

OBSAH

1	Úvod	15
1.1	Rozvoj povrchových úprav, růst množství odpadních vod a zdokonalování čisticí techniky	15
1.2	Rozdělení odpadních vod a množství závadných látek v nich obsažené	19
1.2.1	Rozdělení odpadních vod podle množství závadných látek v nich obsažených	19
1.2.2	Rozdělení odpadních vod podle jejich vlivu na stavební materiál čistíren a na rozvodná potrubí	20
1.2.3	Rozdělení odpadních vod podle možností jejich úpravy	21
1.2.4	Jakost odpadních vod	23
1.3	Vliv odpadních vod na jakost povrchové a podzemní vody	24
1.3.1	Vliv odpadních vod všeobecně	24
1.3.2	Vliv kyanidů	27
1.3.3	Vliv kyselin a hydroxidů	30
1.3.4	Vliv iontů těžkých kovů	31
1.3.5	Vliv závadných látek na obsah kyslíku	31
1.3.6	Vliv zvýšeného obsahu solí	32
1.3.7	Vliv odpadních vod na podzemní vody	32
1.4	Vliv odpadních vod na stokové sítě a městské čistírny	33
2	Stručný popis procesů, používaných při povrchové úpravě kovů	37
2.1	Přípravné operace	38
2.1.1	Odmašťování	38
2.1.1.1	Hrubé odmašťování v alkalických roztocích	38
2.1.1.2	Hrubé odmašťování v organických rozpouštědlech	39
2.1.1.3	Elektrolytické odmašťování	40
2.1.2	Moření	41
2.1.2.1	Moření v kyselině sírové	41
2.1.2.2	Moření v kyselině chlorovodíkové	41
2.1.2.3	Moření v kyselině dusičné — opalování	42
2.1.2.4	Moření v kyselině fosforečné	42

2.1.2.5	Moření v kyselině fluorovodíkové	42
2.1.2.6	Moření hliníku	42
2.1.2.7	Speciální druhy mořících lázní	42
2.1.2.8	Dekapování	43
2.1.2.9	Spojení odmašťování a moření v jedné operaci	43
2.1.3	Omlání	43
2.1.4	Posouzení přípravných operací z hlediska produkce a čištění odpadních vod	44
2.2	Chemické zušlechťování povrchu kovů	44
2.2.1	Hnědění, modření a černění oceli	44
2.2.2	Fosfátování	45
2.2.3	Chemická oxidace hliníku a jeho slitin	45
2.2.4	Chromátování	46
2.3	Zušlechťování povrchu galvanicky nanášenými kovovými povlaky	46
2.3.1	Kovové povlaky nanášené lázněmi obsahujícími kyanidy	47
2.3.2	Kovové povlaky nanášené v kyselém prostředí	48
2.3.3	Stahování vadných povlaků	49
2.4	Tepelné zpracování kovů	50
2.5	Elektrochemické obrábění kovů	51
2.6	Elektroforézní lakování	52
2.7	Návaznost projektů pokovovacích dílen na návrhy čištění odpadních vod	52
2.7.1	Nahrazování kyanidových procesů bezkyanidovými	53
2.7.2	Vypouštění koncentrovaných roztoků	53
2.7.3	Další zásahy do provozu pokovovacích dílen	54
3	Oplachová technika	56
3.1	Faktory ovlivňující potřebu oplachové vody a nároky na její jakost	56
3.1.1	Neprůtočné oplachové lázně	57
3.1.2	Kaskádové oplachové lázně	57
3.1.3	Průtočné oplachové lázně — protiproudé oplachy	57
3.1.4	Jiné způsoby oplachování	61
3.2	Metody výpočtu potřebného množství oplachové vody	61
3.3	Opatření snižující výnos elektrolytu a potřebu oplachových vod	65
3.3.1	Omezování ztrát elektrolytů a obsahu závadných látek v odpadních vodách	65
3.3.2	Zmenšování spotřeby oplachové vody	66
3.4	Množství odpadních vod	67
4	Úprava odpadních vod	72
4.1	Metody čištění odpadních vod	72
4.1.1	Neutralizace	72
4.1.1.1	Neutralizace rozpustnými činidly	74
4.1.1.2	Neutralizace nerozpustnými činidly	75
4.1.1.3	Neutralizační činidla	75
4.1.2	Tvorba nesnadno rozpustných elektrolytů	77
4.1.3	Komplexní ionty	86
4.1.4	Oxidace a redukce	95
4.2	Odpadní vody z mořření	97
4.2.1	Zpracování využitých mořících lázní obsahujících kyselinu sírovou	100
4.2.2	Zpracování využitých mořících lázní obsahujících kyselinu chlorovodíkovou	106
4.2.3	Neutralizace využitých mořících lázní	107
4.2.3.1	Neutralizace oplachových vod	109
4.2.4	Odpadní vody po moření mědi	111
4.2.4.1	Získávání síranu měďnatého	111

