

# **FILTRAČNÍ MÉDIA A IONTOMĚNIČE**

Ing. Jiří Houžvička  
GHC Invest, s.r.o.  
[houzvicka@ghcinvest.cz](mailto:houzvicka@ghcinvest.cz)

---

## **A. Filtrační média**

**Filtrace** - oddělování složek směsi o dvou fázích pomocí propustného materiálu (filtračního média, filtrační přepážky), kterým prochází pouze jedna z obou fází. Nejčastěji se odděluje kapalina od tuhých látek, které jsou v ní rozptýleny. Účelem filtrace v bazénové technologii je získání kapaliny (vody) zbavené mechanických nečistot.

- 1) **Křemenný písek** – klasické filtrační médium, může se lišit pouze zrnitostí případně i tvrdostí zrn, sytná hustota zhruba  $1500 \text{ kg/m}^3$ . Je nutné používat skutečně křemenný praný písek, kde mají jednotlivá zrna ostré hrany. Písek s oblémi zrny není pro filtraci vhodný.
- 2) **Diatomit** – rozsivková zemina (křemelina), usazeniny vzniklé z drobných rostlinek - rozsivek, větší povrch jednotlivých zrn a jejich nasákavost jsou dány porozitou materiálu, je lehčí než písek. Křemelina by se správně neměla používat pro normální způsob filtrace. Vynikající filtrační účinek má tento materiál v tzv. náplavových filtrech, kdy se po pracovním cyklu při praní odstraňuje i filtrační médium, tj. každý pracovní cyklus se filtruje na novou náplň, která se do filtru musí naplavit. Křemelina dokáže zachytit i částice o velikosti  $1-3 \text{ }\mu\text{m}$  (písek až od  $10 \text{ }\mu\text{m}$ ), takže zachytí i jednobuněčné organismy (bakterie, plísně, spory, řasy). S touto filtrační náplní není nutné používat vložkovače. Diatomit je zpevněnou formou, kterou je možno použít i jako náplně do normálního filtru, kapacita takového filtru je ovšem výrazně nižší než při použití křemeliny ve filtru náplavovém a i velikost zachycovaných částic je větší.
- 3) **Zeolit** – nerostná surovina vulkanického původu tvořená především klinoptilolitem, vytěžená surovina se upravuje drcením a tříděním podle zrnitosti. Většinou je lehčí než písek, sytná hustota okolo  $1100 \text{ kg/m}^3$ . Funguje i jako přírodní iontoměnič – katex.

- 4) **Granátový písek** – malá zrnka surového granátu, velmi tvrdá zrna, zhruba  $2000 \text{ kg/m}^3$  – používá se zejména ve vícevrstvých filtrech, kde je nutné dosáhnout velmi kvalitní filtrace.
- 5) **Antracit** – nejkvalitnější černé uhlí, vysoký obsah uhlíku (až 96 %), relativně velký povrch, zhruba  $750 \text{ kg/m}^3$ . Částečně adsorpční médium. V podmínkách bazénářské technologie se používá zejména ve dvouvrstvých filtrech spolu s vrstvou křemenného písku.
- 6) **Aktivní uhlí** – není klasické filtrační médium, používá se v kontaktních tělesech (nesprávně filtrech, i když strojírensky to filtry jsou) zařazené za klasickými pískovými filtry, kde dochází na jeho velmi velkém povrchu ( $1 \text{ cm}^3$  aktivního uhlí (asi  $0,25\text{g}$ ) má vnitřní povrch kolem  $1.000.000 \text{ cm}^2$ , což odpovídá ploše  $10 \times 10 \text{ m}$ ) k adsorpci některých látek (chlor volný i vázaný, THM, ozón a další plyny, halogenované uhlovodíky s kratšími řetězci, barviva, některé těžké kovy). Přesněji řečeno ozón se na aktivním uhlí neadsorbuje, ale reaguje s ním za vzniku oxidu uhličitého, který se následně na zbytku aktivního uhlí zachytí. Připravuje se karbonizací antracitu, dřeva, kostí nebo kokosových skořápek.
- 7) **Aktivní koks** – velmi podobné vlastnosti jako aktivní uhlí, poněkud menší adsorpční kapacita je vyvážena velmi přijatelnou cenou oproti aktivnímu uhlí

Pro správnou funkci filtrace je nutné zvolit vhodné filtrační médium tedy například písek, diatomit, zeolit, atd. A podle charakteru filtrované kapaliny také vhodnou zrnitost filtračního média.

### **Jednovrstvá filtrace**

Filtry s náplní jednoho filtračního média, většinou písku, mají tu výhodu, že pořizovací náklady na náplň jsou relativně nízké. Mají však jeden problém: čím menší jsou zrna filtračního materiálu, tím jemnější částice se dají z filtrované kapaliny odstranit (to potřebujeme), ale tím rychleji se vyčerpá kapacita, protože dojde k „zahlcení“ filtrační přepážky většími částicemi. Tento problém lze odstranit pouze použitím vícevrstvé filtrace.

