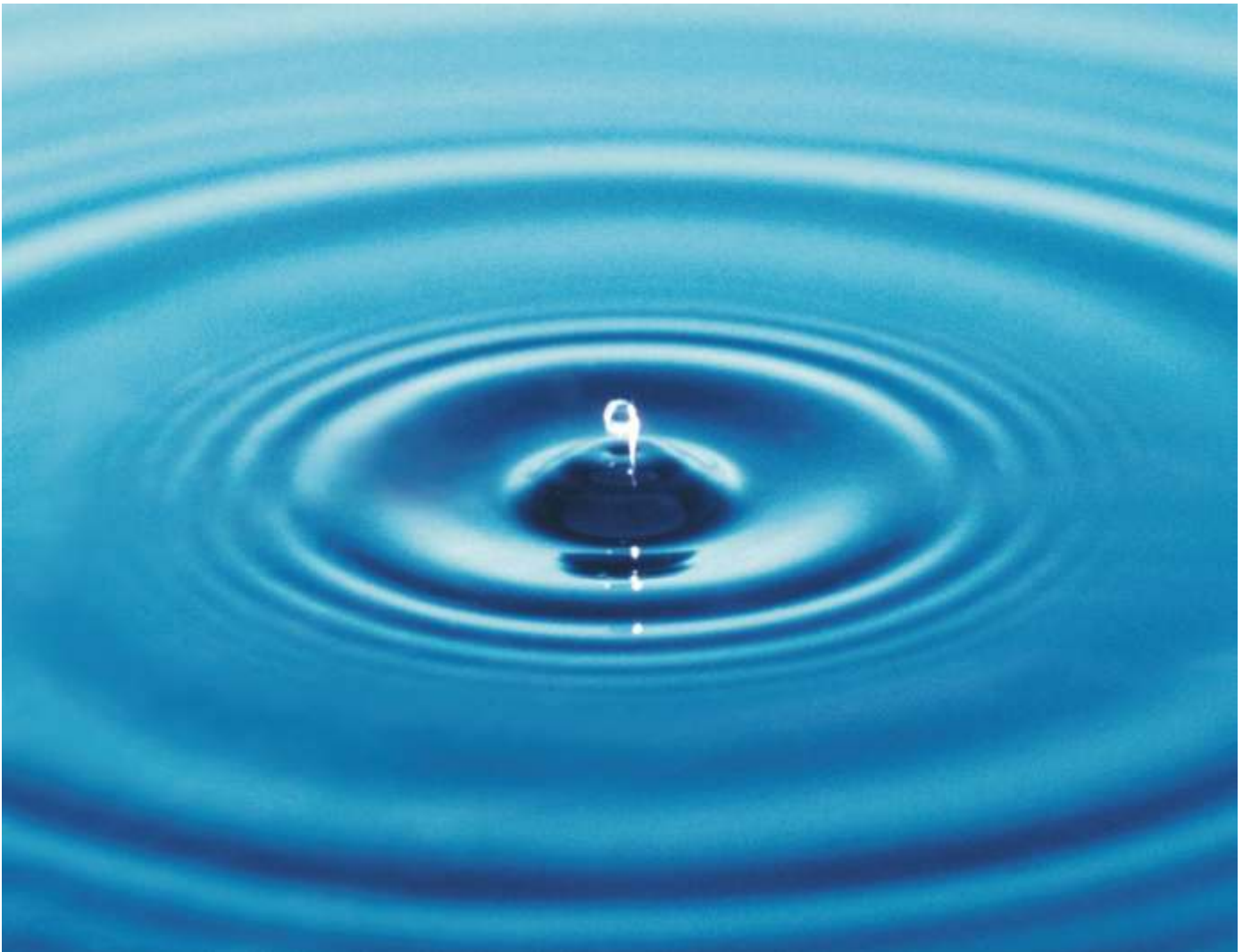




Technické plyny pro zlepšení kvality pitné vody



Voda - nejdůležitější a nejpřísněji kontrolovaná potravina

Implementace směrnice 98/83/EC Evropské rady do národních legislativ členských zemí EU přinesla nové, nižší limitní hodnoty pro nežádoucí látky obsažené v surové vodě, například specifické těžké kovy nebo organické halogeny.

