

OBSAH

Předmluva	5
Úvod	7
1. Spolehlivost a obnova strojů (Prof. ing. J. Havlíček, CSc.)	10
1.1 Základní vztahy, pojmy a definice z oboru jakosti a spolehlivosti strojírenských výrobků	11
1.1.1 Klasifikace objektů zkoumání	12
1.1.2 Vztah jakosti a spolehlivosti	14
1.1.3 Spolehlivost a etapy jejího formování	17
1.2 Technický stav objektů a jeho změny v provozu	20
1.2.1 Základní stavy objektů	20
1.2.2 Poruchy a jejich klasifikace	21
1.2.3 Mechanismy poruch a jejich vnější projev	23
1.2.3.1 Opotřeбенí	25
1.2.3.2 Koroze kovů	28
1.2.3.3 Mechanismy lomů, trhlin, deformací	29
1.2.4 Kvantitativní ukazatele technického stavu	31
1.2.4.1 Doba používání	32
1.2.4.2 Doba provozu	32
1.2.4.3 Strukturální parametry	33
1.2.4.4 Provozní parametry	33
1.2.4.5 Nákladové ukazatele technického stavu	34
1.2.5 Význam a možnosti prognózy technického stavu objektu	36
1.3 Mezní fyzický stav a fyzický život elementárních prvků	38
1.3.1 Zkoušky a ukazatele fyzického života	40
1.3.1.1 Volba velikosti výběrového souboru prvků	41
1.3.1.2 Základní zpracování naměřených hodnot — statistické ukazatele	42
1.3.1.3 Grafické znázornění výsledků životnostních zkoušek	44
1.3.1.4 Teoretické rozdělení jako ukazatel výsledků zkoušek	46
1.3.1.5 Funkční ukazatele fyzického života	49
1.3.1.6 Teoretické číselné (statistické) ukazatele	51
Teoretický střední fyzický život	51
Dispoziční život — střední život v obecném intervalu zkoumání	52
1.3.2 Funkční a číselné ukazatele diagnostických signálů	54
1.3.2.1 Základní ukazatele jako funkce S	54
1.3.2.2 Střední doba provozu jako funkce S	55
1.3.2.3 Relativní doba provozu jako funkce S	57
1.3.2.4 Střední doba provozu jako nezávisle proměnná veličina	58
1.3.3 Základní spolehlivostní ukazatele pro prvky s náhodnými poruchami	61
1.3.4 Bezporuchovost strojních soustav	63
1.3.4.1 Základní typy strojních soustav	63

1.3.4.2	Hodnocení soustav založené na ukazatelích prvků	64
1.3.4.3	Přímé sledování bezporuchovosti soustav při provozních zkouškách	67
1.4	Obecné principy obnovy prvků	70
1.4.1	Současná situace v řešení technického stavu pro obnovu	71
1.4.2	Optimální stav pro obnovu prvku — kritérium	74
1.4.3	Normativ diagnostického signálu pro obnovu prvku	75
1.4.4	Vlastnosti normativů pro obnovu a jejich využití v praxi	79
1.4.4.1	Stanovení ztrát z nedodržení normativu S_0	81
1.4.4.2	Užití normativu pro obnovu u vícestavových prvků	85
1.4.4.3	Prognóza dispozičního života prvku	87
1.4.4.4	Okamžitá a relativní hodnota (cena) prvku	90
1.4.4.5	Stanovení počtu obnov v dané době provozu	91
1.4.5	Funkční a číselné ukazatele technického života	93
1.5	Obecné principy obnovy strojních soustav	94
1.5.1	Kritérium optimalizace a zdroje úspor při seskupování	94
1.5.2	Podstata optimalizačního řešení	96
1.6	Obnova elementárních prvků — funkčních ploch	98
1.6.1	Náklady obnovy N_0 prvku s jednorázovým použitím	99
1.6.2	Náklady na provoz vyvolané změnami technického stavu elementárního prvku	99
1.6.2.1	Náklady z rizika havárie elementárního prvku	100
1.6.2.2	Nákladové změny technickoekonomických parametrů stroje vyvolané změnami technického stavu elementárního prvku	102
1.6.2.3	Náklady na diagnostiku prvku	103
1.6.3	Optimalizace oprav funkčních ploch — renovace součástí	106
1.6.3.1	Optimalizace renovačních zásahů v obecném případě	108
