

Aktivní uhlí a UV dezinfekce - technologie pro úpravu pitných vod

Jaroslav Kopecký
Jako, s.r.o.

Filtrace přes **aktivní uhlí** a **dezinfekce UV zářením** patří mezi technologie, které jsou v poslední době stále častěji používány pro zkvalitnění úpravy pitných vod ve vodárnách.

Aktivní uhlí

Co je aktivní uhlí

Aktivní uhlí je vysoce porézní uhlík s obrovským povrchem. Je to je soubor grafitových destiček, jejichž vzájemná vzdálenost tvoří **póry**: **mikropóry** (< 1 nm), kde se odehrává adsorpce organických látek na povrchu aktivního uhlí a **transportní póry** (makropóry), které umožňují přístup organických molekul k aktivním centrům aktivního uhlí (mikropórum).

Četnost mikropórů a transportních pórů určuje vlastnosti aktivního uhlí a jeho vhodnost či nevhodnost pro úpravu pitných vod.

Pro "**správný**" **poměr mikropórů a transportních pórů** je rozhodující materiál, ze kterého se aktivní uhlí vyrábí - **černé uhlí, kokosové skořápky, dřevo** a další materiály.

Aktivní uhlí vyrobené z **černého uhlí** má většinou vhodný poměr mikropórů a transportních pórů, zatímco u aktivního uhlí vyrobeného z kokosových skořápek výrazně převažují mikropóry, u aktivního uhlí vyrobeného z dřeva makropóry.

Parametry aktivního uhlí

Parametry charakterizující aktivní uhlí jsou:

- **velikost částic** (mesh size). Důležitá je garance výrobce na distribuci velikosti částic aktivního uhlí (např. u typů Filtrasorb 100/300 Chemviron Carbon garantuje, že průměrná velikost částic je 1.6 mm, ne více než 15% je větších než 2.36 mm a ne více než 4% je menších než 0.60 mm).
- **hustota** (density). Rozeznáváme sypanou hmotnost (**apparent density**), což je max. hustota po vibračním setřesení, "**bed density**" (v případě pitné vody se nazývá "backwashed & drained density"), která se používá pro přepočítání objemu a hmotnosti aktivního uhlí a další jako jsou "bulk density", "real density", atd.

Rozdíl mezi běžně udávanou sypanou hmotností a hustotou "bed density" je ca **15%** pro aktivní uhlí vyrobená z černého uhlí.

- **celkový povrch** (total surface area; BET) v m^2/g . Větší část celkového povrchu se nachází v mikroporech ($< 1 \text{ nm}$), které jsou "odpovědné" za adsorpci. Tento parametr má význam hlavně v plynné fázi, pro úpravu vod má omezenou vypovídací hodnotu, protože nepopisuje rozložení **mikropórů** ($< 1 \text{ nm}$), **mesopórů** ($< 25 \text{ nm}$) a **makropórů** ($> 25 \text{ nm}$) v aktivním uhlí. **Transportní póry** (makropóry) jsou odpovědné za "přísun" molekul polutantů k mikropórům.

- **jódové číslo** (iodine #) částečně charakterizuje sorpční vlastnosti aktivního uhlí. Upozorňuji, že tento parametr indikuje celkovou porozitu, ale zcela nevypovídá o sorpčních vlastnostech aktivního uhlí ve vodárenství. Jako příklad uvádím Filtrasorb 400 (j.č. min 1050), které má horší sorpční vlastnosti pro chlorované uhlovodíky než Filtrasorb 200 (j.č. min 850).

- **dechlorační půlhodnota** (chlorine half length), která vyjadřuje účinnost a životnost aktivního uhlí při odstraňování oxidačních látek typu **ozon**, **chlordioxid** nebo **chlor**. Upozorňuji, že princip odstraňování oxidačních látek (kombinace katalýzy rozkladu oxidačního činidla a reakce na povrchu aktivního uhlí) je odlišný od odstraňování (adsorpce) organických polutantů (např. snižování CHSK).

Čím **nižší je dechlorační půlhodnota**, tím je **aktivní uhlí účinnější** a má **delší životnost** pro odstraňování oxidačních látek typu ozon, chlordioxid nebo chlor.

Dechlorační půlhodnota je výška sloupce aktivního uhlí v cm, na kterém se sníží koncentrace chlóru ve vodě na 50% (z 5 ppm na 2.5 ppm při lineární rychlosti 36 m/h).

- **otěr** (abrasion) je indikátorem mechanické pevnosti granulovaného (zrněného) aktivního uhlí v kapalné fázi.

- **tvrdost** (hardness) udává, kolik aktivního uhlí zůstane na příslušném síti po analýze velikosti částic. Tento parametr je vhodný pro aplikace v plynné fázi, nikoli v kapalné, protože vyjadřuje mechanickou degradaci jednoho rozměru granule (zrna) aktivního uhlí a ne zmenšení průměru.

