

# Pivovarství a sladařství

## Praktické zkušenosti s filtrací piva křemelinou

663.444.4

Ing. PETR TOPKA, Pražské pivovary, n. p., Praha-Smíchov

V posledních pěti letech značně vzrostl v ČSSR počet křemelinových filtrů používaných pro filtraci piva. Řada závodů je dnes vybavena těmito moderními filtry a postupně se upouští od dofiltrace, která měla zabránit náhodnému proniknutí křemeliny do filtrátu. Je-li dodržena správná technika filtrace včetně vhodné dimenze přívodu piva a odběru filtrátu, získá se již samotnou křemelinovou filtrací pivo s výbornou číroostí a dostatečnou biologickou stabilitou [1].

Podle našich zkušeností se však tohoto optimálního stavu nedosahuje všude. Kvalita filtrátu není mnohdy i při vysoké spotřebě křemeliny uspokojivá a rovněž nespokojivý bývá celkový výkon filtru na jedno základní naplavení. Jinde jsou požadavky na uvedené parametry naopak enormně vysoké a často nesplnitelné, již z hlediska velikosti a konstrukce filtru.

*Teorie filtrace* je podrobně vysvětlena v odborné literatuře [1]. Objem tekutiny proteklý filtrační vrstvou za určitou dobu je matematicky vyjádřen rovnicí Hagen-Poiseuillovou. Množství filtrátu získané za určitou dobu je podle tohoto vzorce přímo úměrné filtračnímu tlaku a čtvrté mocnině poloměru kapilár a nepřímo úměrné délce kapilár a viskozitě filtrované kapaliny. Vzorec předpokládá laminární proudění kapaliny filtrační přepážkou a neuvažuje adsorpční aktivitu filtračních materiálů.

Jako *filtrační, popř. nosné materiály*, slouží při křemelinové filtraci nosné desky, křemelina, azbest a pro filtraci mladiny též perlity.

Nosné desky jsou vyrobeny z čisté celulózy, mají značnou propustnost a slouží jako nosná plocha pro naplavanou křemelinu. Při zakládání do filtru je vždy vhodné postupovat přesně podle firemního návodu k obsluze. Zakládat je nutno jen desky zcela nepoškozené. Například nosné desky fy Seitz 0/400 Fa se zakládají firemní značkou dovnitř a po zavěšení se každá deska rovnoměrně ostříká vodou. Použití desek je mnohonásobné. Po ukončení filtrace a otevření filtru se naplavená křemelina spolu se zachyceným kalem spláchne proudem vody, filtr se znovu uzavře, dokonale propláchně ve směru filtrace a steriluje horkou vodou.

Filtrační křemelina se vyrábí kalcinačním tavením surové křemeliny při 950 °C. Ložiska jsou tvořena množstvím křemičitých skořápek rozsivkových řas a vznikla ve třetihorách a čtvrtohorách. Uvedenou úpravou se zvýší filtrační rychlost, která bývá u surové křemeliny asi 60 l/m<sup>2</sup>.min, až na čtyřicetinasobek.

Nejvýznamnější světové naleziště křemeliny je v Lompoku v Kalifornii. V ČSSR vyrábí filtrační křemelinu od r. 1958 fa Calofrig, n. p. v Borovanech.

Přehled druhů křemeliny v ČSSR nejčastěji používaných k filtraci piva je uveden v *tabulce 1*. Druhy, jejichž průtoková rychlost je blízká, jsou přibližně nahraditelné.

Filtrační křemelina má mít především vhodný tvar a velikost zrnění, malou měrnou hmotu a stálou, vyrovnanou jakost. Musí být chemicky zcela inaktivní a nerozpustná. Metody laboratorního posouzení křemeliny jsou podrobně popsány v literatuře [1].

