

MOŽNOSTI POUŽITÍ ODKYSELOVACÍCH HMOT PŘI ÚPRAVĚ VODY

Ing. Robert Mach, Ing. Soňa Beyblová

Severočeské vodovody a kanalizace a.s., Přítkovská 1689, 415 50 Teplice
robert.mach@scvk.cz, sona.beyblova@scvk.cz

Cílem příspěvku je shrnout poznatky o odkyselovacích postupech (provzdušňování, odkyselovací hmoty, alkalizační činidla) s důrazem na účinnost zvýšení pH a vliv na kvalitu vody (účinnost odstraňování agresivního CO₂, pH, vápník, hořčík, železo, mangan a hliník) a také s ohledem na omezení koroze v distribučních systémech.

Odkyselování vody je technologický proces, kterým se z vody odstraňuje agresivní oxid uhličitý. Ten se z vody odstraňuje především za účelem snížení korozivních projevů vody a také z důvodů zamezení zhoršení kvality upravené vody produkty koroze (sekundární znečištění).

Vzhledem k častému výskytu kovů, především železa, manganu a hliníku, v podzemních vodách s nízkým pH byly testovány různé odkyselovací hmoty a sledovány jednotlivé kvalitativní parametry. Kromě toho byly sledovány korozivní vlastnosti upravené vody s ohledem na způsob úpravy (odkyselovací hmoty, alkalizační činidla).

Odkyselování vody může být provedeno několika způsoby, základní rozdělení je na mechanické a chemické. Kromě úpravy pH lze vhodnou odkyselovací metodou zvýšit koncentraci vápníku a hořčíku v upravené vodě. Mezní a doporučené hodnoty vápníku a hořčíku jsou stanoveny vyhláškou [1].

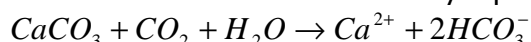
1. Mechanické - provzdušňování

Je vhodné pro vody s vysokým obsahem volného CO₂. Provzdušňování může být skrápěním (kaskády, trysky) nebo rozprašováním vody. Úspěch tohoto způsobu závisí na několika činitelích: např. rozpustnost plynů ve vodě (vliv teploty, tlaku, parciálního tlaku), rychlost rozpouštění (koncentrační spád, teplota). Obsah volného CO₂ nelze mechanicky snížit pod hranici 7 až 8 mg/l [2].

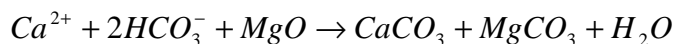
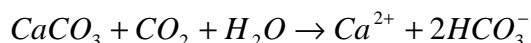
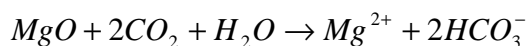
2. Chemické

Při chemickém odkyselování dochází k vázání agresivního CO₂ filtrací přes různé materiály nebo přidávkem chemikálií (soda, oxid uhličitý). Jako filtrační materiál se používá mramor, polovypálený dolomit, magnezit apod.

Mramor (CaCO₃) je nejstarší známou odkyselovací hmotou. Teoretická spotřeba je 23 g mramoru na 10 g CO₂ v surové vodě (tj. 2,3 g materiálu na 1 g CO₂). Reakční rychlost je velmi malá, proto je důležitá dostatečně dlouhá doba zdržení. Při reakci s oxidem uhličitým probíhá reakce:



U materiálů s obsahem hořčíku – magnezit, PVD (polovypálený dolomit) – se odkyselování zúčastní obě jejich složky (MgO a CaCO₃). Teoretická spotřeba je 1,1 g na 1 g CO₂. Reakční rychlost je až trojnásobně větší než u mramoru. Při reakci PVD s oxidem uhličitým probíhají reakce:



Dalším způsobem odkyselování je dávkování vápenného hydrátu (práškový, vápenné mléko nebo voda). Teoretická spotřeba je 0,64 g vápna na 1 g CO₂. Použití vápna vyžaduje velmi přesné dávkování, provoz vápenného hospodářství je náročný na obsluhu, a je tedy vhodné na větší úpravny vod.

Dávkování hydroxidu sodného nebo sody je vhodné pro vody s vysokým obsahem CO₂, u kterých není žádoucí zvyšování obsahu vápníku a hořčíku. Dávkování musí být co nejpřesnější. Teoretická spotřeba je 0,91 g hydroxidu, resp. 2,4 g sody na odstranění 1 g CO₂ [2].

Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. provozují mnoho malých zdrojů podzemní vody, u kterých je problém s nízkou hodnotou pH. Tyto zdroje mají často také vysoké koncentrace kovů, zejména hliníku, železa a manganu.

Při hledání řešení jsme se rozhodli pro osvědčené postupy odkyselování – použití odkyselovacích hmot a dávkování alkalizačních činidel. Pro správný výběr byl nejprve, ve spolupráci s vlastníkem Severočeskou vodárenskou společností, a.s., proveden pilotní pokus, jehož cílem bylo osvětlit vhodnost té které metody pro daný zdroj. Pro pilotní pokusy byly vybrány dva zdroje podzemní vody lišící se obsahem oxidu uhličitého. Oba zdroje mají zvýšené koncentrace hliníku a manganu, železo je pod 0,2 mg/l. Jedná se o zdroje Rájec (obsah CO₂ pod 10 mg/l) a Cínovec (obsah CO₂ 20 mg/l).

V rámci testování byly zkoumány možnosti zvýšení pH a odstranění hliníku, železa a manganu u vod s různým obsahem agresivního oxidu uhličitého. Kromě těchto parametrů byly sledovány změny u koncentrací vápníku a hořčíku. Při dávkování alkalizačních činidel byl dále sledován obsah sodíkových iontů. Dále byly sledovány korozivní vlastnosti upravené vody. Na obou zdrojích probíhalo měření po dobu tří měsíců.

Pro tento test byl postaven model, který je konstruován jako variabilní zařízení s třemi, resp. pěti kolonami. Voda natéká přes uzavírací ventily do rozbočovače, z kterého se proud rozděluje do jednotlivých kolon modelu. Tyto kolony jsou protékány shora dolů, vystavení hladiny je zajišťováno plovákovými ventily a odběr filtrované vody je proveden přes filtrační hlavice umístěné ve dně kolony. Pro praní popřípadě provzdušnění kolony je ve dně umístěna druhá filtrační hlavice, na kterou je možné napojit prací vodu nebo tlakový vzduch. Před každou kolonou je osazen přesný vodoměr pro nízké průtoky. Na odtoku z každé kolony je napojena uzavřená nádobka pro umístění korozního kupónu.

Do první kolony byl nasypán odkyselovací materiál s obchodním názvem semidol, jedná se o PVD (polovypálený dolomit). Do druhé a třetí kolony byl nasypán krystalický mramor o různé zrnitosti.

Tabulka 1. Náplně kolon a jejich vlastnosti

Náplň	semidol (PVD)	jemný mramor	hrubý mramor
Zrnitost	2 – 4 mm	2 – 4 mm	10 -12 mm
Měrná hmotnost *)	1200 kg/m ³	1500 kg/m ³	1500 kg/m ³