To také znamená, že dodavatelé vody musí zajistit, aby pitná voda vyhovovala těmto limitním hodnotám - a to až k vodovodnímu kohoutku spotřebitele (Obr. č. 1).

Je tedy nutné odpovídajícím způsobem upravit chemii vody, aby se například zabránilo rozpouštění olova ve starších domovních rozvodech vody.

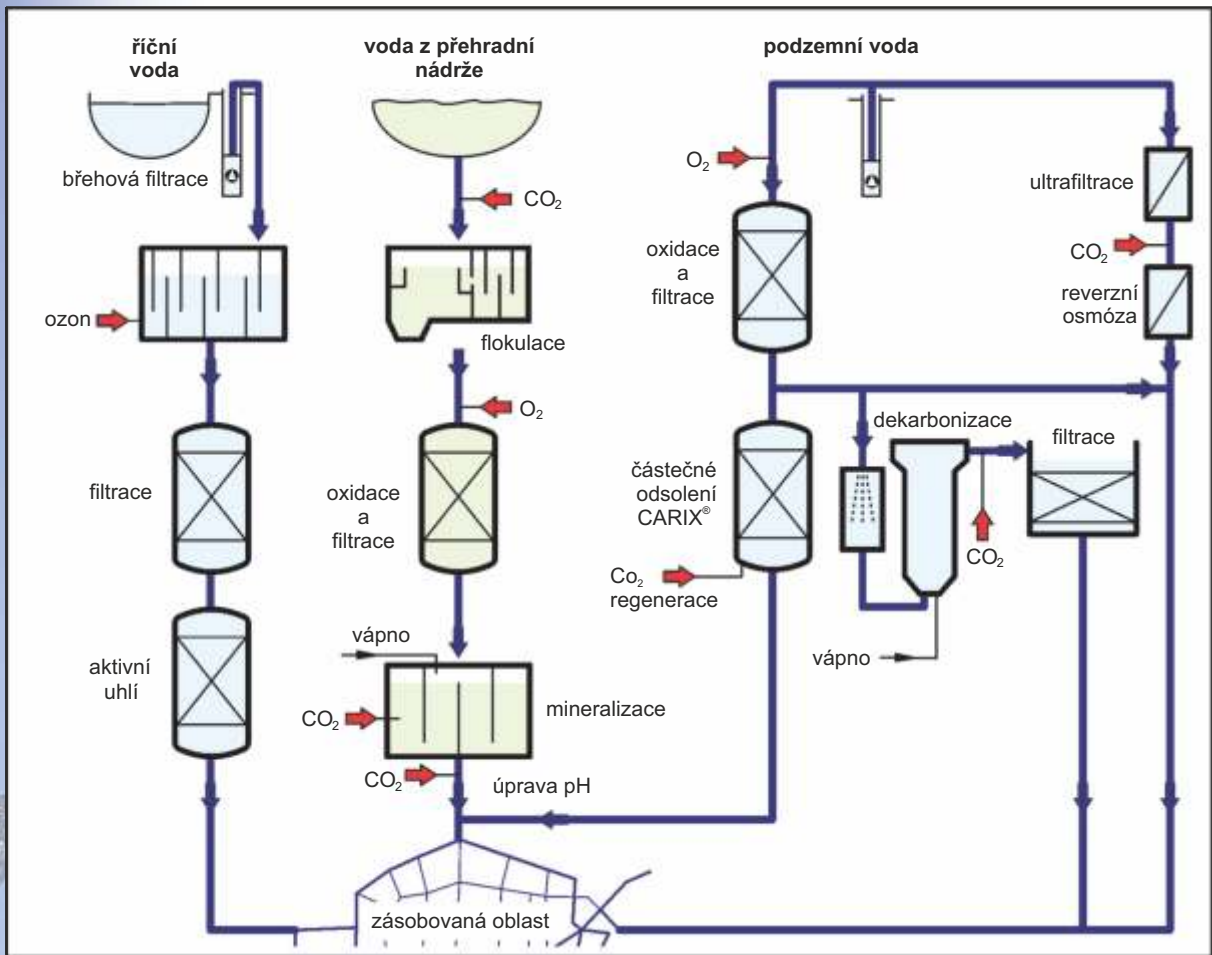
Technické plyny jsou často nezbytnou součástí mnoha technologií potřebných k dosažení těchto cílů (Obr. č. 2). Jsou použity jako látky, které jsou přirozenou součástí zdravé pitné vody, nezanechávají nežádoucí vedlejší produkty nebo kontaminaci a snižují náklady na úpravy vody. Tento prospekt prezentuje nejvýznamnější aplikace plynů při úpravě pitné vody

