

VZTAH MEZI HYDRAULICKÝM ŘEŠENÍM, KONSTRUKCÍ A FUNKCÍ VODÁRENSKÝCH FILTRŮ, PRANÝCH VODOU A VZDUCHEM

Ing. Vladimír Novák, CSc.

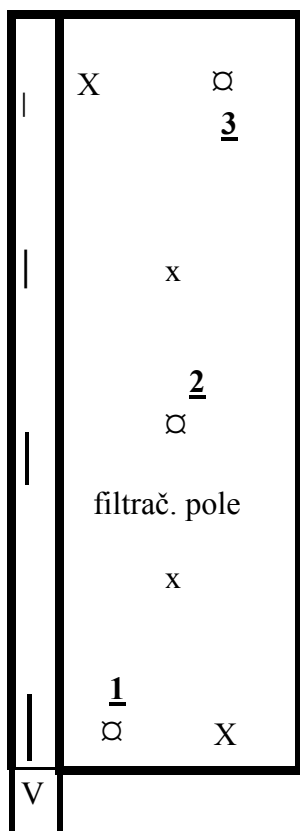
AQUAFILTER v.o.s. Praha

Filtry jsou velmi důležitým technologickým zařízením úpraven vod. Jejich funkce má podstatný vliv na kvalitu vody i na hospodárnost provozování celé úpravný vody.

Hydraulické řešení a konstrukce filtru jsou navzájem úzce svázané a značně ovlivňují funkci filtru. Funkce filtru je však dána i chemickými látkami použitými pro úpravu vody, zvolenou filtrační náplní, intenzitami a dobami praní i dalšími vlivy podle konkrétních podmínek dané ÚV.

Proto by provozovatel i vlastník úpravný vody měl mít potřebné podklady o tom, jak filtry pracují jako celek i jak pracují jejich hlavní části, jaká je jejich průměrná životnost apod. Především by měl získat dostatečné podklady o skutečné funkci:

- drenážního systému a těsně navazujících přívodní kanálů nebo potrubí prací vody;
- žlabů nebo potrubí, kterými se do filtračních polí přivádí k filtraci tzv. surová voda;
- filtrační náplně ve vztahu k látkám, které se v ní mají zachytit.



V... vtok prací vody
do vodního kanálu

Jednou ze spolehlivých možností k ověření funkce filtru i jeho hlavních částí je cílený odběr vzorků filtrační náplně a zjištění obsahu suspenzí a dalších látek v těchto vzorcích. Metodiku odběrů a jejich vyhodnocení podrobně propracoval HDP Praha již v 70. letech minulého století. Byla použita např. pro hodnocení filtrů v ÚV Želivka, v ÚV Praha-Podolí. HDP Praha i jiné vodohospodářské organizace ji také později několikrát použily k ověření funkce filtrů s trubním drenážním systémem bez mezidna AQUAFILTER a k jejich porovnání s filtry s mezidnem (viz údaje v tabulce v příl.č. I.). Při těchto ověřeních i mimo ně získal jsem s tímto způsobem hodnocení funkce filtrů své zkušenosti i autor tohoto příspěvku. Vzorky filtrační náplně se odebírají ze sond na hydraulicky důležitých místech filtru. Za takováto místa se považují především tři body na úhlopříčce filtračního pole, která spojuje roh filtračního pole u přítoku prací vody do vodního kanálu nebo potrubí, střed a protější roh filtračního pole - viz body 1, 2 a 3 na vedlejším schematickém obrázku č.1 na této straně.

U větších filtračních polí nebo při testování vlivu přítokového žlabu (příp. potrubí) surové vody na nerovnoměrné zanášení náplně se přidávají ještě další sondy X nebo i sondy x.

Ve všech sondách musí být filtrační náplň odebrána z více vrstev po výšce sondy. Výška vrstev se volí většinou od 10 cm do 25 cm.

Ke správnému posouzení funkce filtru je třeba vzorky filtrační náplně odebrat před vypráním filtrační náplně, tj. po ukončení filtračního cyklu a po jejím vyprání (na stejných místech a ze stejných vrstev).

Účelně volená místa sond a pečlivý odběr vzorků z jednotlivých vrstev filtrační náplně je zárukou, že získané výsledky z chemických a případně i bakteriologických rozborů z odebraných vzorků filtrační náplně budou mít potřebnou vypovídací hodnotu.

Ve výjimečných případech, kdy se vzorky filtrační náplně z časových nebo kapacitních důvodů odeberou pouze z jedné sondy (po vrstvách z celé její výšky), by tato sonda měla být situována ve středu filtračního pole. Z jedné sondy však lze odvodit pouze hrubě orientační závěry.

Zcela ošidný a pro jakékoliv závěry nebezpečný je vzorek získaný tzv. „hrábnutím“, tj. náhodný vzorek z horních vrstev filtrační náplně.

