



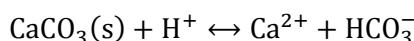
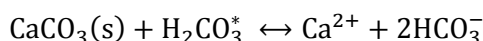
Laboratorní práce: Stanovení Ryznarova indexu

Cíl práce:

Stanovení chemického indexu rovnováhy vody pro vyhodnocení, zda se jedná o prostředí agresivní, úsadotvorné nebo je v rovnováze.

Teoretický úvod

Velmi důležitá a sledovaná charakteristika pro vody v hydrochemii a technologii vody je vápenato-uhličitanová rovnováha. Tato chemická rovnováha vyhodnocuje agresivní a úsadotvorné účinky vod při řízení odkyselovacích nebo rekarbonizačních procesů. Je popsána rovnicemi, které určují, za jakých podmínek dochází k rozpouštění nebo naopak k vylučování $\text{CaCO}_3(\text{s})$ a to v závislosti, zda je koncentrace volného CO_2 menší nebo větší než koncentrace rovnovážného CO_2 , který je v rovnováze s koncentracemi iontů Ca^{2+} a HCO_3^- .



Ryznarův index stability vody je odvozen na základě provozních měření a používá se v praxi, proto nabývá pouze kladných hodnot. Jeho hodnota je mírou porušení vápenato-uhličitanové rovnováhy. Vzorec zahrnuje do určité míry přesycení vody uhličitánem vápenatým, aby mohlo docházet k vylučování tuhé fáze.

$$\text{RI}_S = 2 \cdot \text{pH}_S - \text{pH}$$

Pokud je $\text{RI}_S \sim 7$, tak je voda ve vápenato-uhličitanové rovnováze a nedochází k rozpouštění nebo vylučování kalcitu. Při hodnotě $\text{RI}_S > 8$ se ve vodě vyskytuje nadbytečný CO_2 , který rozpouští kalcit a voda bude vykazovat korozivní chování. Při $\text{RI}_S < 6$ má voda tendence vylučovat kalcit, vykazuje úsadotvorné chování.

Pracovní postup

1. Změřte pH vodného vzorku.
2. Změřte elektrickou vodivost χ [$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$] na vodivostním detektoru, zaznamenejte teplotu vzorku při měření.
Přepočítejte el. vodivost na solnost podle vzorce: $S = 0,75 \cdot \chi$ [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$].
3. Stanovte hmotnostní koncentraci Ca^{2+} [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$] pomocí AAS.
4. Stanovte $\text{KNK}_{4,5}$ (molární koncentrace HCO_3^-).
 - do titrační baňky se odpipetuje 100 ml vzorku a přidá se směsný indikátor (bromkresolová zeleň a methylčerveně)
 - titruje se HCl z kovově modrého zbarvení do odbarvení



NÁVODY PRO LABORATOŘE ENERGETIKY

5. Z grafů odečtete hodnoty pro výpočet Ryznarova indexu pomocí naměřených hodnot.

$pK_2 - pK_s$	z teploty [$^{\circ}\text{C}$]
$pX_1 + pX_2$	ze solnosti [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]
pC_{Ca}	z koncentrace Ca^{2+} [$\text{mval} \cdot \text{l}^{-1}$]
$pC_{\text{HCO}_3^-}$	z koncentrace HCO_3^- [$\text{mval} \cdot \text{l}^{-1}$]

- pro odečtení hodnot pC_{Ca} a $pC_{\text{HCO}_3^-}$ z grafů je nutné převést jednotku koncentrace, kde platí vztah pro jednovalentní ionty $1 \text{ mval} = 1 \text{ mmol}$ a pro dvouvalentní ionty $1 \text{ mval} = 0,5 \text{ mmol}$.

6. Vypočítejte hodnotu Ryznarova indexu stability vody.

$$\text{RI}_S = 2 \cdot \text{pH}_S - \text{pH}$$
$$\text{pH}_S = (pK_2 - pK_s) + (pX_1 + pX_2) + pC_{\text{Ca}} + pC_{\text{HCO}_3^-}$$

Vyhodnocení výsledků

Do protokolu uveďte tabulku s naměřenými a vypočtenými hodnotami, včetně výpočtu pro stanovení $\text{KNK}_{4,5}$ a přepočty koncentrací. Dále uveďte tabulku s hodnotami odečtených z grafů pro výpočet Ryznarova indexu spolu s výpočtem. Rozhodněte na základě stanoveného Ryznarova indexu, o jaký typ vody se jedná – agresivní, úsadotvornou nebo ve vápenato-uhličitanové rovnováze.

Literatura

Pitter, P. *Hydrochemie*, 5. vydání; VŠCHT Praha, 2015

Jelínek, L. a kol. *Desalinační a separační metody v úpravě vody*; VŠCHT Praha, 2008

Pozn: konstanta **0,75** pro přepočet el. vodivosti na solnost je odvozena ze vztahu elektrické vodivosti a ekvivalentu celkového obsahu rozpuštěných pevných látek (TSD), která se pohybuje v rozmezí 0,5 – 0,9.