Kontrola pH je při úpravě vody zásadní. Kvalitní pitná voda by neměla být korozivní ani způsobovat usazování vodního kamene. Za tímto účelem musí být hodnota pH vody v rovnováze se stupněm její tvrdosti (Obr. č. 3).

Tvrdost je přirozenou vlastností vody a je způsobena zejména ionty vápníku a hořčíku. Zatímco určitý stupeň tvrdosti je zdravý a do určité hodnoty i nutný pro ochranu proti korozi, vysoká vápničková tvrdost není vhodná pro všechny spotřebitele. Tvrdá voda vyžaduje například časté odstraňování vodního kamene ze všech zařízení pro ohřev vody v domácnostech a také zvyšuje spotřebu mýdel a povrchově aktivních látek při praní a mytí. Proto je voda se středním stupněm tvrdosti obecně pokládána za nejvhodnější pitnou vodu.



Obr. č. 1: Pro pitnou vodu platí ty nejpřísnější normy. Naše plyny je pomáhají dosáhnout.

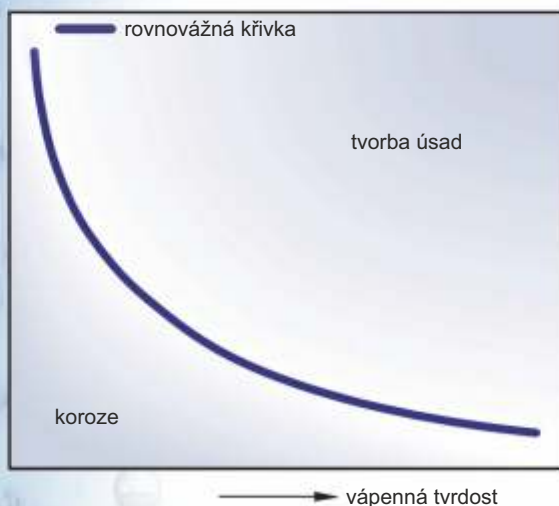


Obr. č. 2: Ilustrační obrázek - použití plynů v různých procesech výroby pitné vody

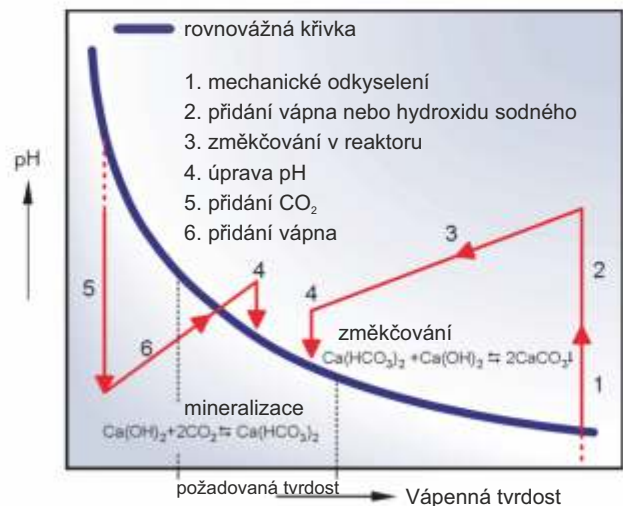
V mnoha národních doporučeních je uvedena velmi nízká limitní hodnota pro tvrdost vody. Měkčí voda o nízké tvrdosti je vždy mineralizovaná z důvodu prevence koroze v potrubí. Stále rostoucí počet vodáren zároveň provádí změkčování tvrdé nebo velmi tvrdé surové vody tak, aby vyráběly pitnou vodu, která je vhodná pro všechny potřeby domácností.