Laboratorním zjištěním obsahu suspenzí ze vzorků odebraných z účelně situovaných sond, se získá podklad o hodnotách a o způsobu plošného a vertikálního zanesení filtrační náplně v místech jednotlivých sond před vypráním filtrační náplně a po něm. Z těchto podkladů je možné se značnou přesností posoudit plošné i vertikálním rozložení suspenzí ve filtrační náplni po celé filtrační ploše. Dále je možné z těchto podkladů se značnou přesností odvodit následující velmi potřebné údaje pro posouzení funkce filtru:

- a. efekt vyprání filtrační náplně v místech jednotlivých sond (i po vrstvách) a jejich průměrný efekt vyprání filtrační náplně po celé filtrační ploše;
- b. hydraulickou funkci drenážního systému a potrubí nebo kanálů, na které je drenážní systém připojen;
- c. hydraulickou funkci a správné umístění žlabů nebo potrubí, kterými přivádí k filtraci se do filtračních polí tzv. surová voda;
- d. vhodnost použité filtrační náplně pro suspenze, které se mají ve filtrační náplni z filtrované vody odstranit.

Bližší údaje

Během filtračního cyklu se filtrační náplň nezanáší rovnoměrně ani plošně, ani vertikálně. Na nerovnoměrnost plošného zanášení má především vliv poloha žlabů nebo potrubí, jimiž přitéká do filtru surová voda, vůči filtračnímu poli. Tato poloha určuje horizontální i svislou vzdálenost a dráhu, kterou musejí kalové částice v surové vodě překonat, než jsou surovou vodou, proudící nad filtrační náplní, dopraveny k povrchu filtrační náplně a začnou sestupovat do jejího nitra.

Prostor nad filtrační náplní, vyplněný pouze vodou, mívá většinou výšku nad 75 cm a pro částice nesené přitékající surovou vodou má funkci usazovací nádrže. Záleží na velikosti a dalších vlastnostech vloček a jiných nesených částic, za jak dlouhou dobu a v jaké vzdálenosti od místa, kde opustily přívodní žlab nebo potrubí, se ocitnou v úrovni povrchu filtrační náplně. K povrchu filtrační náplně nejdříve klesnou částice větší a kompaktnější a nejdále se od přívodního žlabu nebo potrubí dostanou částice malé a s menší hustotou.

K nerovnoměrnosti rozdělování kalových částic po ploše filtračního pole dochází také vlivem nestejně výškové úrovně přepadových hran přívodního žlabu a ve značné míře v případě, že surová voda je do filtračního pole přiváděna z přívodních potrubí několika silnými soustředěnými výtoky.

V různých místech povrchu filtrační náplně se tedy ocitnou kalové částice různé velikosti a vlastností. Tyto různé částice se různě filtrují a tím různě zanášejí filtrační náplň. Obecně platí, že větší částice se zachytí blíže povrchu filtrační náplně, menší proniknou do filtrační náplně hlouběji. O tom, kde se kalové částice ve filtrační náplni zachytí, však rozhodují ještě další vlastnosti částic a velmi podstatné jsou i složení a vlastnosti filtrační náplně.

Na konci filtračního cyklu je tedy filtrační náplň zanesena nerovnoměrně a to jak po ploše, tak do hloubky. Proto je nutné pro odběr vzorků filtrační náplně před i po jejím praní volit více sond a situovat na místech, kde mají s ohledem na uvedené skutečnosti a daný cíl největší vypovídací hodnotu.

Po vyprání filtrační náplně by se rozdíl v zanesení filtrační náplně zbytkovým nevypraným kalem na různých místech a v různých hloubkách měly co nejvíce eliminovat. Stupeň vyrovnaní obsahu kalu v jednotlivých místech a vrstvách filtrační náplně a procento odstraněného kalu po vyprání filtrační náplně patří k hlavním ukazatelům funkce drenážního systému.

V grafech a tabulkách tohoto příspěvku je ukázána možnost zpracování údajů o obsahu kalu z odebraných vzorků filtrační náplně. Vzorky byly odebrány v úpravně vody **I** a v úpravně vody **II**. Kromě údajů o množství kalu před praním a po praní jsou důležité i odvozené údaje o účinnosti vyprání filtrační náplně Ep. Stanovení obsahu NL v odebraných vzorcích provedli pracovníci zkušených vodo hospodářských laboratorí. V obou úpravnách se jednalo o pískovou filtraci, přičemž v obou úpravnách je instalován trubní drenážní systém AQUAFILTER. Vzorky ve sledovaných filtrech byly v obou ÚV odebrány ze 3 sond (po úhlopříčce – viz obrázek na první straně tohoto příspěvku). Omezený rozsah tohoto příspěvku umožňuje otištění výsledků pouze z jedné sondy z každé ÚV. I tak jsou uvedené výsledky (potvrzené dalšími sondami) značně vypovídající.

Z výsledků z úpravny vody **I** je zřejmé, že suspenze do filtrační náplně pronikaly v dostatečném množství, že byla dobře využita v celé její výšce kalová kapacita. Zjištěný efekt praní byl vysoký a písková filtrační náplň byla velmi dobře vypraná v celé výšce.

