

K hodnocení jakosti filtračních desek

ZDENĚK KUTTELVAŠER, Vinařské výzkumné pracoviště, Praha

663.444.45
66.087.3

Na konečný stav a jakost hotových nápojů má v neposlední řadě vliv filtrace, která je jedním z nejdůležitějších technologických zásahů při jejich výrobě. Zvláště důležitá je pro jakost výrobků filtrace deskovými filtry, prováděná jako poslední technologický zásah před stáčením nápojů do lahví. Jakost i hospodárnost filtrace závisí nejen na výběru vhodného druhu, popř. vhodné kombinace různě značených (očíslovaných) filtračních desek, ale i na jejich jakosti.

Při předběžném hodnocení filtračních desek se posuzuje prostupnost, představující množství vody proteklé za daných podmínek 1 m² nebo tzv. filtrační výkon, udávající množství kapaliny proteklé obvykle filtrem za 1 hodinu. Smyslově se posuzuje poškození desek a jejich vzhled. Z chemických složek se určuje obsah rozpustného železa popř. vápníku, který může později způsobovat v lahvích zákal nápojů. V odborné literatuře se při hodnocení filtračních desek udává i obsah azbestu, na němž je do určité míry závislá i ostrost filtrace.

Protože uvedené zkoušky jsou buď příliš zdlohavé nebo nedávají zcela přesný obraz o požadovaných vlastnostech filtračních desek, hledali jsme nové možnosti zjišťování jejich mechanických vlastností a homogenity, popř. propustnosti. Provéřili jsme proto některé metody, používané v papírenském průmyslu pro hodnocení jakosti papírů a metodu pro zjišťování propustnosti, popsanou *Salačem* a *Dostálem*, které se dosud používá jen pro zjišťování jakosti filtrační pivovarské hmoty. Pro zkoušky jsme použili jako srovnávacího materiálu osvědčených čířicích filtračních desek fy Seitz a vybraných nejakostnějších čířicích filtračních desek, které jsme označili SF. Vzorky označené různými čísly, pocházející z různých výrobních partií.

Mechanické vlastnosti a stejnorodost (homogenita) filtračních desek

Při posuzování mechanických vlastností je nutno si v první řadě všimnout pevnosti desek, která se uplatňuje při manipulaci i při vlastní filtraci.

Měkké, málo pevné desky se špatně vkládají do filtru, snadno se poškozuji přetržením nebo přelomením. Dávají nižší filtrační výkon neboť se při filtraci snadno stlačují filtrovanou tekutinou, a tím se snižuje jejich poréznost i účinná filtrační plocha. Stává se to zvláště u filtrů, jejichž filtrační rámy mají hlubší nebo ostře provedené rýhy, do kterých se měkké desky vtlačují a poškozuji se. Navíc se u těchto desek zvyšuje uvolňování vlákenek do filtrátu.

Posuzování pevnosti

Málo pevné desky vyžadují opatrné zacházení a častou kontrolu při filtraci. Jejich pevnost lze posoudit orientačně již podle jejich konzistence, po-

škození při manipulaci a podle odolnosti hladké strany filtrační desky proti oděru za sucha. Desky horší jakosti, mechanicky málo odolné a uvolňující při filtraci vlákénka se velmi snadno odírají prstem na hladké straně, zatímco jakostní desky se poškozuji tímto způsobem jen nepatrně.

Zjišťování pevnosti filtračních desek proti průtlaku za sucha

Stanovení se provádí na přístroji Schopper-Daléna nebo Mullena. Na přístroji Schopper-Daléna se zajišťuje tlak na pryžovou membránu stlačeným vzduchem. Stlačeným vzduchem se membrána vydouvá, a tlačí na 10 nebo 100 cm² desku nad membránou v těsnicím mezikruží. U přístroje Mullena se vytváří tlak glycerínem a odečítá se na manometru v okamžiku přetržení vzorku filtrační desky. Vý-

Tabulka 1

Hodnoty průtlaku za sucha u filtračních desek (výsledky vždy z 10 stanovení u každé desky)