Většina procesů změkčování se provádí dekarbonizací v reaktorech s fluidní vrstvou.

Na vstupu do reaktoru se do vody přidává vápno nebo hydroxid sodný pro zvýšení hodnoty pH (Obr. č. 4). Výsledkem je vysrážení rozpuštěného vápníku ve formě uhličitanu vápenatého na částicích písku ve fluidní vrstvě. Tyto reakce zároveň snižují původní zvýšení pH. Často však nejsou hodnoty pH a zbytkové tvrdosti na výstupu z reaktoru v rovnováze a srážení uhličitanu vápenatého tak může pokračovat i mimo reaktor.



Obr. č. 3: Vliv hodnoty pH na kvalitu pitné vody

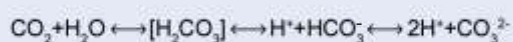


Obr. č. 4: Změkčování a mineralizace pitné vody pomocí vápna a oxidu uhličitého



Obr. č. 5: Rychlá dekarbonizace ve fluidním loži s dávkováním oxidu uhličitého na výstupu reaktoru

Následkem je tvorba úsad v potrubí a na ventilech a zkrácení životnosti filtrů. Pro potlačení tohoto procesu je nutná úprava pH pomocí kyseliny. Pro tuto aplikaci je výhodné použít kyselinu uhličitou. Kyselina uhličitá vzniká vnosem oxidu uhličitého do vody, kde dochází k rovnováze mezi rozpuštěným oxidem uhličitým a produkty - kyselinou uhličitou, hydrogenuhličitánem a uhličitánem:



Všechny tyto formy kyseliny uhličitě jsou přirozenými součástmi vody a nemění kvalitu pitné vody.

Společnost Messer instaluje zařízení pro dávkování oxidu uhličitého krátce před výstupem nebo do výstupu z reaktoru s fluidní vrstvou. Díky tomu je další srážení ihned zastaveno, což chrání následná zařízení před usazováním inkrustů (Obr. č. 5).

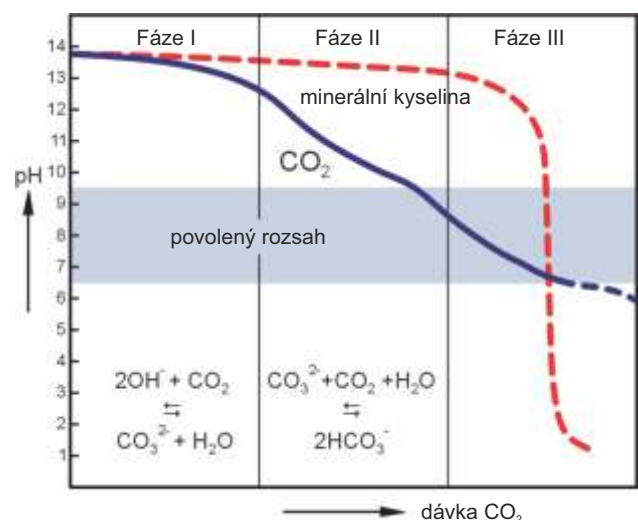
Kyselina uhličitá je kyselinou první volby

Při úpravě pitné vody je oxid uhličitý kyselinou první volby, protože má mnoho výhod ve srovnání minerálními kyselinami:

- Zamezení zvyšování solnosti vody, neboť nedochází ke zvyšování koncentrací síranů a chloridů. Toto je velice důležité pro korozní chemii vody.