Tabulka 1

Výrobce a označení křemeliny	Zkratka	Cena franko asi Kčs/kg	Relativní průtoková rychlost l/min. m <sup>2</sup>	Průměrná velikost částecek μm
John-Manville, Celite				
Hyflo-Super-Cel	HSC	5,00	500	4—20
Celite-512	C-512	4,90	300	2—16
Standard-Super-Cel	SSC	—	200	2—16
Celite-505	C-505	—	135	0—4
Filter-Cel	FC	4,85	100	1—12
Dicalite				
Diaflow-4	DF-4	4,75	600	6
" -2-Extra	DF-2E	4,50	300	5
" -2	DF-2	—	200	5
" -1	DF-1	4,30	100	2,5
Calofrig, Borovany				
F 2	—	4,30	140	20
LAS	—	4,30	40	7

Jako přídatku do filtrační křemeliny se používá krátkovláknitého azbestu. Při zkoušce na třídidle (síta s otvory 12,7, 4,8 a 1,35 mm) propadne celý vzorek krátkovláknitého azbestu na třetí síto (1,35 mm) a na dno třasadla [2, 3]. Tloušťka vláken bývá v rozmezí 0,5—1 μm.

Přídavek azbestu k jemnozrnným filtračním prostředkům zlepšuje pevnost a mechanickou stabilitu filtračního koláče. Dobře rozptýlen vytváří ve filtrační vrstvě jemné póry. Ostrost filtrace se při použití azbestu značně zvyšuje, protože se uplatňují též jeho adsorpční vlastnosti. Příliš vysoký podíl azbestu však filtraci zpomaluje a způsobuje prudký vzrůst tlaků, protože propustnost směsi křemelina—azbest klesá se vzrůstem obsahu azbestu. Optimální poměr je proto vždy třeba stanovit prakticky. Dobré zkušenosti máme s následujícími druhy azbestu, uvedenými v *tab. 2*.

Tabulka 2

Označení azbestu	Výrobce	Cena franko cca Kčs/kg
AP - filtrox	Švýcarsko	58,90
M - 6 - 40	SSSR	1,40

Azbest je nutno před použitím máčet 24 h (minimálně 2 h) v teplé vodě, aby se vlákna vzájemně uvolnila.

Protože takto získaná směs azbestu a křemeliny bývá často nehomogenní, dodávají zahraniční firmy již hotové azbesto—křemelinové filtrační prostředky standardního složení (2,5 až 25 % azbestu), lišící se propustností. Nejžádanější jsou prostředky se 7,5 % azbestu [1]. Fa John-Manville označuje tyto prostředky názvem Fibra-Flo, fa Dicalite názvem Diasbestos.

V pivovarském průmyslu se jako filtrační prostředky používají též perlity, vyrobené prudkým zahřátím horniny vulkanického původu. Uvolněním krystalové vody se vytvoří polotovary kulovitěho zrnění, který se dále mele, čistí a třídí. Na rozdíl od křemeliny nemají perlity porézní strukturu a jejich čířicí účinek je nižší. Jsou proto vhodné pro rychlou a levnou filtraci velkých množství kapalin při nižších požadavcích na čířicí účinek, např. pro filtraci mladiny.



### Používané typy křemelinových filtrů

Podstatnou částí křemelinových filtrů je nosný prvek, na který se naplavuje filtrační materiál. Jako nosných prvků se používá nosných desek, kovových sít nebo svíček.

Filtry s nosnými deskami: na ploché rýhované desky filtru se zavěšují celulózové nosné desky a mezi ně jsou vloženy kalové rámy, které tvoří prostor pro rostoucí vrstvu křemeliny a zachycených kalů. Jako přednost těchto filtrů bývá udávána větší záruka stálé kvality filtrátu. K filtrům tohoto typu se řadí např. filtr Orion fy Seitz.

Komorové filtry síťové: v uzavřeném válci jsou umístěny vodorovně nebo svisle filtrační elementy, obvykle ve tvaru kruhového síta. Síta jsou uspořádána na trubkovém rámu, odvádějícím filtrát. Jemné kovové pletivo sít je vyrobeno z nerezavějící oceli, Monelova kovu či cínového bronzu [1]. Předností těchto filtrů bývá rychlé a často automatické odstranění křemeliny a kalů. Jako příklad je možno uvést Polyfilter fy Gasquet, Filtr-o-mat fy Filtrox, filtry Padovan, Niagara, Destila.