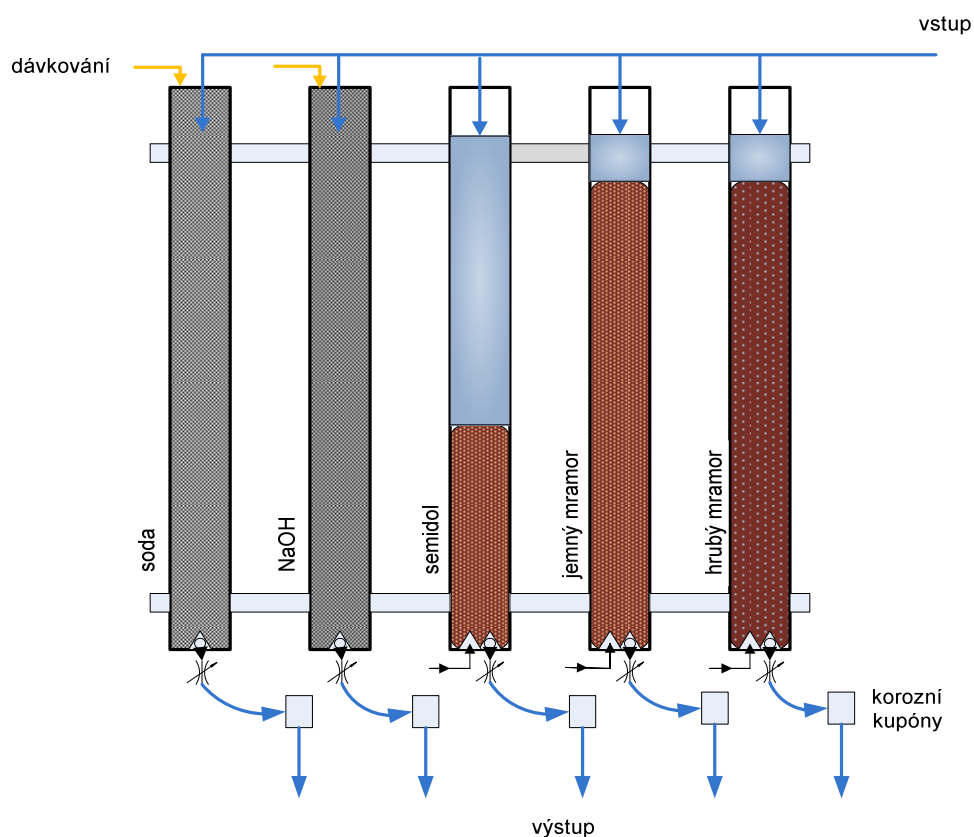
*) dle údajů od dodavatele

Rozměry modelu:

1. celková výška 1,8 m
2. celková šířka 1,5 m
3. celková hloubka 0,9 m

Rozměry kolony: poloměr 5 cm, výška kolony 1,7 m.

Schéma modelového zařízení je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 1. Schéma modelového zařízení

Po sestavení modelu a zapracování odkyselovacích náplní byl model uveden do provozu a po dobu tří měsíců byly 1x týdně kontrolovány hodnoty pH a průtoky kolonami (zanášení náplně). Pravidelně byly odebrány vzorky vstupu a výstupu.

Podle předpokladu došlo k nejvyššímu zvýšení hodnot pH u semidolu. To koresponduje se zkušenostmi z praxe, kdy se semidolem není problém zvýšit pH i o 3 jednotky (v závislosti na obsahu CO₂, době zdržení). Dobrých výsledků bylo dosaženo i s jemným mramorem, kdy došlo k zvýšení hodnot pH průměrně o 1,5 - 2. U hrubého mramoru byly výsledky nejhorší, a to výrazně. Hodnota pH vzrostla o cca 0,5. Doba zdržení byla stanovena u semidolu na 10 minut, u jemného mramoru 30 až 40 minut, u hrubého mramoru 40 minut.

Všechny tři náplně měly vysokou účinnost při separaci hliníku a železa, ovšem pouze v případě dostatečné doby zdržení, což platí zejména pro hrubý mramor. V surové vodě byla u obou vod koncentrace železa pod 0,15 mg/l. Účelem bylo spíše ověřit odstraňování hliníku touto cestou, proto byly vybrány zdroje s obsahem hliníku přes 0,2 mg/l (na Rájci 0,27 mg/l, na Cínovci 0,4 mg/l). U všech náplní byla koncentrace hliníku po průchodu kolonou pod 0,1 mg/l. Na odstraňování manganu byl účinný pouze semidol. Je to dané především vysokou hodnotou pH (větší než 8) upravené vody.

Kromě hliníku, železa a manganu byly sledovány i koncentrace vápníku a hořčíku. Koncentraci vápníku zvyšoval dle očekávání mramor, hořčíku semidol. Po průchodu jemným mramorem došlo k zvýšení koncentrace vápníku o více než 10 mg/l. Ani to ale nestačilo k dosažení doporučené hodnoty 40 mg/l dané vyhláškou č. 252/2004 Sb. U hrubého mramoru došlo k zvýšení koncentrace vápníku o 7 mg/l, u semidolu o 5 mg/l. Koncentraci hořčíku zvyšoval semidol, a to o 10 mg/l. Ani zde, ale nebyla účinnost dostatečná pro trvalé dosažení doporučeného obsahu hořčíku 20 mg/l.

V případě filtrace vody s nízkým obsahem oxidu uhličitého přes semidol docházelo k spékání odkyselovací hmoty a bylo nutné častější praní náplně. U ostatních případech stačilo praní 1x za měsíc.

Kromě odkyselovacích hmot byla pro srovnání testována i alkalizační činidla, konkrétně hydroxid sodný a soda. Ve vzorcích vody byly stanoveny koncentrace sodíku, které se zvýšily z 12 mg/l na 38 mg/l u sody a 16 mg/l u hydroxidu sodného. I když navýšení není vysoké, rozhodně není žádoucí.