- Úprava pomocí oxidu uhličitého je ekonomičtější než použití minerální kyseliny v kvalitě použitelné pro pitnou vodu.
- Skladování a manipulace s oxidem uhličitým je jednoduchá a bezpečná a nezpůsobuje korozi okolních zařízení.
- Oxid uhličitý umožňuje přesnější kontrolu pH při menších investicích – bez dávkovacích čerpadel, bezpečnostních prvků, jednodušší vnos atd. (Obr. č. 6).

Obrázek č. 6 schematicky znázorňuje neutralizační křivku pro oxid uhličitý v porovnání s křivkou silné minerální kyseliny s vyznačenou oblastí obvykle povolených hodnot pH.



Obr. č. 6: Porovnání neutralizačních křivek při použití oxidu uhličitého a minerálních kyselin

Plošší tvar neutralizační křivky u oxidu uhličitého ukazuje, že blízko neutrální oblasti má dávkování oxidu uhličitého za následek pouze malé změny pH. Tím je prakticky vyloučena možnost překyselení. Z toho důvodu není nutné použití náročné metody řízení. Také je nutno uvést, že trvalé dávkování malého a proměnného množství kyseliny je snazší v případě plynu než kapaliny. To je zejména důležité tehdy, když se úprava pH provádí v potrubí.

Mineralizace a remineralizace: klasická aplikace oxidu uhličitého

Surová voda z přehradních nádrží nebo z pramenů v žulových, pískovcových nebo čedičových oblastech může být velmi měkká. Tvrdost pod 0,5 mmol/l není výjimečná. Zároveň se v současné době stále zvyšuje množství pitné vody odsolované reverzní osmózou nebo destilací, která je charakterizována velmi nízkou alkaliitou. Taková voda je bez dalšího zpracování velmi agresivní. K prevenci koroze potrubí a zařízení je pak nutný mineralizační krok pro dosažení potřebné tvrdosti a pufrační kapacity o hodnotě nejméně 0,5 mmol/l. Protože do distribuční sítě často vstupuje pitná voda z více než jednoho zdroje, nastavuje se tvrdost vody obecně na hodnoty od 0,7 do 1,4 mmol/l. Běžně se však vyskytují vyšší hodnoty.

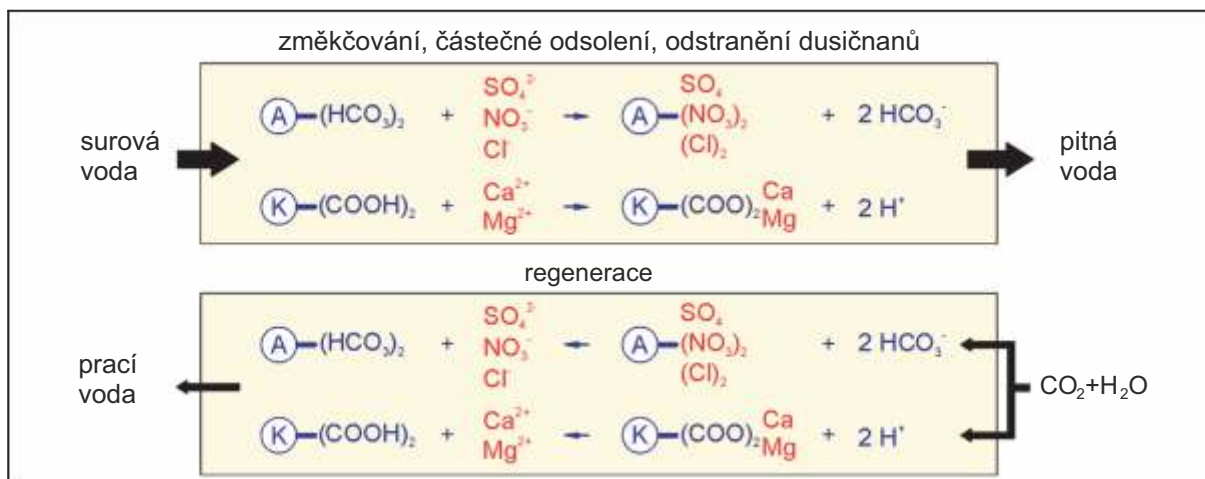
Nejekonomičtějším způsob mineralizace vody je založen na dávkování vyváženého množství vápna a oxidu uhličitého. Oxid uhličitý zajišťuje,