Komorové filtry svíčkové: v uzavřeném válci jsou umístěny filtrační svíčky, tvořené spirálově vysoustruženými, perforovanými trubicemi, na kterých je navinut jemný drát, mezi jehož závitů vznikají vlastní filtrační mezery. Pivo se přivádí do prostoru bubnu a odvádí odvodními trubkami, na které jsou našroubovány filtrační svíčky. Výhodou těchto filtrů je kromě snadného čištění též vzrůst filtrační plochy během filtrace. Jako příklad uvádím svíčkový křemelinový filtr fy ZVÚ Hradec Králové.

Dávkovače: Nejlépe se nám osvědčily dávkovače vybavené dávkovacím čerpadlem. Tzv. injekční průtokové dávkovače neumožňují přesné řízení průběhu filtrace a snižují tak hospodárnost.

*Výběr vhodného typu a velikosti křemelinového filtru je ovlivněn zejména těmito faktory:*

- požadované množství filtrátu v jedné směně, tj. asi za 6 h čistého filtračního času (2 h na přípravu a konečné práce),
- vlastnosti filtrovaného piva,
- kapacita zásobních tanků na filtrované pivo,
- požadavek na změny typu piva v průběhu filtračního cyklu,
- požadavek na změnu výkonu v průběhu filtrace (kolísání tlaků),
- požadavek na jakost filtrátu.

Optimální výkon filtru je vždy nižší, než výkon maximální, jehož využíváme jen při naplavení základní vrstvy. Celkový výkon dosažený na jedno základní naplavení je 40 až 60 hl na m<sup>2</sup> filtrační plochy (u komorových filtrů svíčkových 60 až 75 hl), a je omezen velikostí kalového prostoru.

Filtry s nosnými deskami mají hodinový výkon 3—4 hl/m<sup>2</sup> a celková doba filtrace je tedy značně dlouhá (9 až 14 h). Dosti dlouhá bývá však též doba potřebná na odstranění křemeliny a kalů po ukončení filtrace (30 až 50 min). Menší změny tlaku během filtrace téměř neovlivní jakost filtrátu, která je stálá a vyrovnaná. Vnitřní objem filtru je poměrně malý a při změně druhu piva nenastává přílišné míšení, takže ve výstupním zorném skle filtru lze snadno rozeznat nový druh piva. Prorážky bývají poměrně malé.

Komorové filtry síťové a svíčkové mají obvykle vyšší hodinový výkon, a to 5—8 hl/m<sup>2</sup> filtrační plochy. Celková doba filtrace je u síťových filtrů 6 až 8 h, u svíčkových filtrů 8 až 14 h. Doba na čištění po ukončení filtrace je krátká a bývá obvykle 15 až 25 min. Při stálém výkonu a minimálních tlakových rázech má i zde filtrát po celou dobu filtrace vynikající jakost. Vnitřní objem filtrů tohoto typu je velký, při změně druhu piva nastává značné míšení již v bubnu filtru a nové pivo nelze

poznat ve výstupním zorném skle. Je nutno odebírat větší prorážky podle zjištěné změny stupňovitosti s časem.

### Zkušební a běžný provoz křemelinových filtrů

Po prvním mytí a založení se filtr steriluje. Nejlépe se nám osvědčila sterilace horkou vodou. Vodu teploty 85 až 90 °C zavedeme do filtru, který při mírně otevřených ventilech necháme zcela naplnit. Jakmile ze všech ventilů odtéká voda teploty 80 až 85 °C a všechna místa filtru jsou vyhřátá na tuto teplotu (kontrola dotykem ruky), je možno všechny ventily, kromě odvodušňovacího, uzavřít. Vzhledem k velké tepelné kapacitě filtru neklesne zpravidla teplota během 20 min pod 75 °C. Je-li pokles teploty větší, je nutno nechat protékat horkou vodu ještě určitou dobu po celkové prohřátí filtru. Je účelné provést sterilaci večer předcházející den před filrací. Následující den propláchneme filtr dokonale studenou vodou čerpadlem, nastavíme tlak na vstupu filtru na 0,7 až 1,0 at a počneme naplavovat základní vrstvu.