Číslo a druh čířicí desky	at		Rozdíl mezních hodnot v at	Průměr v at	Celkový průměr výsledků u jednotlivých čířicích desek v at
	min.	max.			
SF 3	2,3	3,5	1,2	2,90	
vz. 2					
SF 3	2,5	3,5	1,0	2,92	
vz. 12					
SF 3	1,5	2,2	0,7	1,86	2,56
vz. 18					
SF 5	2,5	3,3	0,8	2,87	
vz. 9					
SF 5	1,5	2,3	0,8	2,10	2,43
vz. 13					
SF 7	1,8	2,5	0,7	2,22	
vz. 10					
SF 7	1,4	1,9	0,5	1,56	
vz. 14					
SF 7	2,3	3,0	0,7	2,58	2,12
vz. 19					
SF 10	2,0	2,3	0,3	2,19	
vz. 11					
SF 10	0,9	1,3	0,4	1,08	1,63
vz. 15					
Seitz K ₁	2,3	3,0	0,7	2,64	
vz. 3					
Seitz K ₂	2,5	2,8	0,3	2,71	
vz. 5					
Seitz K ₃	2,8	3,2	0,4	3,00	
vz. 6					
Seitz K ₅	2,5	3,0	0,5	2,80	
vz. 1					
Seitz K ₅	2,3	2,5	0,2	2,32	2,65
vz. 8					
Seitz EK	2,0	2,3	0,3	2,15	
vz. 4					
Seitz EK	2,3	2,6	0,3	2,37	
vz. 7					
Seitz EK	2,3	2,6	0,3	2,50	2,34
vz. 16					

sledky se odečítají s přesností 0,02 at (při tlaku do 3 at) a s přesností 0,05 at (při tlaku 3 až 8 at).

Hodnoty odolnosti zkoušených filtračních desek proti průtlaku za sucha zjišťované na přístroji Schopper-Daléna, jsou uvedeny v tabulce 1. Velmi instruktivně ukazují na nestejnorodost a malou pevnost desek SF, projevující se v daleko větším kolísání hodnot, zjištěných při deseti stanoveních u každé desky, i nižšími minimálními hodnotami (které klesají hluboko i pod 2 at) proti zjištěným hodnotám u Seitzových desek. Také vypočtené průměry, ať již při posuzování jednotlivých desek, nebo různých čísel desek dokazují, že Seitzovy desky jsou mnohem pevnější a stejnorodější než desky SF. Horší jakost desek SF byla potvrzena i ostatními zkouškami.

Z dosažených výsledků vyplývá, že minimální hodnota odolnosti průtlaku za sucha by neměla v žádném případě klesnout pod 2 at.

Stanovení střední tržné délky

Střední tržná délka je délka proužku filtrační desky širokého 5 cm, při které by se proužek přetrhl vlastní vahou. Zjišťuje se Schopperovým přístrojem, na kterém se upíná proužek 5 cm široký a 10 cm dlouhý.

Zkušební přístroj spočívá na principu sklonných vah. Podstatou přístroje je sklonné vahadlo vychylující se ze svislé polohy při stoupajícím zatížení. Zkoušený vzorek se upíná mezi horní čelist upevněnou na kratším ramenu vahadla a čelist dolní, která se při zkoušení rovnoměrně pohybuje. Vzdálenost čelistí musí být nastavitelná na potřebnou délku pásku. Ukazatel břemene zatížení se musí samočinně zastavit při přetržení pásku. Pásky musí mít hladké hrany a nesmí být viditelně poškozeny. Tržná délka se vypočítá ze vzorce

$$T_d = \frac{T_v}{G, \text{š}} \cdot 1000 \text{ (m)},$$

kde T_d je tržná délka;

T_v — tržná hmotnost v kg;

G — plošná hmotnost klimatizovaného vzorku v g/m^2 ;

š — šířka proužku v m.

Pro výpočet se použije průměrné hodnoty pevnosti v tahu, zjištěné v obou směrech.

Hodnoty střední tržné délky, uvedené v tabulce 2 opět přesvědčivě dokazují jakostní rozdíl mezi Seitzovými deskami a deskami SF. Zatímco střední tržná délka u Seitzových desek neklesla pod 400 m (průměr 447,4 m), pohybovaly se střední tržné délky u desek SF pod 300 m (průměr 276,8 m). Rozdíly si lze vysvětlit kompaktnější strukturou Seitzových desek, spojenou s lepší pevností, trvanlivostí a výkonností.

Stejnorodost (homogenita) filtračních desek

Pevnost desek závisí na dokonalé homogenitě filtrační hmoty a na stejnorodém rozvrstvení po celé ploše desky. Pevnost souvisí velmi úzce se stejnorodostí a je důležitou vlastností z hlediska účinnosti a spolehlivosti filtrace.

Tabulka 2

Hodnoty střední tržné délky

Značka a číslo desky	Tržná střední délka v m	Značka a číslo desky	Tržná střední délka v m
SF 3	316	Seitz K ₁	465
vz. 2		vz. 3	
SF 3	342	Seitz K ₂	410
vz. 12		vz. 5	
SF 5	281	Seitz K ₃	474
vz. 9		vz. 6	
SF 5	303	Seitz K ₅	431
vz. 13		vz. 1	
SF 7	299	Seitz K ₅	457
vz. 10		vz. 8	
SF 7	293	Seitz EK	328
vz. 19		vz. 7	
SF 10	202	Seitz EK	330
vz. 11		vz. 16	
SF 10	80		
vz. 15			

Nestejnorodost se projevuje různou propustností v místech, kde se nesprávně rozvrství jednotlivé složky hmoty. Desky nestejnorodého složení umožňují rychlejší plnění pórů kalovými částicemi v propustnějších místech, a tím i možnost jejich snažšího pronikání do filtrátu. V některých případech se vytvářejí ve filtrační vrstvě drobné kanálky, projevující se na hladké straně desky jako malé tmavé body, kterými mohou volně procházet kalové částičky, aniž se to zpozoruje na počátku filtrace.