že veškeré vápno reaguje tak, že vytváří rozpustný hydrogenuhličitan vápenatý (Obr. č. 4).

Kromě změkčování je regulace pH pomocí oxidu uhličitého výhodná i v jiných procesech úpravy vody:

- V případě nanofiltrace nebo membránové reverzní osmózy okyselování vstupní vody pomocí oxidu uhličitého zabraňuje zanášení membrán vodním kamenem - dokonce i u velmi tvrdých surových vod o tvrdosti např. 7,5 mmol/l vápníku - čímž se udržuje konstantní produktivita. Vzhledem k tomu, že oxid uhličitý proniká membránami pro reverzní osmózu, upravená voda na výstupu již obsahuje většinu tohoto plynu nutného pro remineralizaci.
- Úprava pH pomocí oxidu uhličitého se používá také v případě flokulačního stupně, ve kterém jsou ze surové vody z řek nebo přehrad před další úpravou odstraněny malé a koloidní částice. V teplých povrchových vodách bývá v průběhu letního období zaznamenán nárůst pH i nad hodnotu 9, což je následek překotného růstu řas. Dávkování hlinitých solí jako flokulantu může v tomto případě vést k nežádoucímu zvýšenému rozpouštění hliníku ve vodě. Proto se během těchto období upravuje pH pomocí oxidu uhličitého z důvodu prevence nadměrného rozpouštění hliníku a optimalizace flokulace.





Obr. č. 7: Schématický popis procesu Carix®*

Částečné odsolení s využitím CO₂

Kombinace zvýšené tvrdosti, vysokého obsahu dusičnanů nebo vysoké koncentrace síranů či chloridů v surových vodách volá po úpravě procesem Carix®*. Proces Carix®* (Obr. č. 7) je založen na kombinovaném využití kationtového ionexu slabé kyseliny (adsorpce tvrdosti) a aniontového ionexu (adsorbce dusičnanů, chloridů a síranů). Oba ionexy jsou používány společně v jednom smíšeném loži a jsou i společně regenerovány pomocí oxidu uhličitého (Obr. č. 8).

Přednostmi procesu Carix®* jsou:

- Pro regeneraci je potřeba pouze oxid uhličitý. Vypouštějí se tedy pouze ty soli, které byly odděleny ze surové vody. U většiny instalovaných zařízení Carix® je dovoleno vypouštět prací vodu do řek či jiných povrchových vod.
- Tvrdost, obsahy síranů, chloridů a dusičnanů jsou sníženy na požadované úrovni v jednom kroku. Díky tomu je tento proces jednoduchý a ekonomický.
- Nevyužitý oxid uhličitý se během procesu recykluje, což ještě více zlepšuje jeho ekonomičnost.
- V neposlední řadě přispívá částečné odsolení pomocí technologie Carix® ke koroznímu indexu (Larsonův index). Nedochozí totiž pouze k redukci hydrogenuhličitanů (jako při dekarbonizaci pomocí vápna), ale též síranů a chloridů. V závislosti na složení surové vody může být poměr mezi aniontovým a kationtovým ionexem dokonce nastaven takovým způsobem, že bude např. preferováno odstraňování aniontů namísto změkčování.