Základní vrstva křemeliny se obvykle naplavuje ve dvou stupních tak, aby celkové množství naplavené křemeliny bylo 600—1000 g/m<sup>2</sup> filtrační plochy. Zvětšení naplaveného množství nad uvedenou horní hranici nemá význam, naopak se zvýší již počáteční odpor filtrační vrstvy. Naplavuje se většinou vodou v uzavřeném okruhu, vždy při maximálním výkonu čerpadla, který má být asi o 25 % vyšší, než je štítkový výkon filtru, tedy 5—11 hl/h.m<sup>2</sup> — podle typu filtru. Jen při tomto výkonu se křemelina dokonale rozdělí po celé filtrační ploše a její vrstva je dostatečně kompaktní, aby odolala vyšším tlakům na konci filtrace [4]. Naplavování v uzavřeném okruhu je nezbytné u komorových filtrů síťových a svíčkových, kde první podíly naplavené křemeliny procházejí, takže by vznikaly velké ztráty.

První základní vrstva křemeliny slouží jako vlastní nosná vrstva, která nesmí svou propustností omezovat rychlost filtrace. Všeobecně má být o 30 až 50 % propustnější než druhá základní vrstva, takže lze použít např. křemeliny HSC nebo C-512. Nižší propustnost křemeliny C-512 proti HSC se v průběhu filtrace částečně kompenzuje. Její částice mají menší průměr, takže během filtrace nevnikají v takové míře jemnější částičky do této vrstvy. Podíl křemeliny použité na první základní naplavení, k celkové váze naplavené křemeliny bývá volen od 30 do 70 %, podle našich zkušeností však nejlépe vyhovuje poměr 50—70 %.

U komorových filtrů síťových je vhodné přidat do základní vrstvy křemeliny 80—150 g dobře rozpuštěného, krátkovláknitého azbestu na 1 m<sup>2</sup> filtrační plochy. Přibližně 75 % z tohoto množství dávkujeme do prvního naplavení, 25 % do druhého naplavení. Azbest napomáhá zachycování křemeliny na sítech. Nejjemnější dnes vyráběná síta mají průměr otvorů asi 70 μm, takže i nejhrubší používané druhy křemelin jsou příliš jemné, než aby se mohly zachytit hned při prvních obězích [4].

Zvláště vysoké požadavky na kvalitu azbestu se kladou u komorových filtrů svíčkových, kde méně vhodné druhy mohou částečně ucpat filtrační elementy, které se potom obtížně čistí. Použití azbestu u tohoto typu filtru je vždy třeba obezřetně vyzkoušet praktickým pokusem.

Druhá základní vrstva křemeliny má zaručit dostatečnou čírost prvních podílů filtrátu a její složení má proto být totožné se složením dávkovací směsi. Poněkud nižší propustnost této vrstvy oproti propustnosti dávkovací směsi volíme jen v tom případě, kdy je počáteční čírost filtrátu neuspokojivá. Tato úprava však musí být jen mírná, aby se tlaková diference v průběhu filtrace příliš nezvyšila.

Po naplavení základní vrstvy je účelné nový filtr otevřít a prohlédnout stejnoměrnost naplavení křemeliny po celé filtrační ploše [4]. Příčinou nestejnoměrného na-



plavení bývá nízká průtoková rychlost, nebo po delší době provozu filtru, též zanesení nosných desek, síť nebo svíček.

Je-li naplavena základní vrstva křemeliny, uvedeme do chodu dávkovací čerpadlo směsí křemeliny, zavedeme pivo na filtraci a snížíme maximální výkon hlavního čerpadla na štitkový výkon filtru.

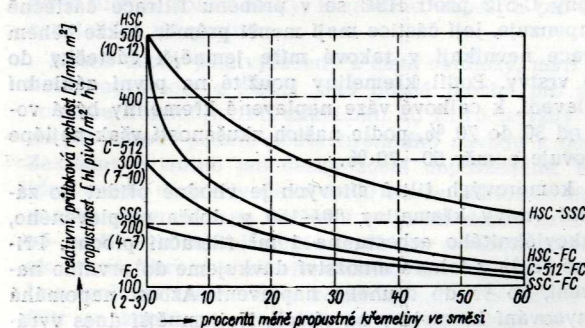
Dávkovací směs křemeliny se připraví v dávkovači rozmícháním s vodou v poměru 1 : 10, min. 1 : 8. Jakmile je ukončena prorážka, zavede se filtrované pivo na odběrná místa. První podíly z nově načatých tanků je vhodné odvést do zásobního tanku a filtrovat je až na konci filtrace, čímž se zvýší celkový výkon filtru.