1.6.3.2	Zvláštní případy uspořádání renovačních zásahů	111
1.6.3.3	Uplatnění údajů o efektivnosti	112
1.6.4	Seskupování obnov elementárních prvků	113
1.6.4.1	Druhy oprav	114
1.6.4.2	Následné a preventivní opravy strojních soustav	115
1.7	Optimalizace technických údržeb	120
1.7.1	Normativy pro vykonávání údržbářských úkonů a operací	122
1.7.1.1	Příklad stanovení normativu pro výměny mazacích olejů	122
1.7.2	Seskupování údržbářských zásahů	125
1.7.2.1	Tvorba údržbářského cyklu při $S = t$	125
1.7.2.2	Tvorba údržbářského cyklu při diagnostické údržbě ($S \neq t$)	128
1.8	Technický život strojů — optimální doba jejich provozu	129
1.8.1	Ekonomické znehodnocení strojů	130
1.8.2	Principy stanovení technického života stroje ze společenského hlediska	133
1.8.3	Náklady na provoz složitějšího stroje	134
1.8.3.1	Náklady na opravy jako nespojitá funkce doby provozu stroje	135
1.8.3.2	Trend růstu průměrných jednotkových nákladů na opravy stroje	137
1.8.4	Normativy pro obnovu strojů v podnikové sféře	139
1.9	Hodnocení úrovně spolehlivostních vlastností ve vztahu k jakosti objektů, požadavky na konstrukci	141
1.9.1	Diferenciální porovnávací metoda hodnocení jakosti objektů	142
1.9.2	Nákladové hodnocení jakosti	144
1.9.3	Kladení požadavků na úroveň jakosti	147
1.9.4	Úroveň spolehlivostních vlastností; požadavky na výrobce stroje	149
1.9.4.1	Udržovatelnost strojů	153
1.9.4.2	Diagnostikovatelnost strojů	153

1.9.4.3	Opravitelnost strojů	155
1.9.4.4	Skladovatelnost strojů	158
1.9.4.5	Pohotovost strojů	160
2.	Technická diagnostika (Prof. ing. L. Pejša, DrSc.)	161
2.1	Technická diagnostika v soustavě komplexní péče o zemědělskou techniku	161
2.2	Přehled obecně používaných diagnostických metod	164
2.2.1	Subjektivní metody	165
2.2.1.1	Technická stetoskopie	165
2.2.1.2	Vizuální kontrola	167
2.2.1.3	Technická endoskopie	169
2.2.2	Metody založené na měření provozních parametrů stroje	170
2.2.2.1	Výkon spalovacího motoru a jeho využití v diagnostice	171
2.2.2.2	Měření točivého momentu spalovacího motoru metodou vypínání válců	175
2.2.2.3	Měření točivého momentu spalovacího motoru pomocí dynamometru	177
2.2.2.4	Měření úhlového zrychlení a zpoždění spalovacího motoru	180
2.2.2.5	Měření točivého momentu motoru na základě zrychlení vozidla	184
2.2.2.6	Měření spotřeby paliva spalovacích motorů	187
2.2.2.7	Měření průtoku v hydraulických soustavách	190
2.2.2.8	Provozní otáčky a jejich využití v diagnostice	192
2.2.2.9	Provozní teploty a jejich využití v diagnostice	195
2.2.2.10	Provozní tlaky a jejich využití v diagnostice	196
2.2.3	Metody založené na měření vůlí v mechanismech a těsností pracovních prostorů strojů	199
2.2.3.1	Přímé měření vůlí	199
2.2.3.2	Nepřímé měření vůle kluzných ložisek mazaných tlakovým olejem	202
2.2.3.3	Nepřímé měření těsnosti pomocí tlakového vzduchu	206
2.2.4	Metody založené na rozboru opotřebovaných olejů	209
2.2.4.1	Posouzení technického stavu oleje	210
2.2.4.2	Posouzení technického stavu strojních součástí na základě zplodin otěru v oleji	212
2.2.5	Vibroakustické metody	216
2.3	Diagnostika poruch spalovacích motorů	219
2.3.1	Poruchy klikového hřídele	220
2.3.1.1	Mechanismy poruch	220
2.3.1.2	Diagnostické signály	221
2.3.2	Poruchy spalovacího prostoru	222
2.3.2.1	Mechanismy poruch	223
2.3.2.2	Diagnostické signály	225