Tyto nedostatky jsou zvláště nežádoucí u filtračních desek s vyššími čísly, kterých se používá pro „ostrou“ filtraci hotových nápojů. Nehospodárnost filtrace nestejnorodými filtračními deskami spočívá v jejich nedokonalém využití. Méně propustná místa působí více méně jako síto a proto se snižuje jejich hloubkové působení. Poréznost těchto míst neodpovídá příslušnému očíslování, při filtraci se velmi brzy snižuje, a to se projeví v sníženém výkonu zařízení. Snížený výkon lze sice vyrovnat vyšším tlakem, tím se však napomáhá snadnějšímu pronikání kalových částiček propustnějšími místy desky do filtrátu. Jestliže se filtrační tlak podle správných zásad filtrace nezvyšuje, snižuje se filtrační výkon do té míry, že se musí filtrace předčasně přerušit a pokračovat ve filtraci novými deskami.

V praxi je možno ověřit stejnorodost, a tím i jakost desek poměrně jednoduchou zkouškou. Z každé větší partie dodaných filtračních desek se odebere potřebný počet k orientační filtraci kalné tekutiny. Po ukončení filtrace se desky z rámu filtru opatrně vyjmou, opatrně se oddělí počínaje od hrubé strany jednotlivé vrstvy s naplaveným kalem, aby se zjistilo, jak hluboko kal pronikl a zda desku prostoupil stejnoměrně. U homogenních desek je kal uložen rovnoměrně v jednotlivých vrstvách do takové hloubky, která odpovídá velikosti kalových částiček, druhu a číslu filtrační desky. Volba správného čísla desky je velmi důležitá, neboť při nevhodně zvoleném čísle zůstává kal, je-li příliš hrubý, na povrchu hrubé strany desky, která v tomto případě působí jako síto. Příliš jemný kal může naopak při vyšším tlaku pronikat do filtrátu.

U nestejnorodých desek se tvoří v jednotlivých vrstvách desky z různě zbarvených míst „mapy“. Tmavé body na hladké straně desky naznačují, že kal pronikl do filtrátu. Bílá místa ve vrstvách přiléhajících k hrubé straně desky ukazují na nepropustnost desky, a tím i na snížení jejího výkonu. Stejnorodé jakostní filtrační desky jsou při správně voleném druhu a číslu desky pro filtraci daného nápoje po ukončené filtraci stejnoměrně naplněny kalem.

Zvláště dobře lze pozorovat pronikání kalu při orientační filtraci vína čiřeného ferokyanidem draselným. Vzniklá berlínská modř vytváří v jednotlivých vrstvách různá intenzívně zbarvená místa, podle toho v jakém množství pronikl kal deskou. Pro hodnocení stejnorodosti desek je možno využít také hodnot plošné a měrné hmotnosti filtračních desek, porovnávají-li se výsledky několika vzorků, odebraných z jedné desky.

Stanovení plošné hmotnosti

Plošnou hmotností se rozumí 1 m² filtrační desky, vyjádřené v g. Zjišťuje se vážením klimatizovaných, 1 dm² velkých destiček, vyříznutých z filtračních desek. Násobením 100 se vypočítá hmotnost filtrační desky plochy 1 m².

Stanovení měrné hmotnosti

Měrná hmotnost je poměr plošné hmotnosti desky k její tloušťce. Vyjadřuje se v g/cm³ nebo v kg na dm³. Je to vlastně hustota filtrační desky. Vypočítá se ze vzorce

$$\text{měrná hmotnost} = \frac{\text{plošná hmotnost v g/m}^2}{\text{tloušťka desky v mm} \cdot 1000}$$

Plošná hmotnost je důležitým ukazatelem stejnorodosti filtrační desky při výrobě a při přejímce. Jednotlivé druhy a typy filtračních desek by měly mít stanoveny hodnoty plošné hmotnosti pro posuzování standardnosti výrobku.

Podobným způsobem se mohou posuzovat filtrační desky podle měrné hmotnosti, pokud je tato stanovena normou.

Z tabulky 3, ve které jsou uvedeny hodnoty plošné i měrné hmotnosti zkoušených desek vyplývá, že Seitzovy desky mají nižší plošnou i měrnou váhu než desky SF. Do jisté míry to souvisí s jejich větší porézností, a tím také s lepší výkonností.