Množství křemeliny potřebné pro plynulé dávkování během filtrace se pohybuje od 30 do 90 g na hl. Je-li dávkované množství správné, stoupá tlakový rozdíl mezi vstupem a výstupem filtru za hodinu, dále  $\Delta p/h$ , o 0,1 až 0,3 at, u síťových filtrů o 0,3—0,5 at. Stoupá-li tlak rychleji, je třeba dávkování zvýšit a nepomůže-li to, je třeba upravit poměr směsi křemelin ve prospěch křemeliny hrubé [1]. Velmi rychlý vzrůst  $\Delta p/h$  nastává při nedostatečném dávkování, ale i předávkování má za následek mírné zvýšení tohoto tlakového rozdílu proti optimálnímu stavu, protože se uplatňuje odpor vlastní vrstvy křemeliny. Vyšší dávkování volíme pouze v první půlhodině filtrace a pak vždy při narážení nových tanků, neodvádějí-li se první kalné podíly stranou.

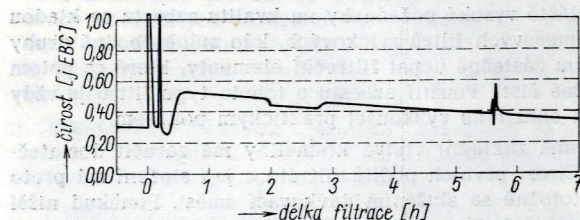
Při volbě propustnosti dávkovací směsi je třeba vzít v úvahu požadovanou čírost filtrátu i kvalitu piva, které přichází do filtru. Nejvyšší propustnost má mít první základní vrstva křemeliny, nejnižší dávkovací směs křemeliny spolu se zachycenými kvasnicemi a kaly.

Je vhodné vzájemně míchat pouze ty druhy křemelin, jejichž velikost částice se příliš neliší, aby všechny naplavené vrstvy zůstaly v průběhu filtrace dokonale porézní [4].

V dávkovací směsi by neměla chybět křemelina FC, která má jisté adsorpční účinky [4]. Samotná C-512 obvykle nezaručuje požadovaný efekt filtrace.



Graf 1



Graf 2

Při míšení různých druhů křemelin je třeba si uvědomit, že relativní průtoková rychlost se nemění rovnoměrně podle poměrného zastoupení křemelin ve směsi. Z grafu 1 je zřejmé, že např. přídavek 10 % křemeliny FC ke křemelině C-512 snižuje relativní průtokovou rychlost

asi o 80 l/min.m², přídavek 20 % asi o 120 l/min.m² a přídavek 30 % celkem jen asi o 140 l/min.m². Největší změny v propustnosti směsi křemelin vznikají tedy již při přidání malého množství méně propustné křemeliny.

V grafu 1 je relativní průtoková rychlost (propustnost) vyjádřena též v údajích vztažených přímo na filtraci piva. Pro přehlednost jsou tyto hodnoty udány též v tab. 3 [4].

Pokud propustnost směsi křemelin použité na plynulé dávkování (graf 1) odpovídá přibližně praktickému zatížení filtrační plochy, které vypočítáme z hodinového výkonu filtru a z velikosti filtrační plochy, lze očekávat uvedený optimální vzrůst  $\Delta p/h$  o 0,1—0,3 at. I u síťových filtrů je pro získání dostatečně čirého filtrátu obvykle nutné použít dávkovací směsi C-512 a FC. Vzhledem k vysokému zatížení filtrační plochy u těchto filtrů (5—8 hl./m².h), kdy propustnost dávkovací směsi je podstatně nižší, vzrůstá  $\Delta p/h$  o 0,3—0,5 at. Příznivější poměry jsou u filtrů svíčkových, kde se praktická filtrační plocha zvětšuje v průběhu filtrace.