2.3.3	Poruchy palivové soustavy vznětového motoru	229
2.3.3.1	Mechanismy poruch	230
2.3.3.2	Diagnostické signály	234
2.3.4	Příklad diagnostického postupu vznětového motoru	241
2.4	Diagnostika poruch mechanických převodů a spojek	246
2.4.1	Požadavky na technický stav mechanických převodů a spojek	246
2.4.2	Poruchy mechanických převodů a spojek	247
2.4.2.1	Mechanismy poruch	247
2.4.2.2	Diagnostické signály	248
2.5	Diagnostika poruch hydraulických zařízení	250
2.5.1	Požadavky na technický stav hydraulických zařízení	250
2.5.2	Poruchy hydraulických zařízení	252
2.5.2.1	Mechanismy poruch	252
2.5.2.2	Diagnostické signály	254

2.5.3	Příklad diagnostického postupu hydraulické soustavy	259
2.6	Diagnostika poruch elektrického příslušenství	263
2.6.1	Poruchy zdrojových soustav	263
2.6.1.1	Mechanismy poruch	266
2.6.1.2	Diagnostické signály	268
2.6.2	Poruchy akumulátorů	273
2.6.2.1	Mechanismy poruch	273
2.6.2.2	Diagnostické signály	275
2.6.3	Poruchy spouštěčů	276
2.7	Diagnostika poruch vozidlových brzd	278
2.7.1	Požadavky na technický stav vozidlových brzd	278
2.7.2	Poruchy brzdových soustav a jejich částí	280
2.7.2.1	Mechanismy poruch	280
2.8	Diagnostika pojezdové části strojů	293
2.8.1	Požadavky na technický stav pojezdové části strojů	293
2.8.2	Poruchy pojezdové části strojů	294
2.8.2.1	Mechanismy poruch	294
2.9	Perspektivy rozvoje technické diagnostiky	299
2.9.1	Základní požadavky na diagnostikovatelnost strojů	299
2.9.2	Perspektivní diagnostické metody	302
2.9.3	Možnosti využití výpočetní techniky v diagnostice	304
3.	Technologie údržeb a oprav strojů (Doc. ing. V. Paneš, CSc., prof. ing. M. Marko, CSc.)	306
3.1	Obecné zásady technické údržby	306
3.1.1	Vnější čištění strojů	308
3.1.1.1	Volba způsobu vnějšího čištění strojů	309
3.1.1.2	Zařízení pro vnější mytí strojů	310
3.1.1.3	Čištění a likvidace odpadních vod	312
3.1.1.4	Základní pojetí pracoviště pro čištění strojů	315
3.1.2	Zvedací zařízení, montážní jámy	317
3.1.3	Mazání strojů	318
3.1.3.1	Stručný přehled používaných maziv	319
3.1.3.2	Technologie mazání a používané technické pomůcky	322
3.1.4	Speciální údržbářské operace	327
3.1.4.1	Ošetření čističů	328
3.1.4.2	Údržba chladicích soustav	328
3.1.4.3	Údržba pneumatik	330
3.1.4.4	Údržba akumulátorů	331
3.1.5	Doplňování a skladování provozních hmot	333
3.1.5.1	Hlavní zásady pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci s ropnými výrobky	333
3.1.5.2	Skladování motorových paliv a maziv	334
3.1.5.3	Skladování pneumatik	335
3.1.5.4	Skladování akumulátorů	336
3.1.6	Garážování a skladování strojů	336
3.1.6.1	Výstavba garáží a odstavných ploch	338
3.1.6.2	Prostředky pro dočasnou antikorozi ochranu – konzervaci	340
3.2	Obecné zásady oprav strojů	343
3.2.1	Čištění strojů před opravou	343
3.2.1.1	Odmašťování strojních součástí	344
3.2.1.2	Přehled odmašťovadel	345
3.2.1.3	Zařízení k mytí a odmašťování součástí	346
3.2.1.4	Speciální metody čištění povrchu součástí	347

3.2.2 Demontáž a montáž při opravách strojů	348
3.2.2.1 Demontáž a montáž šroubových spojení	349
3.2.2.2 Demontáž a montáž nalisovaných spojení	355
3.2.2.3 Demontáž a montáž nýtových a klínových spojení	359
3.2.2.4 Charakteristika demontážních a montážních pracovišť	360
3.2.3 Technická kontrola a třídění strojních součástí	362
3.2.3.1 Zjišťování trhlin a lomů	362