4.2.4.2	Elektrolytické odměřování	112
4.2.4.3	Odstraňování mědi cementací	112
4.3	Odpadní vody obsahující chrom	113
4.3.1	Srážení chromanů	114
4.3.2	Redukce chromanů	114
4.4	Odpadní vody obsahující kyanidy	119
4.4.1	Odpařování	119
4.4.2	Zadržování kyanidových vod v nádržích	119
4.4.3	Vypuzování kyanovodíku	119
4.4.4	Srážení kyanidů siranem železnatým	120
4.4.5	Oxidace kyanidů chlorem a chlornany	123
4.4.6	Oxidace kyanidů ozonem	127
4.4.7	Oxidace kyanidů peroxosloučeninami	128
4.4.7.1	Oxidace kyanidů peroxidem vodíku	128
4.4.7.2	Oxidace kyanidů kyselinou peroxosírovou	129
4.4.7.3	Oxidace kyanidů peroxidem vodíku a formaldehydem	129
4.4.8	Elektrochemická oxidace kyanidů	131
4.4.9	Oxidace kyanidů manganistanem draselným	132
4.5	Odstraňování dusíkatých látek z odpadních vod	132
4.6	Čištění odpadních vod z elektrochemického obrábění kovů	133
4.7	Odpadní vody z lakoven	135
4.7.1	Odpadní vody z lakovacích boxů	135
4.7.2	Odpadní vody z elektroforézního lakování	135
4.8	Čištění fluorovodíkových odpadních vod	138
4.9	Získávání látek z odpadních vod	140
5	Čistírny odpadních vod	144
5.1	Navrhování čistíren odpadních vod z povrchových úprav kovů	144
5.2	Odstavné čištění odpadních vod	145
5.2.1	Výhody a nevýhody odstavného čištění odpadních vod	155
5.3	Přímé čištění odpadních vod	156
5.3.1	Princip úpravy odpadních vod	156
5.3.2	Návrh přímého čištění odpadních vod	159
5.3.3	Roztoky používané k úpravě odpadních vod	162
5.3.4	Výhody a nevýhody přímé úpravy odpadních vod	163
5.4	Průtočné čištění odpadních vod	165
5.4.1	Hlavní předpoklady pro navrhování průtočných čistíren	165
5.4.2	Konstrukční uspořádání automaticky ovládaných průtočných čistíren	168
5.4.3	Přerušované čištění odpadních vod	170
5.4.4	Výhody a nevýhody průtočných čistíren	172
5.5	Čištění odpadních vod měniči iontů	173
5.5.1	Čištění měniči iontů všeobecně	173
5.5.2	Druhy měničů iontů, jejich vlastnosti a funkce	173
5.5.3	Úpravny s měniči iontů	178
5.5.4	Regenerace a praní měničů iontů	181
5.5.5	Kontrola funkce měničů iontů a jakosti upravené vody	182
5.5.6	Racionalizace provozu při použití měničů iontů	184
5.5.7	Regenerace znečištěných lázní a získávání látek z odpadních vod pomocí měničů iontů	184
5.5.8	Stavba úpravy s měniči iontů	186
5.5.9	Výhody a nevýhody úpravy s měniči iontů	187
5.6	Regenerační a recirkulační postupy	191