Tabulka 3

Označení křemeliny	Propustnost [hl piva/m² . h]
HSC	10—12
C-512	7—10
SSC	4—7
FC	2—3

I do dávkovací směsi křemelin je možno u síťových a svíčkových filtrů přidávat pro zlepšení průběhu filtrace asi 1 % azbestu na váhu křemeliny. Vytvoří se určitá síť (aglomeráty s křemelinou), výsledná propustnost se však poněkud snižuje [4].

Nejsnadněji se obvykle filtruje 7° pivo, které obsahuje nejméně proteinů, má nízkou viskozitu a bývá i dobře sazené. Vysoká viskozita 12° ležáku je kompenzována dobrým sazením, takže nejhůře filtrovatelné bývá 10° pivo.

Filtrace se ukončí, když se  $\Delta p$  zvýší asi na 4 at, je-li překročen maximální tlak na vstupu filtru, je-li zfiltrováno dostatečné množství piva nebo objeví-li se trvalý zákal křemeliny, který svědčí o porušení kompaktnosti naplavené vrstvy. Chybí-li do požadovaného množství filtrátu jen málo a tlak na vstupu filtru již dosahuje maximální hodnoty, je možno opatrným snížením výkonu (přivření vstupního ventilu) dosáhnout potřebného snížení tlaků.

Filtry s nosnými deskami se prorážejí vodou, u filtrů komorových je vhodnější vytlačit pivo z bubnu po vypnutí čerpadla tlakovým vzduchem. Po částečném odkrytí filtračních článků nebývá filtrát již čirý a je nutno jej odvést do sběrného tanku [1].

Následuje čištění a sterilace podle návodu k obsluze.

#### Kontrola průběhu filtrace

Po prorážení piva do filtru se asi za 30 min vyrovná průběh filtrace a filtrát ve výstupním zorném skle odchází zcela bez bublinek plynu. V uvedené době se vyrovná teplota hmoty filtru a piva.

Obsluha filtru musí sledovat zejména nepřetržitost dávkování křemeliny, výkon filtru, vstupní a výstupní tlak, vzrůst  $\Delta p/h$ , rozdíl tlaků mezi filtrem a zásobními tanky, odvětrání filtru, kvalitu piva před filtrem a jakost filtrátu.

Při přerušení dávkování směsi křemeliny během filtrace i na krátkou dobu, např. 5 min, se vytvoří nepropustná vrstva kalických látek, což způsobuje prudký vzrůst  $\Delta p$ , kterému nelze zabránit ani zvýšeným dávkováním. Na zhoršenou kvalitu piva před filtrem je třeba okamžitě reagovat zvýšeným dávkováním.

Počáteční  $\Delta p$  po snížení výkonu na výkon štitkový bývá 0,1—0,2 at, podle množství a propustnosti křemeliny použité k základnímu naplavení. Vzrůst tohoto tlakového rozdílu u komorových filtrů signalizuje zanesení filtrační plochy. Síť nebo svíčky je třeba důkladně vyčistit.



Rozdíl tlaků mezi filtrem a zásobními tanky nesmí rušit vlastní filtrační proces. Je třeba vyhnout se všem tlakovým nárazům a je-li nutno poněkud změnit výkon filtru, je nejlépe nechat pivo částečně cirkulovat.

Kromě subjektivního sledování čirosti filtrátu je vhodné sledovat čirost i objektivně, použitím některého typu nefelometru. Rychlé měření je možno provést např. na Pulfrichově nefelometru po kalibraci standardními roztoky podle EBC [5].

Pro kontinuální měření čirosti slouží Sigristův fotometr, do jehož měřicí komory se při měření čirosti filtrovaného piva vkládá srovnávací standard odpovídající jedné jednotce EBC. Na registrační pásce jsou potom zaznamenány hodnoty v setinách jednotky EBC.

Má-li být měření čirosti skutečně objektivní, musí se měřit při teplotě filtrovaného piva. Filtrace piva křemelinou má do značné míry odstranit i chladový zákal. Při vyšší teplotě, kdy je chladový zákal rozpuštěn, nemůžeme se přesvědčit měřením čirosti o jeho odstranění.

