



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Strojnícka fakulta
Katedra materiálového inžinierstva

STANOVENIE TVRDOSTI VODY

REFERÁT Č. 11

Dátum:	Št. skupina:	Meno a priezvisko:	Hodnotenie:

Referát č. 11:	Stanovenie tvrdosti vody
Zadanie A:	<i>Vypracujte teoretický úvod na tému „Voda – zloženie, vlastnosti, pH, vodivosť.“</i>

Referát č. 11:	Stanovenie tvrdosti vody
Zadanie B:	<i>Stanovte prechodnú a stálu tvrdosť vody klasickou titrovacou metódou..</i>
Pomôcky a chemikálie:	vzorky vôd, varič, titračná banka, odmerné banky, varič, filtračný lievik, filtračný papier, byreta, pipeta, odmerný valec, váhy, indikátor metyloranž, kyselina chlorovodíková (0,1 mol/l), hydroxid sodný (0,1 mol/l), uhličitan sodný (0,05 mol/l)

Pracovný postup

Požiadavky na meranie tvrdosti vody sa vyskytujú vo viacerých odboroch ľudskej činnosti, napr. v poľnohospodárstve, chemickom i potravinárskom priemysle, v energetike a v mnohých výrobných a technologických procesoch. Tvrdosť vody je teda významný parameter v priemyselných a potravinárskych odvetviach.

Pod pojmom tvrdosť vody rozumieme prítomnosť najmä vápenatých a horečnatých solí a to uhličitanov, síranov a chloridov vo vzorke vody.

Tvrdosť vody sa vyjadruje v rôznych jednotkách najčastejšie však v stupňoch nemeckých alebo v milimóloch CaO na liter. Jeden milimól CaO predstavuje 56 mg CaO v jednom litri vody. Stupeň nemecký je tvrdosť vody, ktorú by spôsobilo 10 mg CaO v jednom litri vody.

Pri stanovení tvrdosti vody rozlišujeme:

- **karbonátovú tvrdosť** – spôsobenú hydrouhličitanmi. Niekedy ju nazývame aj *prechodná* tvrdosť vody, táto tvrdosť sa povarením čiastočne odstraňuje
- **nekarbonátovú tvrdosť** – spôsobenú hlavne síranmi, v menšej miere chloridmi a dusičnanmi, táto tvrdosť sa povarením nemení a preto ju nazývame aj *stála* tvrdosť vody
- **celkovú tvrdosť**, ktorá je súčtom predchádzajúcich dvoch tvrdostí.

Z praktického hľadiska sa voda delí na:

- veľmi mäkkú do 4 °N
- mäkkú od 4 do 5 °N
- stredne tvrdú od 5 do 12 °N
- tvrdú od 12 do 18 °N
- veľmi tvrdú nad 18 °N

Tvrdosť vody sa najčastejšie stanovuje odmernou analýzou (titráciou)

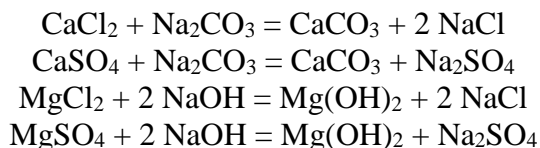
Titračná metóda:

a) Postup stanovenia prechodnej tvrdosti vody.

Hydrogénuhličitaný alkalických zemín sú alkalické, čo umožňuje ich titračné stanovenie.

b) postup stanovenia stálej tvrdosti vody

Stanovenie stálej tvrdosti vody umožňujú reakcie vápenatých solí silných kyselín s uhličitanom sodným a reakcia horečnatých solí silných kyselín s hydroxidom sodným.



Hydrogénuhličitaný vápenatý a horečnatý reagujú s hydroxidom sodným za vzniku uhličitanu vápenatého alebo

hydroxidu horečnatého.

Pracovný postup:

a) Postup stanovenia prechodnej tvrdosti vody.

K 100 ml vzorky vody v titračnej banke pridáme 5 kvapiek indikátora (metyloranž) a titrujeme odmerným roztokom kyseliny chlorovodíkovej – HCl – o koncentrácii 0,1 mol/l do cibuľového sfarbenia roztoku. 1 ml 0,1 mol roztoku HCl zodpovedá 2,8 stupňom nemeckým t.j. 0,5 mol CaO.

b) Postup stanovenia stálej tvrdosti vody.

Do 200 ml odmernej banky odpipetujeme presne 100 ml vzorky vody a pridáme po 10 ml odmerného roztoku NaOH o koncentrácii 0,1 mol/l a 10 ml odmerného roztoku Na₂CO₃ o koncentrácii 0,05 mol/l a obsah banky zahrievame na vodnom kúpeli dovtedy, kým sa zrazenina neusadí. Obsah banky ochladíme, doplníme destilovanou vodou po značku a prefiltrujeme cez suchý filter.

Z filtrátu potom odpipetujeme 100 ml do titračnej banky a titrujeme 0,1 M roztokom HCl na metyloranž ako indikátor, čím vykonáme tzv. spätnú titráciu, t.j. pomocou 0,1 M odmerného roztoku HCl stanovíme množstvo nezreagovaného roztoku NaOH a Na₂CO₃. Rozdiel spotreby musel teda zreagovať v zmysle uvedených rovníc. Jeden ml spotrebovanej zmesi odmeraných roztokov NaOH a Na₂CO₃ zodpovedá 1 milimólu tvrdosti vody.

(Poznámka: mólová hmotnosť M je určená podielom hmotnosti m a jej látkového množstva n , teda platí $M = m/n$)

Spracovanie nameraných údajov - výpočet

a) Stanovenie prechodnej tvrdosti vody

- počet ml 0,1 M roztoku HCl spotrebovaných pri titrácii x 0,5 = počet milimólov CaO
- počet ml 0,1 M roztoku HCl spotrebovaných pri titrácii x 2,8 = počet stupňov nemeckých

b) Stanovenie stálej tvrdosti vody

- počet ml 0,1 M roztoku NaOH a 0,05 M roztoku Na₂CO₃ pridaných na začiatku stanovenia delený dvomi teda 10 ml mínus počet ml 0,1 M roztoku HCl spotrebovaných pri spätnej titrácii x 0,5 = počet milimólov CaO. (Pozn.: dvomi delíme preto, že z 10 ml 0,1 M roztoku NaOH a 10 ml 0,05 M roztoku Na₂CO₃, ktoré sme pridali na začiatku stanovenia do vzorky, na spätnú titráciu sme vzali len polovicu).
- počet ml 0,1 M roztoku NaOH a 0,05 M roztoku Na₂CO₃ pridaných na začiatku stanovenia delený dvomi teda 10 ml mínus počet ml 0,1 M roztoku HCl spotrebovaných pri spätnej titrácii x 2,8 = počet stupňov nemeckých.

Referát č. 11:

Stanovenie tvrdosti vody

Vypracovanie