Obr. č. 8: Zařízení Carix® s kapacitou 3 000 m³ za den.

*Carix® je registrovaná obchodní značka VA TECH WABAG.



Obr. č. 9: Dávkování kyslíku pomocí „oxygenátoru“ pro oxidaci a separaci železa a manganu

Oxidace pomocí kyslíku

Oxidační reakce se využívají v nejrůznějších krocích úpravy vody. Nejrozšířenějším je separace železa a manganu. Vodárny, které upravují podzemní vodu, musí většinou odstraňovat železo a mangan z důvodů potlačení inkrustace v rozvodném potrubí. Protože podzemní voda má prakticky nulový obsah rozpuštěného kyslíku, obsahuje železo a mangan v jejich rozpustné formě. Po obohacení podzemní vody kyslíkem oxiduje dvojmocné železo velmi rychle na trojmocné za tvorby hydroxidu železitého, který je zachycován na filtrech. Za odpovídajících podmínek dochází také k oxidaci manganu a odfiltrování nerozpustného oxidu manganičitého.

Dle stechiometrie vyžaduje oxidace železa a manganu pouze malé množství kyslíku. Z tohoto důvodu lze požadovaného obohacení kyslíkem dosáhnout pomocí vzduchu. Nicméně použití procesu Oxysolv® společnosti Messer, který využívá čistý kyslík je ekonomičtější a má mnoho výhod:

- Použití kyslíku namísto vzduchu často vede ke zvýšení průchodnosti filtru mezi proplachovacími cykly. Tímto se minimalizují ztráty

vody při proplachování a také se snižují náklady na zpracování či vypouštění proplachovací vody. Provzdušňování obvykle znamená i přesycení vody dusíkem, zejména pokud je použito tlakové provzdušňování. Během provozu způsobuje tlaková ztráta na filtrech přechod dusíku do plynného stavu a jeho akumulaci ve filtrační vrstvě ve formě mikrobublinek. Ty následně filtr blokují a je tedy nutné jeho brzké proplachování. Použitím čistého kyslíku namísto vzduchu je tomuto jevu zabráněno a je dosaženo delších provozních dob filtru.

- Kyslík zabraňuje „bílé vodě“ v kohoutku. Při intenzivním provzdušňování dochází ke zpětné tvorbě plynného dusíku v rozvodkách a v kohoutcích u koncových odběratelů pitné vody. Odběratel toto pozoruje jako tzv. bílou vodu.
- U čistého kyslíku lze snadno dosáhnout koncentrací kyslíku nad 20 mg/l. Toto je důležité v případě, kdy neupravená voda obsahuje také amoniak, metan a sulfan. Oxidace těchto látek vyžaduje totiž mnohem vyšší koncentrace kyslíku.
- Kyslík je čistá, hygienická a kvalitní látka. Použitím kyslíku se předejde hygienickým nebo sensorickým problémům (např. zápach).
- Je potlačováno vystripování oxidu uhličitého z měkké vody, neboť je dávkováno pouze nutné množství kyslíku a nedochází k vytěšňování oxidu uhličitého velkými objemy vzduchu. Oxid uhličitý tak zůstává v surové vodě k dispozici pro následnou mineralizaci.

Díky uvedeným výhodám je použití čistého kyslíku ekonomičtější než tlakové provzdušňování. Nízké investice i provozní náklady a významně nižší náklady na údržbu a čištění kompresorů a ventilů hovoří jednoznačně ve prospěch kyslíku. Tyto výhody vedly k aplikacím čistého kyslíku v mnoha německých vodárnách, kde se o nich hovoří jako o nejkročilejších technologiích (Obr. č. 9).