Kvalita filtrace se při měření čirosti za studena posuzuje přibližně podle stupnice, uvedené v tab. 4.

Tabulka 4

Čirost [j. EBC]	Kvalita filtrace
pod 0,40	výborná
0,40—0,50	velmi dobrá
0,50—0,70	uspokojivá
nad 0,70	neuspokojivá

U výborně filtrovaných piv (tab. 4) klesá hodnota čirosti po zahřátí na teplotu nad 10 °C na 0,22 i méně j. EBC, u piv neuspokojivě filtrovaných na 0,25—0,50 j. EBC, podle toho do jaké míry se na zhoršené čirosti podílí chladový zákal.

Typický průběh křivky čirosti ve filtračním cyklu u komorového filtru je znázorněn na grafu 2. Fotometr byl zapnut před prvním základním naplavením. Po uvedení čerpadla do chodu prudce vzroste číselná hodnota čirosti (přes 1 j. EBC), během několika minut nastává rychlý pokles asi na 0,30 j. EBC. To signalizuje, že první náplav je ukončen a je možno naplavovat druhou základní vrstvu. Po opětovném vzrůstu číselné hodnoty čirosti přes 1 j. EBC nastává ještě rychlejší pokles na hodnotu asi 0,25 j. EBC (čirost užitkové vody s drobnými bublinkami

vzduchu). Po proražení piva do filtru vzrůstá číselná hodnota čirosti tak, jak je voda z měřicí cely přístroje vytlačována pivem např. na 0,50 j. EBC u 10° piva. Následující mírný vzrůst po dobu asi 15 min. odpovídá postupnému vyčerpání adsorpčního účinku azbestu základní vrstvy. Pokud není další průběh filtrace nepříznivě ovlivněn např. kolísáním tlaků, zlepšuje se hodnota čirosti mírně až do konce filtrace (0,35 j. EBC). Vaničkovitá deformace tvaru křivky čirosti při filtraci odpovídá částečné cirkulaci při sníženém odběru filtrátu, nebo přidávání již filtrované prorážky do piva jdoucího na filtraci. Jiné atypické výkyvy křivky čirosti jsou způsobeny změnou kvality či typu piva, tlakovými změnami apod.

Při nedostatečném dávkování během filtrace se tvar křivky čirosti nejprve příliš nemění proti normálnímu průběhu, později při prudkém vzrůstu  $\Delta p$  se však čirost zhoršuje a při protržení vrstvy stoupá její hodnota velmi rychle přes 1 j. EBC, takže je nutno filtraci přerušit.

Kontrola biologické účinnosti filtrace a sanitačního stavu filtrační linky je podrobně diskutována v článku Ing. Šavla, otištěném v Kvasném průmyslu [6].

Závěrem bych chtěl poděkovat panu Ing. Grigorijevičovi, pracovníku fy Vulcascot, Vídeň, který mi poskytl cenné zkušenosti, týkající se provozu křemelinových filtrů.

## Souhrn

Článek je praktickým návodem pro zkušební i běžný provoz křemelinových filtrů pro filtrace piva. Nejprve jsou uvedeny základní vlastnosti filtračních materiálů a rozdělení křemelinových filtrů podle typů.

V druhé, praktické části, jsou vyloženy hlavní faktory rozhodující o výběru vhodného typu a velikosti filtru a je podán návod na uvedení filtru do provozu, včetně kontroly průběhu filtrace.

## Literatura

- [1] ŠAUER, Z. - KUTTELVAŠER, Z.: Filtrace nápojů. SNTL, Praha 1938, 1. vyd.
- [2] Asbestos Corporation Limited: The Company and its products, Third Edition (Revised March 1961).
- [3] Sovětská norma, GOST 12871—37.
- [4] ANDERS, K.: Sonderdruck aus Praktische Chemie, 13, 1932, s. 54
- [5] European Brewery Convention Analytics, Elsevier, Amsterdam, 1933, 2. vyd.
- [6] ŠAVEL, J. - TOLAR, J.: Praktické zkušenosti se sledováním biologické trvanlivosti piva, Kvasný průmysl 18, 1972, č. 3, s. 52.