu prvků	143
2.5.2	Prognóza dispoziční doby provozu prvku	146
2.5.3	Ekonomický důsledek odchylky od normativu pro obnovu prvku	147
2.5.4	Volba diagnostické metody a systému obnovy strojních prvků	149
2.6	Využití diagnózy v systému obnovy strojů	153
2.6.1	Vstupní údaje systému	153
2.6.2	Schéma příkladu optimalizačního řešení	155
2.6.3	Stanovení optimálního termínu obnovy celé strojní skupiny	157
2.6.4	Stanovení optimálního termínu obnovy jednotlivých prvků strojní skupiny	161
3	<b>DIAGNOSTICKÉ SIGNÁLY A METODY JEJICH MĚŘENÍ</b>	163
3.1	Klasifikace signálů	163
3.1.1	Stacionární signály	164
3.1.2	Nestacionární signály	169
3.2	Veličiny charakterizující chvění a některé způsoby jejich měření	171
3.2.1	Kvantitativní hodnocení chvění	172
3.2.2	Metody snímání chvění	174
3.3	Snímače zrychlení	175
3.3.1	Obecné charakteristiky piezoelektrických snímačů a jejich konstrukce	175
3.3.2	Citlivost snímače a jeho dynamický rozsah	177
3.3.3	Kmitočtový rozsah snímačů zrychlení	179
3.3.4	Směrová citlivost snímače zrychlení	179
3.3.5	Upevnění snímače	180
3.3.6	Vlivy prostředí	183
3.3.7	Integrační obvody pro měření rychlosti a výchylky	185
3.3.8	Impedanční přizpůsobení snímačů na vstup zesilovače	186
3.3.9	Cejchování snímačů chvění	187
3.4	Měření chvění	189
3.4.1	Měření chvění stacionárního průběhu	189
3.4.2	Měření chvění kvazistacionárního průběhu	190
3.4.3	Měření přechodových průběhů chvění	190
3.5	Analýza chvění	191
3.5.1	Kmitočtová analýza stacionárního signálu	191
3.5.2	Kmitočtová analýza nestacionárního signálu	195
3.6	Emise ultrazvukového signálu strojním objektem	196
3.6.1	Piezokeramické snímače emitovaných ultrazvukových signálů	197
3.6.2	Měřicí systémy	200
3.7	Měření tlaků	210



3.8	Měření teplot . . . . .	211
3.9	Tribotechnická diagnostika . . . . .	214
3.9.1	Sledování stavu opotřebení strojních zařízení . . . . .	215
3.9.1.1	Metoda AAS . . . . .	215
3.9.1.2	Metoda RAMO . . . . .	216
3.9.1.3	Ferografie . . . . .	216
3.9.2	Základní ukazatele pro určení životnosti maziva . . . . .	217
<b>4</b>	<b>DIAGNOSTICKÁ ZAŘÍZENÍ A SYSTÉMY</b> . . . . .	<b>221</b>
4.1	Subjektivní metody a ruční diagnostická zařízení . . . . .	222
4.1.1	Subjektivní (bezpřístrojové) metody diagnostiky . . . . .	223
4.1.2	Objektivní (přístrojové) metody diagnostiky . . . . .	225
4.2	Automatická diagnostická zařízení . . . . .	230
4.2.1	Univerzální měřicí technika . . . . .	231
4.2.2	Univerzální měřicí ústředny a informační systémy . . . . .	231
4.2.3	Stavebnicové systémy dohlížecího řízení . . . . .	232
4.2.4	Jednoučelová automatická zařízení s logickými automaty . . . . .	233
4.2.5	Počítačové diagnostické systémy . . . . .	235
4.2.6	Řídicí systémy s diagnostickými terminály . . . . .	237
4.3	Diagnostické subsystémy počítačových řídicích systémů . . . . .	239
4.3.1	Úlohy subsystému . . . . .	239
4.3.2	Struktura diagnostického subsystému . . . . .	241
4.3.3	Diagnostické mechanismy . . . . .	243
4.3.4	Báze dat . . . . .	243
4.3.5	Komunikace s počítačem . . . . .	246
4.4	Diagnostické programovací jazyky . . . . .	251
4.4.1	Obecná specifikace programovacího jazyka . . . . .	255
4.4.2	Specifikace diagnostických jazyků a programů . . . . .	256
4.4.3	Příklady diagnostických jazyků . . . . .	261
4.5	Metodika projektování diagnostických systémů . . . . .	269
4.5.1	Obsahový plán projektu . . . . .	270
4.5.2	Diagnostický model objektu . . . . .	272
4.5.3	Specifikace diagnostických signálů . . . . .	274
4.5.4	Syntéza algoritmů diagnostiky . . . . .	281
4.5.5	Diagnostika snímačů . . . . .	284
4.5.6	Sběr a záznam informací . . . . .	285
4.5.7	Práce s pamětí počítače . . . . .	286
4.5.8	Výběr realizačních prostředků . . . . .	287
4.5.9	Organizační otázky zavádění diagnostiky . . . . .	290
<b>5</b>	<b>DIAGNOSTIKA STROJNÍCH SKUPIN</b> . . . . .	<b>291</b>
5.1	Diagnostika ložisek . . . . .	292
5.1.1	Diagnostika kluzných ložisek . . . . .	292
5.1.1.1	Porucha nevyvážením rotoru . . . . .	292