3.2.3.2 Hodnocení stupně opotřebení	364
3.2.3.3 Zásady kompletace	364
3.2.4 Povrchová úprava strojů po opravě	365
3.2.4.1 Charakteristika používaných nátěrových hmot	365
3.2.4.2 Technologie obnovy starých nátěrů	366
3.2.4.3 Technika nanášení nových nátěrů	367
3.2.4.4 Sušení nátěru	368
3.2.5 Záběh a zkoušení strojů po opravě	368
3.2.5.1 Podmínky záběhu	369
3.2.5.2 Záběh a zkoušení spalovacích motorů	370
3.2.5.3 Záběh traktorů	371
3.2.5.4 Záběh převodovek	371
3.2.5.5 Záběh samojízdných zemědělských strojů	372
3.3 Renovace strojních součástí	372
3.3.1 Renovace opotřebovaných součástí	373
3.3.1.1 Základní kritéria pro volbu vhodné metody renovace	373
3.3.1.2 Renovace součástí na opravné rozměry	375
3.3.1.3 Renovace součástí na původní rozměry	377
Navařování opotřebovaných funkčních ploch	377
Stříkání roztavených materiálů	398
Elektrolytické a chemické pokovování	400
Renovace součástí plastickou deformací	402
Renovace součástí nanášením polyamidů	403
3.3.2 Renovace deformovaných součástí	405
3.3.2.1 Mechanické způsoby rovnání součástí	405
Rovnění prostým ohybem zastudena	405
Rovnění povrchovým náklepem	406
Mechanické rovnání zatepla	406
3.3.2.2 Rovnění součástí místním ohřevem	407
Místní ohřev v celém průřezu	407
Povrchový ohřev	408
Klínový ohřev	408
3.3.3 Renovace součástí s lomy a trhlinami	408
3.3.3.1 Opravy strojních součástí svařováním	409
3.3.3.2 Pájení	412
3.3.3.3 Oprava metodou Metalock	412
3.3.3.4 Utěsňování trhlin lepením, tmelením a kolíčkováním	413
3.3.4 Renovace typových strojních součástí	414
3.3.4.1 Renovace čepů a hřídelů	414
3.3.4.2 Renovace ozubených kol	415
3.3.4.3 Oprava závitů	417
3.4 Opravy typových strojních skupin	417
3.4.1 Opravy spalovacích motorů	418
3.4.1.1 Opravy nepohyblivých částí spalovacích motorů	418

Opravy bloku válců	418
Opravy válce a vloženého válce	419
3.4.1.2 Oprava skupiny píst — ojnice	421
3.4.1.3 Oprava klikového hřídele	424
3.4.1.4 Oprava hlavy válců	424
3.4.2 Opravy převodů	428
3.4.2.1 Ozubené převody	428
3.4.2.2 Řetězové převody	432
3.4.3 Opravy hydraulických zařízení	432
3.4.3.1 Těsnění hydraulických zařízení	433
3.4.3.2 Tlakové kapaliny	433
3.4.3.3 Pístové a zubové hydrogenerátory	434
3.4.3.4 Přímočarý hydromotor	434
3.4.3.5 Prvky hydraulických obvodů	435
3.4.3.6 Potrubí	436
3.4.3.7 Zkoušení prvků hydraulických soustav	436
3.4.4 Opravy pneumatik	437
3.4.4.1 Demontáž a montáž pneumatik	437
3.4.4.2 Mechanizovaná montáž a demontáž	439
3.4.4.3 Opravy duší	440
3.4.4.4 Oprava plášťů	441
3.4.5 Opravy podvozků a karosérií	442
3.4.5.1 Rámy vozidel	443
3.4.5.2 Karosérie	444
3.4.5.3 Ochrana podvozku	446
3.4.5.4 Ochrana karosérie před korozí	446
4. Ekonomika, organizace, projektování, plánování a řízení péče o stroje	
(Prof. ing. J. Havlíček, CSc., doc. ing. V. Legát, CSc.)	448
4.1 Základní organizační, řídicí a plánovací ukazatele	451
4.1.1 Pracnost pečovatelské činnosti	451
4.1.2 Časový fond	453
4.1.3 Výrobní úkol pečovatelské činnosti	454
4.1.3.1 Stanovení výrobního úkolu v zemědělském podniku	454
4.1.4 Výrobní kapacita	460
4.1.5 Průběžná doba	461
4.1.6 Výrobní takt, takt pracovišť, skupinový takt	462
4.2 Ekonomické nástroje řízení péče o stroje	465
4.2.1 Integrované ukazatele celkové úrovně péče o stroje	466
4.2.2 Ekonomické nástroje řízení — ukazatele úrovně hospodaření pečovatelských útvarů	468