Parametry "**otěr**" a "**tvrdost**" nelze zaměňovat, protože v číselných hodnotách je velký rozdíl. Např. pro aktivní uhlí Filtrasorb 100 je garantovaný otěr > 75 , typický 85, zatímco tvrdost je 95.

- **koeficient stejnoměrnosti** je indikátorem distribuce velikosti částic aktivního uhlí. Čím je hodnota menší, tím je rozdíl velikosti nejmenších a největších částic menší. Tento parametr má význam pro konverzi pískových filtrů, tj. náhradu filtračních písků aktivním uhlím.

- **obsah popela** (ash content) nemá praktický význam ve vodárenství. Tento parametr má význam pro speciální aplikace, např. čištění parních kondenzátů, kde je důležitá vodivost. V těchto případech se obsah popela snižuje promytím aktivního uhlí kyselinou nebo louhem (ve výrobním závodě nebo přímo u zákazníka).

- **obsah vody při balení** (moisture as packed). Tento parametr má obchodní význam, protože udává, kolik zákazník platí za vodu a kolik za aktivní uhlí
- dále upozorňuji na známý fakt, že **struktura aktivního uhlí** vyrobeného z černého uhlí je jiná než struktura aktivního uhlí vyrobeného z jiných materiálů, např. z kokosových skořápek. Aktivní uhlí vyrobená z uhlí (např. **Filtrisorb**) mají mnohem více **transportních pórů** než aktivní uhlí vyrobená z kokosových skořápek. Transportní póry umožňují molekulám organických polutantů "přístup k adsorpčním místům" aktivního uhlí, tj. k mikroporům.

Reaktivace

Reaktivací rozumíme odběr aktivního uhlí v úpravně vody speciální autocisternou, transport do reaktivčního centra závodu, vlastní reaktivaci prováděnou zahříváním na různé teploty, doplnění úbytku aktivního uhlí při reaktivaci novým aktivním uhlím, transport zpět k zákazníkovi speciální autocisternou a naplnění do filtrů.

Cena reaktivace (ca 2/3 ceny nového aktivního uhlí) zahrnuje výše uvedený postup (odebrání, transport, vlastní reaktivace, transport zpět, naplnění).

Dezinfekce UV zářením

Co je UV záření

UV je záření od ca 100 do 400 nm. Germicidní účinky má oblast UV záření ca 200-320 nm.

Princip dezinfekce UV zářením je chemická změna DNA při maximu 260-265 nm, která způsobuje inaktivaci reprodukce mikroorganismů nebo jejich usmrcení.

Výhodou dezinfekce UV zářením oproti jiným prostředkům (např. chlóru a ozónu) je spolehlivost dezinfekce, žádná tvorba vedlejších produktů dezinfekce jako THM v případě chlóru, či bromičnanů v případě ozónu, žádná změna organoleptických vlastností upravované vody, žádný dopad na životní prostředí, snadnost a bezpečnost provozu UV zařízení.

Reaktivace

Konvenční nízkotlaké UV lampy, které vyzařují UV záření při 254 nm, poškozují pouze DNA, ale ne enzymy a jiné části mikroorganismů. Ty mohou za určitých podmínek opravit poškozené místo DNA (reaktivovat DNA) a umožnit další pomnožování mikroorganismů.

Možnost reaktivace mikroorganismů byla jednou ze dvou hlavních námitek hygieniků proti náhradě chlóru UV zářením

Speciální "**MultiWave**" UV lampy firmy Berson vyzařují **polychromatické UV záření** (200-400 nm) o vysoké intenzitě, které poškozují nejen DNA, ale také enzymy při ca 280 nm a buněčné membrány při ca 220 nm, a tím **vylučují možnost reaktivace mikroorganismů**.

Druhotné znečištění

Druhotné znečištění, které můžeme charakterizovat jako opětovný růst mikroorganismů způsobený vnějšími vlivy, bylo druhou vážnou námitkou hygieniků proti UV dezinfekci.

Druhotnému znečištění můžeme **předcházet správným provozem** rozvodné sítě pitné vody, tj. udržováním přetlaku v síti, pravidelným proplachováním sítě (1-2x/rok), občasnou šokovou dávkou chlóru, údržbou sítě (tak, aby se předcházelo poruchám; v případě poruch k rychlému odstarnění závady a propláchnutí opraveného místa před napojením na síť), **udržováním biologické stability** upravené vody v síti (např. sledováním AOC) a **používáním polychromatickým lamp o velkém výkonu**.

Závěrem uvádím **první použití UV zařízení na úpravu pitné vody na úpravně v ČR** (Pardubice-Mokošín), kdy po ca 15-ti měsíčním odzkoušení bylo UV zařízení uvedeno do stálého provozu.

Ing. Jaroslav Kopecký, CSc.
Jako, s.r.o.
Družstevní 72
250 65 Líbeznice
Česká republika

tel.: +420-2-8398-1432, -0128
fax: +420-2-8398-0127
web: www.jako.cz
e-mail: jkjako@mbox.vol.cz