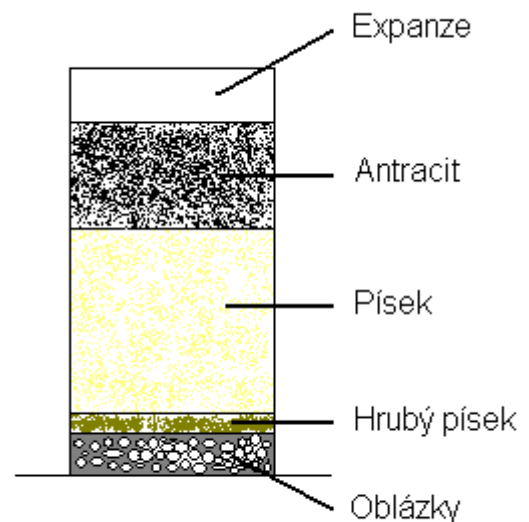
### **Vícevrstvá filtrace**

Pokud chceme zvýšit kapacitu filtru je potřeba použít několik druhů filtrační náplně, přičemž nejjemnější zrna by se měla nacházet ve spodní části filtru a nejhrubší v části vrchní. Toho

samozřejmě nelze docílit pouhým navrstvením různých zrnitostí křemenného písku. Takové rozvrstvení totiž ve filtru zůstane pouze do prvního praní. Při usazování filtrační náplně po praní totiž dojde k zákonitému převrstvení podle váhy jednotlivých vrstev (největší zrna se postupně přesunou do spodní části filtru a nejmenší se logicky vyplaví nahoru).

#### *Dvouvrstvá filtrace*

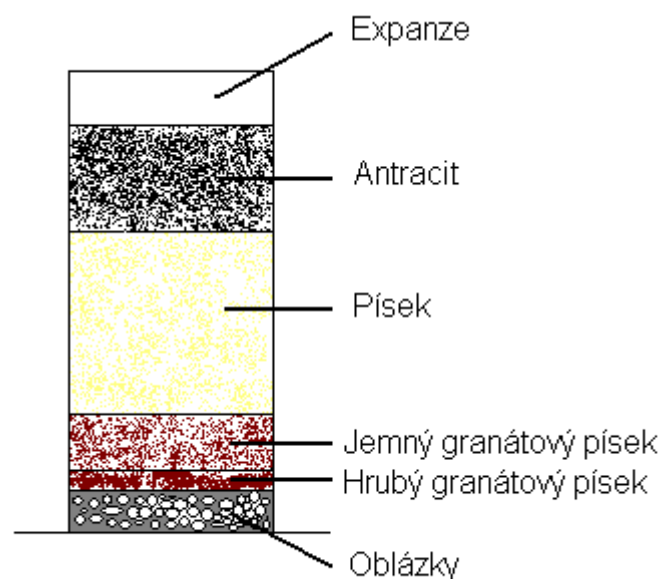
Základní nejjednodušší vícevrstvou filtrace je filtrace dvouvrstvá, kdy se jako vrchní vrstva nad normální náplň písku přidá slabší vrstva (zhruba 1/3 až 1/2 vrstvy písku, možno i 1:1) antracitu, který je podstatně lehčí než písek. Antracit tedy může mít vyšší zrnitost než písek bez rizika převrstvení při praní. Větší částice se zachytí na vrstvě s antracitem, menší částice přes ni projdou a zachytí se až na vrstvě s pískem. Kapacita filtru s použitím dvou vrstev je zhruba o 50 % vyšší než kapacita jednovrstvého filtru stejné velikosti. Zvýšením kapacity filtru dochází k významné úspoře prací vody a energie potřebné na praní, neboť dojde k velmi výraznému prodloužení pracovního cyklu filtru.



#### *Třívrstvá filtrace*

Další zvýšení kapacity filtru, a tím prodloužení pracovního cyklu, je možné přidáním třetí vrstvy filtračního materiálu. Teoreticky platí, že čím více vrstev filtr má, tím roste jeho kapacita. Prakticky jsme ale omezeni výběrem vhodných filtračních médií o dostatečně různé sypné hustotě.

V úvahu by mohlo připadat použití granátového písku jako nejspodnější a nejjemnější vrstvy, jistě mi všichni dají za



pravdu, že taková možnost v bazénové technologii neexistuje, vzhledem k jeho nákladnosti. Jako přijatelné řešení by se mohlo jevit použití zeolitu nebo rozsivkové zeminy, jako prostřední vrstvy mezi pískem a antracitem. Zeolit je totiž lehčí než písek (zhruba 1100 – 1200 kg/m<sup>3</sup>) a jeho cena je zhruba srovnatelná s cenou antracitu.

### **Aktivní uhlí**

Uhlík je nejrozšířenějším prvkem na Zemi. Mezi nejběžnější formy uhlíku patří uhlí, skořápky kokosových ořechů, dřevo, rašelina a lignit. Uhlí, skořápky kokosových ořechů a dřevo jsou nejdůležitějšími surovinami, používané při výrobě aktivního uhlí.