5.1.1.2	Porucha vlivem nesouostosti	293
5.1.1.3	Porucha vlivem nestability	293
5.1.1.4	Porucha elektrickým výbojem	295
5.1.2	Valivá ložiska	295
5.1.2.1	Diagnostické metody pro valivá ložiska	296
5.2	Spojky a převody	298
5.3	Pneumatické pohony a zařízení	302
5.3.1	Základní diagnostické metody a zařízení	303
5.3.1.1	Diagnostické metody a zařízení pro trvalé sledování technického stavu	303
5.3.1.2	Diagnostické metody a zařízení pro periodickou kontrolu technického stavu	308
5.4	Hydraulická zařízení	308
5.4.1	Diagnostické signály	309
5.4.2	Příklad diagnostického postupu	313
5.5	Elektrické stroje a zařízení	314
5.5.1	Točivé elektrické stroje	315
5.5.2	Transformátory, tlumivky, magnetické zesilovače	316
5.5.3	Elektrovýzbroj	317
5.5.4	Diagnostika izolačních systémů	319
5.6	Spalovací motory	320
5.6.1	Základní diagnostické veličiny pro naftové motory	323
5.6.1.1	Základní diagnostické metody a jejich interpretace	325
5.6.2	Diagnostické metody pro proudové letecké motory	331
5.7	Tlakové nádoby a potrubí	333
5.7.1	Pasívní metody ultrazvukové defektoskopie	334
5.7.2	Využití akustické emise pro účely diagnostiky	336
6	DIAGNOSTIKA SYSTÉMŮ	338
6.1	Diagnostika strojních komplexů	338
6.2	Diagnostika v pozemní a lodní dopravě	343
6.2.1	Ukázky vývoje diagnostických systémů v letech 1970 až 1980 v železniční dopravě	344
6.2.2	Ukázky vývoje diagnostických systémů v letech 1970 až 1980 v lodní dopravě	346
6.3	Diagnostika v letectví	353
6.3.1	Zvláštnosti provozu a údržby letadel	354
6.3.2	Provozně ekonomické parametry leteckého provozu	356
6.3.3	Diagnostické metody a prostředky v letectví	364
6.3.4	Vestavěná kontrolní a diagnostická zařízení	366
6.3.5	Pozemně-palubní kontrolní a diagnostická zařízení	367
6.4	Diagnostika v zemědělské mechanizaci	385
6.4.1	Podmínky aplikace technické diagnostiky na zemědělské mechanizační prostředky	385
6.4.2	Příklad aplikace diagnostiky na kolové traktory	387
6.5	Diagnostika chemických komplexů	398
6.6	Diagnostika energetických zařízení a celků	405



7	NÁZVOSLOVÍ TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY . . . . .	413
7.1	Všeobecné pojmy . . . . .	413
7.2	Objekty, jejich vlastnosti a stavy . . . . .	414
7.3	Veličiny . . . . .	414
7.4	Činnost v diagnostickém systému . . . . .	415
	LITERATURA . . . . .	418
	REJSTŘÍK . . . . .	425

Prohlášení technický rozvoj, doprovázený růstem složitosti výrobků i údržbu. Proto je nutné širší uplatňování metod a prostředků technické diagnostiky zároveň s požadavkem jejich znalosti u širší technické veřejnosti.

Tato kniha, vypracovaná kolektivem odborníků z praxe, vědecko-výzkumných pracovišť a vysokých škol, je souhrnnou monografií k oboru technická diagnostika. Obsahově se zabývá komplexem otázek projektování a zavádění diagnostických zařízení a systémů, od výkladu obsahu diagnostiky, teorie modelů diagnostických objektů a výběru diagnostických signálů po praktické otázky jejich měření a vyhodnocování. Rozbor diagnostických zařízení, od jednoúčelových přístrojů po automatické počítačové systémy, objasňuje problematiku jejich projektování. Zvláštní význam s ohledem na rozvoj a perspektivy výpočetní techniky (počítačů a mikroprocesorů) mají automatická diagnostická zařízení a systémy. Proto je také v systémovém pojetí popsána i specifika prostředků pro programové vybavení diagnostických systémů. Pro praxi je potřebnou částí přehled aplikací diagnostiky ve strojírenství, dopravě, v zemědělské mechanizaci, u chemických a energetických komplexů.

V souvislosti s opožděným vydáním knihy oproti dodání rukopisu (v roce 1982) je však nutno poznamenat, že obsah knihy nepodchycuje zcela současný vývoj a stav oboru. Zvláště se to týká přehledu nejmodernějších diagnostických zařízení (například v kap. 3.6.2. nejsou obsaženy poslední diagnostické systémy FEL ČVUT Praha) a rozboru perspektivního uplatnění učících se a expertních systémů v praxi diagnostiky.

Uvedená široká problematika publikace si vynutila i vícečlenný autorský kolektiv. Dílčí části knihy byly zpracovány jak v úzkém spojení autorů (kapitoly 1, 2.2, 2.3 Ing. Janoušek a Ing. Kozák, kapitola 5.6 Ing. Hyanová a Ing. Kozák, 6.5 Ing. Krémář, Ing. Kozák, Ing. Janoušek), tak samostatně (Ing. Janoušek 4.2 až 4.5, 5.5; Ing. Kozák 2.1, 4.1, 5.6.2, 6.3; prof. Taraba 3.1 až 3.8, 6.1; Ing. Hyanová 3.9; 5.1 až 5.3, 5.7; prof. Pejša 2.5, 2.6, 5.4, 6.4).