

# OBSAH

|           |  |    |
|-----------|--|----|
|           | PŘEDMLUVA . . . . .  | 7  |
|           | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ . . . . .   | 9  |
| 1         | ÚVOD – POTŘEBA A VÝZNAM CHLADICÍ VODY V NÁRODNÍM<br>HOSPODÁŘSTVÍ . . . . .                     | 13 |
| 2         | CHLADICÍ OKRUHY . . . . .  | 17 |
| 2.1       | Potřeba chladicí vody a výpar . . . . .  | 18 |
| 2.2       | Bilance vody v chladicím okruhu . . . . .  | 21 |
| 2.3       | Maximální zahuštění a doba prodlení . . . . .  | 25 |
| 2.4       | Přídavná voda a odkal . . . . .  | 27 |
| 3         | CHEMIE A BIOLOGIE CHLADICÍ VODY . . . . .  | 29 |
| 3.1       | Kvalitativní požadavky na chladicí vodu, složení a zdroje přídavné vody . . . . .              | 29 |
| 3.1.1     | Kvalitativní požadavky na chladicí vodu . . . . .  | 29 |
| 3.1.2     | Kvalitativní parametry povrchové vody . . . . .  | 29 |
| 3.2       | Chemické rovnováhy v chladicí vodě a jejich posuzování . . . . .                               | 33 |
| 3.2.1     | Rovnováhy v ideální a neideální soustavě . . . . .   | 33 |
| 3.2.2     | Chemické rovnováhy mezi vápníkem a anionty v chladicí vodě . . . . .                           | 34 |
| 3.2.2.1   | Rovnováhy mezi vápníkem a uhličitany . . . . .   | 34 |
| 3.2.2.2   | Rovnováhy jiných složek . . . . .  | 44 |
| 3.2.3     | Změny pH a tlumivá kapacita chladicí vody . . . . .  | 50 |
| 3.3       | Metody úpravy přídavné vody . . . . .  | 56 |
| 3.4       | Prevence a řízení tvorby úsad a inkrustací . . . . .   | 61 |
| 3.5       | Korozní děje, volba konstrukčních materiálů, způsoby ochrany proti korozi . . . . .            | 66 |
| 3.5.1     | Chemie korozních dějů . . . . .  | 67 |
| 3.5.2     | Volba konstrukčních materiálů . . . . .  | 73 |
| 3.5.2.1   | Nejčastější příčiny korozního napadení . . . . .   | 73 |
| 3.5.2.2   | Výběr konstrukčních materiálů . . . . .  | 75 |
| 3.5.3     | Pasivní ochrana kovových konstrukcí korozními inhibitory . . . . .                             | 76 |
| 3.5.3.1   | Katodické inhibitory . . . . .   | 76 |
| 3.5.3.2   | Anodické inhibitory . . . . .  | 77 |
| 3.5.3.3   | Směsné inhibitory . . . . .  | 78 |
| 3.5.4     | Aktivní protikorozní ochrana kovových částí nátěry a povlaky, katodická ochra-<br>na . . . . . | 79 |
| 3.5.4.1   | Ochranné povlaky . . . . .   | 79 |
| 3.5.4.1.1 | Předúprava povrchu kovových konstrukčních materiálů . . . . .                                  | 79 |
| 3.5.4.1.2 | Vlastnosti nátěrových hmot . . . . .   | 80 |
| 3.5.4.1.3 | Nátěry a povlaky rozvodu chladicí vody a jiných zařízení chladicích okruhů . . . . .           | 81 |
| 3.5.4.1.4 | Nátěry trubkovic . . . . .   | 83 |
| 3.5.4.1.5 | Ochrana betonových van a azbestocementových vestaveb chladicích věží . . . . .                 | 83 |
| 3.5.4.2   | Katodická ochrana . . . . .  | 83 |
| 3.5.4.2.1 | Použití aktivních anod . . . . .   | 84 |
| 3.5.4.2.2 | Použití pasivních anod . . . . .   | 85 |
| 3.5.4.2.3 | Kombinované postupy . . . . .  | 85 |
| 3.5.5     | Hodnocení korozního napadení. Predikce korozních vlastností chladicí vody . . . . .            | 85 |
| 3.6       | Zarůstání chladicích okruhů mikroorganismy a jeho řízení . . . . .                             | 87 |