Vybrané suroviny se zpracovávají při teplotách 200 - 300 °C, aby se odstranily přirozeně těkavé složky a zbývající vlhkost. To je počáteční krok karbonizace. Následně probíhá při teplotách 900 - 1000 °C aktivace, kdy se ještě kontrolovaně k surovině přivádí vodní pára jako oxidační činidlo. Vyrobené aktivní uhlí je vysoce účinným adsorbentem s množstvím rozdílně velkých pórů, od mikropórů (molekulární rozměry,  $r < 1$  nm) přes mezopóry ( $1 \text{ nm} < r < 25$  nm) až po makropóry ( $r > 25$  nm).

Zrněné uhlí, které se v bazénové technologii používá nejvíc, je uloženo adsorbérech (kontaktních tělesech) s pevným lůžkem (sítnicí s tryskami) nebo s difuzérem. Stacionární vrstvou aktivního uhlí protéká proud vody (většinou shora dolů). Pro odstranění hrubých nečistot se musí použít předřazené pískové filtry. Hrubé nečistoty by totiž velmi rychle „ucpaly“ póry v aktivním uhlí, a tím by došlo k velmi rychlému vyčerpání adsorpční kapacity. Případné zbytkové nečistoty se odstraňují z aktivního uhlí zpětným proplachem. Rámcové podmínky pro úpravu vody na aktivním uhlí jsou následující:

- doba kontaktu podle typu použitého akt. uhlí 5 – 30 minut, max. 60 minut
- průtoková rychlost 5 - 15 m/hod,
- výška vrstvy min. 0,5 m, běžně 1,5 - 3 m,
- poměr filtrační výšky k průměru filtr. vrstvy asi 2 : 1,
- rychlost zpětného proplachu 30 - 40 m/hod (počítá se s 30 % expanzí vrstvy).

Někdy se používá práškové aktivní uhlí. V takovém případě se aplikuje přímo do vody tak, aby byla zajištěna dostatečná doba kontaktu, po níž musí být odfiltrováno.

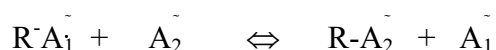
## B. Intoměniče – ionexy

Obecně se jedná o ve vodě nerozpustné sloučeniny, které jsou schopny z roztoku, se kterým jsou v kontaktu, „vychytávat“ kationty nebo anionty a nahrazovat je jinými. Po vyčerpání je možné je regenerovat roztoky solí nebo kyselin či zásad. Regenerační činidlo musí obsahovat ionty, které iontoměnič uvolňuje do vody místo těch, které na sebe naváže.

Je nutné si uvědomit, že k výměně iontů nedochází tak, že by se iontoměnič rozpouštěl. Je to vlastně nosič, na kterém je uchycena aktivní (funkční skupina). Teprve na této aktivní skupině je navázán příslušný kationt nebo aniont, který se do vody vpraví místo iontu zachytávaného. Zachycení iontů ionexem se nazývá **sorpce**, vymývání zachyceného iontu jiným iontem **eluce**. Elucí se současně regeneruje vyčerpáný ionex.

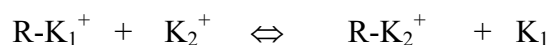
Dělení podle několika kritérií:      anexy a katexy  
   přírodní a syntetické  
   selektivní a neselektivní

**Anexy** – mají schopnost vyměňovat anionty (např.  $\text{NO}_3^-$  za  $\text{Cl}^-$ ). Výměnu aniontů na anexu popisuje tato rovnice



Symbol R je nosič s aktivní skupinou a  $\text{A}_1^- + \text{A}_2^-$  vyměňované anionty.

**Katexy** – vyměňují kationty (např.  $\text{Ca}^{2+}$  nebo  $\text{Mg}^{2+}$  za  $\text{Na}^+$ ). Výměnu kationtů na katexu můžeme zjednodušeně zapsat rovnicí:



kde R představuje nosič s aktivní skupinou a  $\text{K}_1^+$  a  $\text{K}_2^+$  vyměňované kationty.

Typickým příkladem přírodního katexu je zeolit, který se používá pro vyvázání amoniakálního dusíku z vody, přičemž místo iontů  $\text{NH}_4^+$  do vody uvolňuje převážně kationty vápníku a hořčíku.

Syntetické ionexy jsou uměle připravené látky, kde nosičem bývají makromolekulární látky (většinou syntetické pryskyřice), které mají různou aktivní skupinu.

Selektivní iontoměniče jsou převážně synteticky připravené a odstraňují z vody pouze určité ionty. Neselektivní pracují tak, že z vody vyvazují všechny kationty nebo anionty. Takové ionexy se používají pro přípravu demineralizované vody, kdy katex zachytává všechny kationty a anex všechny anionty.

V bazénové technologii se iontoměniče příliš nevyužívají, a když tak spíše neuvědoměle ve formě zeolitu, který se používá spíše jako filtrační médium. Protože aby mohl správně fungovat jako iontoměnič, muselo by být kontaktní těleso (kolona) s náplní zeolitu umístěno až za pískovými filtry.

Možnost využití iontoměničů v bazénech je tedy velmi omezené, je možné je používat, a používají se, katexy pro změkčení napouštěné a dopouštěné vody, tam kde jsou velké problémy s tvrdou vodou a souvisejícím vznikem usazenin vodního kamene.