Ozon

V případě, že jsou tradiční čisticí kroky (flokulace, filtrace a/nebo chlorace) nedostatečné pro zajištění kvality a zdravotní bezpečnosti pitné vody, používá se oxidace ozonem, který je vedle fluoru nejsilnějším dostupným oxidačním činidlem. Ozon je zároveň přátelský k životnímu prostředí - výsledkem jeho působení jsou obvykle neškodné oxidační produkty a kyslík. Díky tomu nezanechává žádné nežádoucí vedlejší produkty a nezhoršuje sensorické vlastnosti vody.





Obr. č. 10: Moderní generátory ozonu jako je toto zařízení o výkonu 3 kg O₃/h používají čistý kyslík

Ozonizace se uplatňuje v procesu úpravy pitné vody mnoha způsoby:

- Ozon se používá k dezinfekci, často v kombinaci s UV zářením. V porovnání se sloučeninami chlóru ozon účinkuje rychleji na bakterie (např. legionela), cysty, spory, plísně, parazity, cryptosporidium (druhy prvoků, které způsobují průjem) a je mnohem účinnější proti virům. Použití ozonu také zamezuje tvorbě chloraminů a ostatních chlorovaných uhlovodíků – produktů chlorace.
- Ozon se používá také pro oxidaci železa a manganu tam, kde jsou tyto kovy organicky zakomplexovány v huminových kyselinách a nelze je oxidovat čistým kyslíkem.
- Ozon zamezuje růstu řas a zabraňuje tvorbě biologických povrchových slizů.
- Ozon se používá k oxidaci (odolných) organických látek. Dochází tak ke zlepšení sensorických vlastností - barvy, turbidity, zápachu a chuti. Často se používá v kombinaci s filtry s granulovaným aktivním uhlím (GAU) pro likvidaci pesticidů. Ozon také rozbíjí prekurzory tvorby halogenů (CHX₃). To je důležité při následném chlorování na vstupu do distribuční sítě.
- Ozon zlepšuje flokulaci.

Ozon, tříatomová forma kyslíku, není stabilní a je tedy nutné jej vyrábět na místě spotřeby (Obr. č. 10). Zejména pro střední a velké úpravy vody je použití čistého kyslíku pro jeho výrobu ekonomičtější než vzduch – nevyžaduje nákladné zařízení pro odstranění vlhkosti, stopových prvků a jemných pevných nebo kapalných částic, které by mohly ovlivňovat životnost generátorů ozonu. Kyslík dále umožňuje dosáhnout mnohem vyšších koncentrací ozonu ve výstupním plynu (10 - 15 hmotnostních %). Z toho důvodu jsou ozonové generátory a injektory kompaktnější, méně nákladné a s výrazně nižší spotřebou energie. Výsledkem je, že všechny moderní ozonové instalace např. v Německu či Velké Británii používají čistý kyslík. Ten se již prosadil i v České republice. Také mnoho starších vzduchových generátorů ozonu je nahrazováno generátory ozonu na čistý kyslík, což přináší významné úspory nákladů na monitoring a údržbu jednotek pro přípravu vzduchu.

Závěr

Od zdroje až k vodovodnímu kohoutku se používá oxid uhličitý (pro úpravu pH, změkčování, mineralizaci, částečné odsolování, atd.), kyslík nebo ozon (oxidace a dezinfekce) a to v celém řetězci procesu úpravy vody surové na vodu pitnou. Tým kvalifikovaných vědců, inženýrů a techniků firmy Messer má rozsáhlé zkušenosti s aplikacemi zde popsaných metod a odpovídající know-how pro používání technických plynů v uvedených procesech. Poskytují konzultace a nabízejí řešení, které je tvořeno inženýrskou činností, hardwarem a dodávkami technických plynů a upraveno dle aktuálních požadavků zákazníka. Výsledkem je více než 200 referenčních instalací, kterými byly v minulých letech vybaveny úpravy vody po celé Evropě.

MESSER 
Gases for Life

Messer Technogas s. r. o.
Zelený pruh 99
140 02 Praha 4

Tel: + 420 241 008 215
Fax: +420 241 008 217
david.bek@messergroup.com
www.messer.cz

Part of the Messer World 