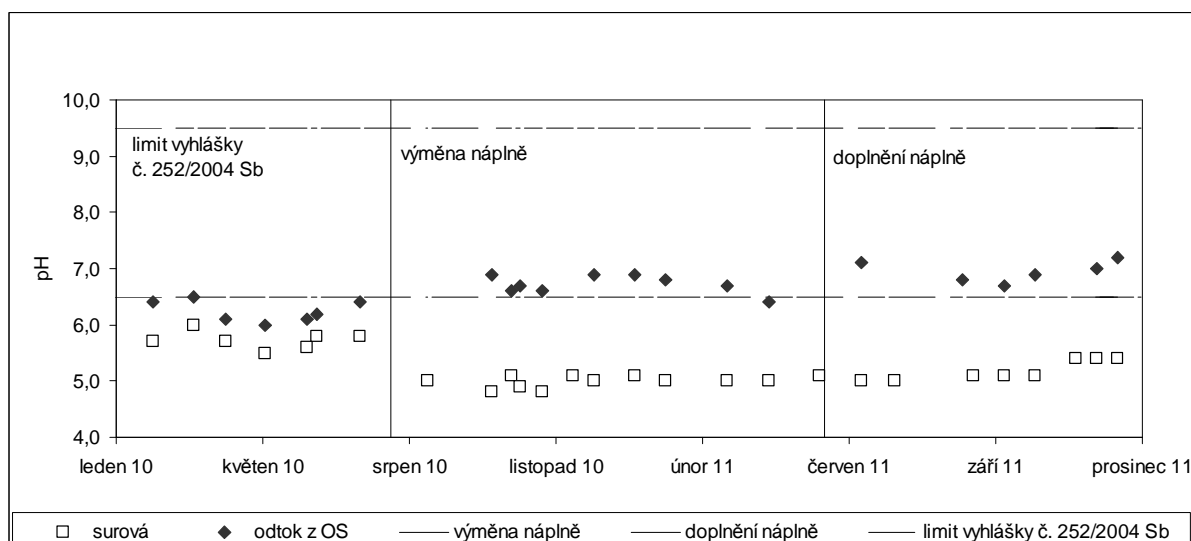
Na přítoku a odtoku z kolon byly sledovány korozní rychlosti, podle kterých jsou obě vody silně korozivní. Použití odkyselovacích hmot korozní rychlosti snížilo, dávkování alkalizačních činidel podle očekávání korozní rychlost zvýšilo. Sledování korozních rychlostí probíhalo pouze 3 měsíce a není pro posouzení dostatečné.

Na základě výše popsaného testování byl na odkyselovací stanici Nová Huť nahrazen hrubý mramor jemným. Nová Huť se nachází u obce Svor v okrese Děčín. Stávající využitelná kapacita je 15 l/s. K úpravě vody dochází ve dvou otevřených filtrech, které jsou umístěny v suterénu objektu odkyselovací stanice. Jedná se o dva otevřené filtry s mezidnem o rozměrech 2 x 2,47 x 2,70 m, v jednom filtru je cca 140 ks filtračních hlavic. Každý z filtrů byl doplněn roštem z potrubí PE DN 80, pro praní vzduchem. Náplň tvořil hrubý mramor (vápenec 8 až 16 mm). Od podzimu roku 2010 se používá jemný mramor (vápenec 2 až 4 mm), který byl dosypán na zbytek hrubého mramoru a to cca 5 tun do každého filtru. Výška filtrační náplně je 70 – 100 cm. Ta se doplňuje 2x ročně. Surová voda natéká na filtry nátokovým žlabem umístěným po jedné straně filtrů, který slouží zároveň jako odtok prací vody.

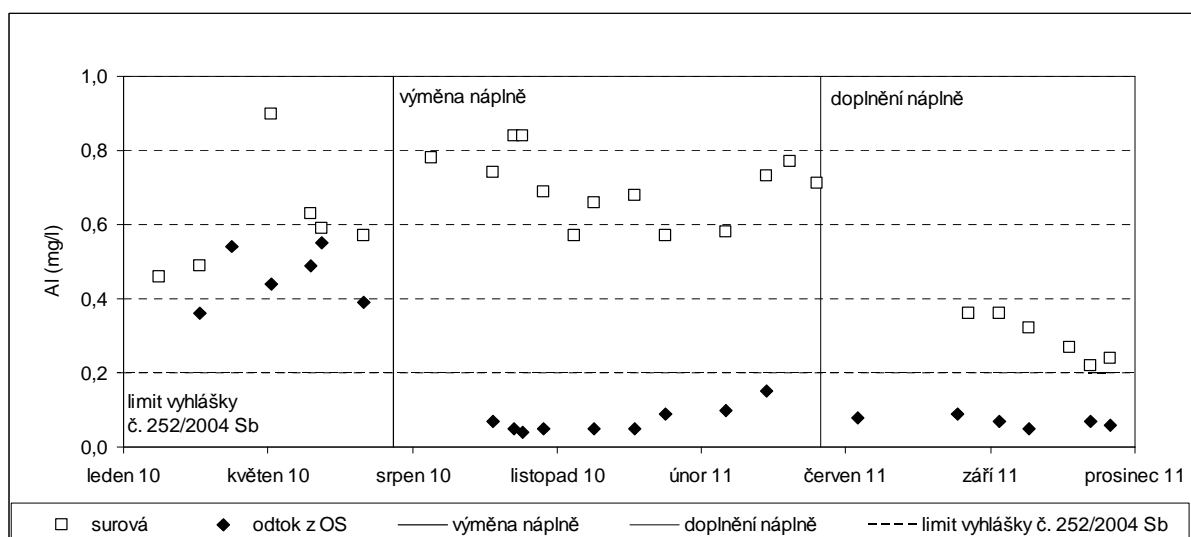
Tabulka 2. Doba zdržení (min)