| 3.6.1     | Druhá skladba mikroorganismů a jejich klasifikace . . . . .                                    | 87 |
| 3.6.2     | Kontrolní metody . . . . .   | 91 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 3.6.2.1 | Biologické metody . . . . .   | 91  |
| 3.6.2.2 | Chemické metody . . . . .   | 93  |
| 4       | PROVOZ CHLADICÍCH OKRUHŮ . . . . .  | 98  |
| 4.1     | Navrhování chladicích okruhů . . . . .                                      | 98  |
| 4.2     | Uvádění okruhu do provozu . . . . .   | 101 |
| 4.2.1   | Fyzikální metody . . . . .  | 102 |
| 4.2.1.1 | Proplachování tlakovou vodou . . . . .                                      | 102 |
| 4.2.1.2 | Protiproudý proplach . . . . .  | 103 |
| 4.2.1.3 | Separace pomocí hydrocyklónů a lapačů písku . . . . .                       | 103 |
| 4.2.1.4 | Čištění vzduchovými rázy . . . . .  | 104 |
| 4.2.1.5 | Čištění trubek prorážením vhodnými tělisky . . . . .                        | 104 |
| 4.2.1.6 | Separace ropných látek . . . . .  | 105 |
| 4.2.2   | Chemické metody . . . . .   | 105 |
| 4.2.2.1 | Čištění kyselinou nebo kyselými solemi . . . . .                            | 105 |
| 4.2.2.2 | Čištění alkalickými látkami . . . . .                                       | 106 |
| 4.2.2.3 | Čištění v neutrálním prostředí . . . . .                                    | 106 |
| 4.2.3   | Odstraňování nárostů . . . . .  | 107 |
| 4.2.4   | Konzervace zařízení v průběhu provozních odstávek . . . . .                 | 109 |
| 4.3     | Nastavení provozních parametrů . . . . .                                    | 109 |
| 4.3.1   | Provoz bez aditiv . . . . .   | 110 |
| 4.3.2   | Provoz s aditivou . . . . .   | 120 |
| 4.4     | Provozní kontrola a řešení mimořádných stavů . . . . .                      | 122 |
| 4.4.1   | Provozní kontrola chladicího okruhu . . . . .                               | 123 |
| 4.4.2   | Řešení mimořádných stavů . . . . .  | 126 |
| 5       | ŠKODLIVÉ VLIVY PROVOZU CHLADICÍHO OKRUHU NA VODNÍ<br>HOSPODÁŘSTVÍ . . . . . | 130 |
| 5.1     | Vliv odkalů na recipienty . . . . .   | 130 |
| 5.1.1   | Bilance tepla při výrobě elektrické energie . . . . .                       | 131 |
| 5.1.2   | Disipace tepelné energie ve vodním toku . . . . .                           | 133 |
| 5.1.3   | Teplotní tolerance říčních biocenóz . . . . .                               | 134 |
| 5.1.4   | Přípustné oteplení vody v tocích . . . . .                                  | 136 |
| 5.1.5   | Jiné druhy znečištění a jejich odstraňování . . . . .                       | 139 |
| 5.2     | Vliv odkalů na biologické čisticí pochody . . . . .                         | 139 |
| 5.2.1   | Rozhodovací kritéria . . . . .  | 139 |
| 5.2.2   | Hodnocení biologické rozložitelnosti látek obsažených v odkalech . . . . .  | 141 |
| 5.3     | Toxický vliv odkalů na biocenózu povrchových vod . . . . .                  | 144 |
| 5.3.1   | Hodnocení akutní toxicity látek . . . . .                                   | 144 |
| 5.3.2   | Toxicita některých aditiv . . . . .   | 144 |
| 6       | LITERATURA . . . . .  | 150 |
|         | REJSTŘÍK . . . . .  | 157 |