4.2.2.1 Plnění výrobního úkolu	468
4.2.2.2 Vlastní náklady pečovatelské činnosti	469
4.2.2.3 Zisk	472
4.2.2.4 Rentabilita pečovatelské činnosti	473
4.2.2.5 Produktivita práce pečovatelského útvaru	473
4.2.2.6 Další ukazatele	475
4.3 Optimalizace sítě pečovatelských útvarů	476
4.3.1 Optimalizace sítě specializovaných útvarů	478
4.3.1.1 Náklady na vlastní vykonání pečovatelského zásahu jako funkce výrobního úkolu	479
4.3.1.2 Dopravní náklady jako funkce výrobního úkolu	482
4.3.1.3 Náklady na prostoje jako funkce výrobního úkolu	488
4.3.1.4 Vlastní optimalizační výpočet	489

4.3.2	Optimalizace sítě pečovatelských útvarů s univerzálním nesespecializovaným výrobním programem	490
4.3.2.1	Problém volby optimalizačního kritéria	491
4.3.2.2	Metodika výpočtu pro podnik zemědělské prvovýroby	492
4.3.3	Realizovaná síť pečovatelských útvarů pro zemědělství ČSSR	495
4.4	Základy organizace a řízení výrobních procesů v pečovatelských útvarech	498
4.4.1	Vybrané prvky výrobního procesu	499
4.4.2	Typy výroby v pečovatelských útvarech	502
4.4.3	Prostorové uspořádání výroby	504
4.4.4	Časové uspořádání výrobního procesu	506
4.5	Výrobní proces ve specializovaných opravnách	507
4.5.1	Podklady pro projektování výrobního procesu	511
4.5.2	Využití postupového grafu operací pro projektování	512
4.5.3	Časový plán ve specializované opravně	516
4.5.4	Stanovení velikosti výrobních ploch pracovišť, jejich obsazení a vybavení	517
4.6	Výrobní proces v nesespecializovaných opravnách	520
4.6.1	Výběr formy organizace práce	521
4.6.2	Časový plán v nesespecializované opravně	522
4.6.2.1	Základní podklady	522
4.6.2.2	Graf a tabulka časového plánu	524
4.6.3	Velikost výrobních ploch nesespecializované opravy	526
4.6.4	Organizační důsledky uplatnění výměnného principu při opravách	527
4.7	Výrobní proces v oblasti technických údržeb a diagnostiky	530
4.7.1	Vliv sortimentu strojů a forem jejich provozního využívání na oblasti TÚ a TD	530
4.7.2	Obecné vývojové tendence v organizaci technických údržeb	532
4.7.2.1	Stavebně technologické řešení údržbářských pracovišť	536
4.7.2.2	Základní prvky organizace pracovního procesu v ÚOS	539
4.7.2.3	Koncepční pojetí mobilní údržby	541
4.7.3	Obecné vývojové tendence v organizaci technické diagnostiky	542
4.7.4	Výstavba údržbářských a diagnostických objektů	545
4.7.4.1	Příklady stavebního a technologického řešení pečovatelských útvarů v zemědělských podnicích	547
4.8	Sklady a skladové hospodářství	558
4.8.1	Optimalizace zásob náhradních prvků	561
4.8.2	Technické řešení skladů	563
4.8.3	Organizace provozu ve skladu náhradních dílů a materiálu	567
4.8.4	Výdejny nářadí	569
4.9	Technická kontrola v pečovatelských útvarech	569
4.10	Operativní řízení péče o stroje	571
4.10.1	Obecné zásady a cíle řízení péče o stroje	572
4.10.2	Evidence doby provozu, plánování údržeb a diagnostiky	574
4.10.3	Vstupní údaje pro řízení provozní péče	576
4.10.4	Řízení plánované obnovy strojů a jejich prvků	579
4.10.5	Řízení neplánované obnovy strojů a jejich prvků	582
4.10.6	Řízení skladu náhradních prvků a materiálu	583
4.11	Příprava kádrů pro provozní péči o stroje	584
4.11.1	Kategorie kvalifikovaných dělníků	584
4.11.2	Středoškolské kádry	586
4.11.3	Postavení vysokoškolačka v provozu v mechanizované a automatizované výrobě	587