5.7	Čištění odpadních vod membránovými separačními postupy	193
5.7.1	Princip membránových postupů	193
5.7.2	Elektrodialýza	193
5.7.3	Reverzní (obrácená) osmóza	195
5.7.4	Ultrafiltrace	198
5.8	Kalové hospodářství při čištění odpadních vod z povrchové úpravy kovů	198
5.8.1	Vlastnosti kalu vznikajícího při čištění odpadních vod	198
5.8.2	Separace kalu usazováním	201
5.8.3	Odvodňování kalu	207
5.8.3.1	Odvodňování kalu na kalových polích	208
5.8.3.2	Odvodňování kalu strojním zařízením	209
5.8.4	Likvidace kalu	211
5.9	Jednotlivé objekty čistíren	214
5.9.1	Přívodní a odpadní potrubí	214
5.9.2	Rozdělovací šachty	216
5.9.3	Reakční nádrže	217
5.9.4	Sedimentační jímky	218
5.9.5	Kalová pole	220
5.9.6	Domek pro obsluhu	221
5.9.7	Energetické přípojky, kanál pro uložení rozvodů, rozvody v čistírně	224
5.10	Strojní zařízení	225
5.10.1	Dávkovače a ostatní strojní zařízení	225
5.10.2	Automatizace a mechanizace provozu čistíren	227
5.10.3	Míchání odpadních vod	228
5.10.4	Měření množství odpadních vod	229
5.11	Stavba čistíren	232
5.11.1	Základní předpoklady účelného návrhu čistírny	232
5.11.2	Betonové zdvo a izolace, použití prefabrikátů, materiál na stavbu domku pro obsluhu	233
5.11.3	Úpravy podlah v galvanovných	234
6	Metody používané při analýze odpadních vod z povrchové úpravy kovů	237
6.1	Analytické metody	237
6.1.1	Stanovení acidity	237
6.1.2	Stanovení alkality	238
6.1.3	Stanovení volného chloru	239
6.1.4	Stanovení kyanidů	239
6.1.5	Stanovení těžkých kovů (chromu, mědi, niklu, kadmia, zinku, stříbra, zlata)	246
6.1.5.1	Stanovení chromu	247
6.1.5.2	Stanovení mědi	248
6.1.5.3	Stanovení niklu	249
6.1.5.4	Stanovení zinku	249
6.1.5.5	Stanovení kadmia	250
6.1.5.6	Stanovení stříbra	251
6.1.6	Stanovení dusitanů	251
6.1.7	Stanovení dusičnanů	252
6.1.8	Stanovení fluoridů	252
6.1.9	Stanovení křemičitanů	253
6.2	Možnosti automatické regulace čisticích procesů za použití automatických analyzátorů	253
7	Provoz čistíren	256

7.1	Hlavní zásady pro provoz čistíren	256
7.1.1	Provoz odstavné čistírny	258
7.1.1.1	Úprava kyanidových odpadních vod	258
7.1.1.2	Úprava chromových odpadních vod	259
7.1.1.3	Úprava alkalických a kyselých odpadních vod	260
7.1.1.4	Sedimentační jímky	261
7.1.1.5	Úprava koncentrovaných odpadních vod	261
7.1.2	Provoz průtočné čistírny	262
7.1.3	Provoz čistírny s přímým čištěním odpadních vod	262
7.1.4	Provoz čistírny používající měniče iontů	262
7.1.5	Nepravdivelné úkony obsluhy	263
7.1.6	Evidence a kontrola provozu čistírny	264
7.2	Závady při provozu v čistírnách	265
7.2.1	Závady způsobené přetížením čistírny v důsledku zvýšeného přítoku odpadních vod do čistírny	265
7.2.2	Závady způsobené zvýšenou koncentrací znečišťujících látek v odpadních vodách	266
7.2.3	Závady způsobené poruchou strojního zařízení	267
7.2.4	Závady způsobené smíšením různých odpadních vod	268
7.2.5	Závady při úpravě kyanidových odpadních vod	269
7.2.6	Závady při úpravě sloučenin šestimocného chromu	270
7.2.7	Závady při úpravě alkalických a kyselých odpadních vod	270
7.3	Bezpečnostní předpisy	271
7.3.1	Bezpečnostní předpisy a nařízení	271
7.3.2	Opatření, která vyplývají z bezpečnostních předpisů	271
7.3.3	Poskytování první pomoci	273
8	Technické a ekonomické podklady pro projektování a provoz čistíren	277
8.1	Podklady pro projektování čistíren	277
8.1.1	Dokumentace a její projednání	277
8.1.2	Harmonogram stavby čistíren odpadních vod	279
8.1.3	Náklady na projektové práce	279
8.1.4	Stanovení výchozích údajů	280
8.1.4.1	Určování množství a jakosti odpadních vod	280
8.1.4.2	Volba místa pro čistící stanici a systém odvádění odpadních vod	281
8.2	Ekonomická efektivnost návrhu čistící stanice	281
8.2.1	Ekonomická efektivnost návrhu odstavných čistíren	282
8.2.1.1	Ekonomická efektivnost návrhu odstavných čistíren podle investičních nákladů vztahených na 1 m ³ upravené odpadní vody za 1 směnu	282
8.2.1.2	Ekonomická efektivnost návrhu odstavných čistíren podle nákladů na vyčištění 1 m ³ odpadní vody	284
8.2.2	Posouzení investičních a provozních nákladů	288
8.2.2.1	Posouzení nákladů u přímého čištění odpadních vod	288
8.2.2.2	Posouzení nákladů u průtočného čištění odpadních vod	288
8.2.2.3	Posouzení ekonomické efektivnosti čistíren s měniči iontů	289
9	Vypouštění odpadních vod z čistíren	292
9.1	Požadavky na kvalitu vypouštěné vody	292
9.2	Stanovení vlivu vyčištěných odpadních vod na čistotu vody v recipientu výpočtem	303
9.3	Dosažitelné výsledky čištění odpadních vod z povrchových úprav kovů	304
10	Literatura	309