2 filtry Q (l/s)	výška náplně	
	70 cm	100 cm
10	15,6	22,2
13	12,0	17,1
15	10,4	14,8

Kvalitu upravené vody po výměně a doplnění náplně ilustrují následující grafy.



Obrázek 2. OS Nová Huť – kvalita vody v r. 2010 a 2011, parametr pH



Obrázek 3. OS Nová Huť – kvalita vody v r. 2010 a 2011, parametr hliník

Z grafu je patrná výrazně vyšší účinnost jemného mramoru na zvýšení pH i separaci hliníku. Hrubý mramor byl při nízkých dobách zdržení nedostatečně účinný.

Závěr

Při úpravě vody je třeba pečlivě posoudit požadavky na kvalitu upravené vody (jaké pH má mít upravená voda, jaký obsah vápníku, korozní vlastnosti apod.) a také technologické a ekonomické možnosti.

Při volbě vhodného způsobu odkyselování je důležité zvážit zejména:

- Požadavek na výsledné pH
- Obsah agresivního oxidu uhličitého
- Přítomnost dalších kovů (Fe, Mn, Al)
- Výrobu (l/s) a dobu zdržení
- Nároky na prostor
- Požadavky na obsluhu
- Dostupnost zdroje v terénu v průběhu celého roku



Zásadní je při úpravě pH odkyselovací hmotou doba zdržení (a tím výroba a velikost zařízení). Pokud není dodržena dostatečná doba zdržení, nepracuje hmota efektivně. U mramoru je optimální doba zdržení 40 minut, u semidolu 10 až 20 minut. Pro dodržení doby zdržení jsou nutné filtry o značné velikosti. Pokud není možné dodržet požadovanou dobu zdržení, je nutné počítat často s výrazně nižší účinností.

Obrázek 4. OS Nová Huť – filtr s náplní jemného mramoru

Výhodou použití odkyselovacích hmot je dotace vody vápenatými příp. hořčnatými ionty a bezpečnost úpravy pH (není možné předávkování). Pozitivem je i nenáročnost na obsluhu (ve smyslu frekvence dohledu) a tím i možná aplikace na v zimě hůře dostupných lokalitách. Velkou nevýhodou jsou nároky na prostor a s tím spojené investiční náklady. Další nevýhodou jsou nároky na obsluhu při doplňování nebo výměně odkyselovací hmoty.

Výhodou alkalizačních činidel je přesnost dosažené hodnoty pH a malý nárok na prostor. Nevýhodou je problematika vysokého pH při poruše dávkování a vyšší agresivita upravené vody. Další nevýhodou je nežádoucí dotace sodíku do vody (byť při pokusu nebyla překročena limitní hodnota daná vyhláškou) a naopak nezvýšení koncentrace vápenatých iontů.



Při úvaze o vhodném způsobu odstraňování kovů je třeba také zvážit množství a kvalitu odpadních vod. Např. pokud jde o zdroj, který nevyhovuje pouze v ukazatelích pH a hliník, tak při použití jemného mramoru bude ve srovnání s pískovou filtrací vznikat minimum odpadních vod. Tyto OV budou ale vysoce zatížené hliníkem.

Obrázek 5. OS Nová Huť – praní filtru

Literatura

1. Vyhl. č. 252/2004 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.
2. KURKA J., ŠTOLBA F. Provoz a údržba vodovodních zařízení (1. vydání). SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1973. 488 s.