Výsledky z úpravny vody **II** také ukazují na dobrou práci schopnost drenážního systému v celé výšce pískové filtrační náplně. Účinek praní je značně vysoký, i když intenzita prací vody během praní nepřekročila 6 l/s na 1m² filtrační plochy a během praní dokonce rychle klesala (dáno výškou vodojemu prací vody nad filtry). Důležité je zjištění, že kalová kapacita stejného druhu pískové filtrační náplně je využita mnohem méně než v ÚV **I** a jen do hloubky 60cm, což je polovina výšky filtrační náplně. Pod touto úrovní je filtrační náplň využívána jen nepatrně. Na tyto výsledky by měl provozovatel reagovat kontrolním odběrem dalších vzorků a při potvrzení zjištěného stavu urychleným ověřením možnosti použití jiné (např. dvouvrstvé) filtrační náplně.

Závěry k hydraulickému řešení, konstrukci a funkci drenážního systému

Výše uvedené potřebné vlastnosti při praní filtrační náplně mají drenážní systémy, které jsou hydraulicky navrženy tak, že průtokové ztráty pracího vzduchu a prací vody jsou v místě jejich výtoku z drenážního systému do filtrační náplně o potřebnou hodnotu větší, než je výše průtokových ztrát v celé výšce filtrační náplně v kterékoliv části filtrační plochy ve filtračním poli. Kromě schopnosti vynést při praní z filtrační náplně maximální množství kalu při minimální spotřebě prací vody a maximálně vyeliminovat nerovnoměrné zanesení filtrační náplně během filtračního cyklu má takto navržený drenážní ještě některé další významné vlastnosti:

- snižuje na minimum rozdíly v množství a tlaku prací vody a pracího vzduchu, které do filtračního systému přitékají z přírodních potrubí nebo kanálů a jsou způsobeny Bordovou ztrátou a vlivem zvyšujícího se tlaku z ubývající rychlostní výšky při postupném snižování rychlosti těchto médií v přírodních potrubích nebo i ve vlastním drenážním systému (zvláště v případě, že trubním drenážním systémem libovolného průtočného profilu proudí současně voda a vzduch);
- je schopen rychle, během několika minut (2 až 4 minuty podle velikosti filtru) zcela rozplavit do vodorovné roviny nerovnosti ve výšce filtrační náplně na různých místech povrchu filtrační při jejím plnění nebo doplňování do filtrů;
- ve vícevrstvých filtrech je schopen dlouhodobě udržovat ostré rozhraní mezi jednotlivými vrstvami filtrační náplně. V případě většího prolínání vrstev jsou zrna filtračního písku schopna svou abrazivní schopností rychle rozemlít zrna antracitu nebo kamenného uhlí, která se dostanou mezi ně.

Literatura

HDP Praha - zpráva 5 - 43 -1154-76 z 8/1979 – Vyhodnocení zkušebního provozu otevřeného vodárenského rychlofiltru bez mezidna v ÚV Krásný Jez.

**Výsledky prověřování účinnosti praní filtrů
s trubicím drenážním systémem bez mezidna a filtrů s mezidny**

Čís poř	ÚPRAVNA VODY rok ověřování laboratoř	POPIS FILTRU druh, velikost druh surové vody	ZJIŠTĚNÝ ÚČINEK PRANÍ v % z rozboru odebrané filtrační náplně	
			filtr s trubicím drenáž. systémem	filtr s mezidnem
1	Krásný Jez 1979 laboratoř HDP	poloprovozní filtr 1m x 3m voda z řeky	NL Al	NL Al
			93,83	
2	Praha - Podolí 1981-3 laboratoř PV- ÚV Podolí	poloprovozní filtr 0,75 m x 1 m voda z řeky	92,62	62,0
3	Krásný Jez 1983 laboratoř HDP	provozní filtr 2 x (3mx8m)= 48 m ² voda z řeky	86,6	
4	Opava 1984 laboratoř SmVak o.z. Opava	provozní filtr č.2 8,6 m ² podzemní voda s obsahem Mn, Fe	84,97	
5	Opava 1985 laboratoř SmVak o.z. Opava	provozní filtr č.2 provozní filtr č.3 á 8,6 m ² podzemní voda s obsahem Mn, Fe	95,4 90,9	
6	Opava 1986 laboratoř SmVak o.z. Opava	provozní filtr č.1 provozní filtr č.2 provozní filtr č.3 á 8,6 m ² , podzemní voda (Mn, Fe)	90,87 96,80 90,30	
7	Žlutice 1986 laboratoř HDP	nové filtry o 2 polích 2 bez mezidna, 2 s mezidnem á19,44 m ² voda z vodní nádrže	81,6 87,3	63,0 62,1
8	Žlutice 1986 laboratoř HDP	nové filtry o 2 polích 2 bez mezidna, 2 s mezidnem á19,44 m ² voda z vodní nádrže	77,0 78,0	68,2 68,2
9	Meziboří, 2004 laboratoř SeVaK (ÚV Hradiště)	rekonstr. filtr č. 4 4,5 m x10 m voda z vodní nádrže	88,6	
10	Želivka, 1976 laboratoř HDP	nový filtr č. 8 80 m ² voda z vodní nádrže		67,0