

OBSAH

1	Úvod do problematiky odpadních vod	5
1.1	Vlivy odpadních vod na vodní recipient	5
1.2	Charakter znečišťujících látek a procesy používané k jejich odstraňování	6
1.3	Důležité ukazatele znečištění odpadních vod	8
1.4	Produkce znečištění jedním obyvatelem za jeden den	11
1.5	Typy odpadních vod	12
1.5.1	Splaškové vody	12
1.5.2	Průmyslové odpadní vody	13
1.5.3	Dešťové odpadní vody	13
1.5.4	Balastní vody	14
1.5.5	Městské odpadní vody	14
1.6	Stokový systém	14
2	Technologie čištění odpadních vod ve velkých ČOV	15
2.1	Předčištění odpadní vody	18
2.1.1	Česle a síta	18
2.1.2	Lapáky písku	19
2.1.3	Lapáky tuků	20
2.2	Mechanický stupeň čištění odpadní vody - usazování	21
2.2.1	Pravouhlé nádrže s horizontálním průtokem	21
2.2.2	Kruhové nádrže s horizontálním průtokem (radiální)	22
2.2.3	Nádrže s vertikálním průtokem	23
2.3	Biologické čištění odpadních vod	24
2.3.1	Rozdělení biochemických čistírenských procesů podle konečného akceptoru elektronů	24
2.3.2	Rozdělení organismů podle zdroje energie a živin	25
2.3.3	Aktivační proces	27
2.3.3.1	Aktivovaný kal	27
2.3.3.2	Nejdůležitější technologické parametry aktivity	28
2.3.3.3	Základní způsoby kultivace aktivovaného kalu	30
2.3.3.3.1	Jednorázový systém	30
2.3.3.3.2	Semikontinuální systém	31
2.3.3.3.3	Kontinuální systém s postupným tokem	32
2.3.3.3.4	Kontinuální systém s ideálním promícháváním (směšovací aktivace)	35
2.3.3.4	Aerace aktivčních nádrží	36
2.3.3.5	Separace aktivovaného kalu od vyčištěné vody v dosazovacích nádržích	38
2.3.3.5.1	Pravouhlé nádrže s horizontálním průtokem	38
2.3.3.5.2	Kruhové nádrže s horizontálním průtokem (radiální)	38
2.3.3.5.3	Nádrže s vertikálním průtokem	39
2.3.3.5.4	Význam dobré separovatelnosti aktivovaných kalů	39
2.3.3.5.5	Separací a zahušťovací vlastnosti aktivovaného kalu	40
2.3.3.5.6	Dobře sedimentující aktivovaný kal	42
2.3.4	Aerobní čištění směsnou kulturou v biofilmových reaktorech	43
2.3.4.1	Zkrápěné biologické kolony	43
2.3.4.2	Ponořené biologické kolony	44
2.3.4.3	Používané typy náplní biologických kolon	44
2.3.4.4	Rotační biofilmové reaktory	44
2.3.4.5	Reaktory s kombinovanou kultivací biomasy	44
2.4	Terciární čištění odpadní vody	45
3	Odstraňování anorganického dusíku z odpadních vod	45
3.1	Nitrifikace	46
3.1.1	Factory ovlivňující rychlost a účinnost nitrifikace	46
3.2	Denitrifikace	47
3.3	Aktivace s nitrifikací a denitrifikací	47
3.3.1	Systémy se simultánní nitrifikací a denitrifikací	51
3.4	Netradiční biologické postupy odstraňování dusíku z odpadních vod	53
3.4.1	Nitritace/denitritace	53
3.4.2	Deamonifikace	54
4	Odstraňování fosforu z odpadních vod	54
4.1	Chemické srážení fosforu	54

4.2	Biologické odstraňování fosforu	55
4.2.1	Mechanismus zvýšeného odstraňování fosforu	55
4.2.2	Aktivace se zvýšeným odstraňováním fosforu	57
4.2.2.1	Systémy s odstraňováním fosforu v hlavním proudu	58
4.2.2.2	Systémy s odstraňováním fosforu ve vedlejším proudu	60
4.2.2.3	Zpracování přebytečného aktivovaného kalu ze systémů se zvýšeným odstraňováním fosforu	61
5	Využití anaerobních procesů při čištění odpadních vod	61
5.1	Porovnání aerobních a anaerobních procesů	61
5.2	Možnosti použití anaerobních technologií	62
5.3	Mechanismus anaerobního rozkladu organických látek	62
5.4	Rozdělení reaktorů pro anaerobní čištění odpadních vod	63
5.4.1	Reaktory se suspenzní biomasou	63
5.4.2	Reaktory s imobilizovanou biomasou	64
5.5	Kalové hospodářství velkých ČOV	66
5.5.1	Anaerobní stabilizace kalu	68
5.5.2	Hygienizace kalu	71
5.5.2.1	Metody hygienizace kalu	71
5.5.3	Reaktory pro stabilizaci organických kalů - metanizační nádrže	72
5.5.4	Separace tuhé fáze po anaerobní stabilizaci	73
5.5.5	Finální zpracování kalu	75
5.5.5.1	Skládkování kalu	75
5.5.5.2	Spalování kalu	75
5.5.5.3	Zakomponování kalu do stavebních materiálů	75
5.5.5.4	Kompostování	76
5.5.5.5	Použití k hnojivým účelům	76
5.5.6	Kalová voda, její složení a čištění	76
5.5.7	Bioplyn a jeho využití	77
5.5.7.1	Složení a vlastnosti bioplynu	77
5.5.7.2	Využití bioplynu	78
5.5.8	Možnosti intenzifikace procesu metanizace	78
5.5.8.1	Stimulace anaerobních rozkladných procesů buněčným lyzátem	79
5.5.8.2	Přechod k termofilní anaerobní stabilizaci kalu	80
5.6	Kombinace anaerobních a aerobních procesů	81
5.6.1	Technologické varianty anaerobně-aerobního čištění odpadních vod	82
6	Technologie čištění odpadních vod v malých ČOV	84
6.1	Intenzivní postupy zpracování odpadních vod z malých zdrojů	85
6.2	Extenzivní postupy zpracování odpadních vod z malých zdrojů	89
6.2.1	Centralizované postupy	89
6.2.1.1	Stabilizační nádrže	89
6.2.1.2	Čistírna na principu zemního filtru	90
6.2.1.3	Vegetační (kořenová) čistírna	91
6.2.2	Decentralizované postupy	93
6.2.2.1	Žumpa	93
6.2.2.2	Septik	93
6.2.3	Postupy použitelné v centralizovaných i decentralizovaných sestavách	93
7	Technologie čištění průmyslových odpadních vod	93
7.1	Řešení vodního hospodářství průmyslových podniků	96
7.2	Společné čištění městských a průmyslových odpadních vod	97
7.3	Vypouštění průmyslových odpadních vod do veřejné kanalizace	98
7.4	Přehled technologických procesů úpravy a čištění průmyslových odpadních vod	98
7.4.1	Procesy používané k odstraňování nerozpuštěných látek	99
7.4.2	Procesy používané k odstraňování rozpuštěných látek	100
7.5	Zpracování kalu vznikajícího při čištění průmyslových odpadních vod	103
	Seznam použité literatury	104
	Seznam důležitých symbolů a zkratk	106