Stejnorodost lze posoudit i podle ostatních zkoušek ověřujících mechanické vlastnosti, provádějí-li se

Tabulka 3

Hodnoty plošné a měrné hmotnosti zkoušených filtračních desek

Číslo desky	Plošná hmotnost v g/m ² desky		Měrná hmotnost v g/cm ³ desky	
	Seitzovy	SF	Seitzovy	SF
2	775	—	0,26	—
3	830	913	0,26	0,31
5	743	984	0,30	0,31
7	—	1 061	—	0,34
10	—	1 114	—	0,35
EK	1 029	—	0,33	—

stanovení u více vzorků z jedné desky. Hodnoty, které byly např. zjištěny při stanovení odporu proti průtlaku vždy z 10 měření z jedné desky za sucha ukázaly, že Seitzovy desky měly max. rozdíly 0,5 at, zatímco desky SF až 1 a 1,25 at. Je samozřejmé, že s takovými deskami se nezajistí spolehlivý a odpovídající výkon a že výrobky takovéto jakosti nutno při přejímce odmítnat.

Prostupnost a filtrační výkon

Od běžné prostupnosti filtračních desek, uváděné firemní literaturou, je nutno odlišit prostupnost *D*, vypočtenou podle vzorce *Dupuis d'Arcyho* z doby potřebné pro získání 250 ml filtrátu po odečtení 1 a 2 litrů za podmínek stanovených metodikou. Tato hodnota představuje plochu všech pórů filtrační vrstvy, tj. celkovou účinnou filtrační plochu. Při filtraci, a to i při průtoku destilované vody se póry filtrační desky stlačují a snižuje se výkon desky. Snižená výkonnost se vyjadřuje efektem prostupnosti *ED*. Je to procentické vyjádření sníženého výkonu filtrační desky po odečtení 1 a 2 l destilované vody.

Stanovení prostupnosti *D*

Prostupnost *D* filtračních desek se stanoví podle modifikované metody *Salače* a *Dostála*. Přístroj pro

Tabulka 4

Hodnoty prostupnosti *D* a efektu prostupnosti *ED*

Číslo a druh desky	<i>D</i> · 10 ⁻¹¹ po 1 l	<i>D</i> · 10 ⁻¹¹ po 2 l	<i>ED</i>	Tlak v at	Tloušťka v mm
SF 3 vz. č. 12	92,7 86,1 91,0	60,1 58,3 55,9	65,0 67,5 61,0	0,5	2,4
SF 5 vz. č. 13	38,7 40,2 43,9	26,0 23,7 27,4	67,5 59,0 62,0	0,5	2,9
SF 7 vz. č. 10	9,9 12,3 11,1	4,9 6,9 5,2	50,0 55,5 47,0	0,5	2,8
SF 7 vz. č. 14	11,7 11,1 11,3	4,8 4,6 5,6	40,5 41,5 50,0	0,5	2,9
SF 10 vz. č. 11	6,8 5,3 6,1	3,3 2,8 2,9	52,0 53,0 48,0	0,5	3,1
SF 10 vz. č. 15	14,0 13,7 19,3	9,0 9,8 10,5	69,5 72,0 54,5	1,5	2,9
Seitz K ₁ vz. č. 3	402,9 388,0 440,3	238,2 285,2 275,8	59,0 73,0 62,5	0,5	2,9
Seitz K ₂ vz. č. 5	213,0 205,8 194,9	158,9 163,5 168,5	74,5 79,5 86,5	0,5	2,8
Seitz K ₃ vz. č. 6	102,9 104,8 102,1	79,4 86,2 82,0	78,0 82,0 80,0	0,5	3,0
Seitz K ₅ vz. č. 1	44,2 54,3 53,7	32,6 41,3 41,3	74,0 76,0 76,5	0,5	2,4
Seitz EK vz. č. 7	12,1 13,1 12,7	8,3 9,1 9,1	68,0 69,0 71,0	1,5	2,9

toto stanovení se skládá z tlakové nádoby, naplněné vodou, trubky odvádějící vytlačovanou vodu do jednoho nebo více malých filtrů. Tyto se skládají z pláště a ze dvou oddělitelných vík. Spodní dno je opatřeno odtokovým otvorem, víkem se přivádí do filtru voda. Obě dna se připojují k plášti šrouby s křídlovými maticemi a jsou utěsněny gumovou vložkou. K zařízení patří ostrá raznice se stejným průměrem jako je vnitřní průměr pláště pokusného filtru, kterou se vykrájí vzorky filtrační desky. Vzorky filtračních desek se utěsňují a upevňují v pokusném filtru bronzovými, různě tlustými kroužky, které těsně přiléhají k vnitřní stěně válce. Utěsnění vzorku filtrační desky se provádí tak, že na dno filtru se vloží tenký bronzový kroužek stejného průměru jako vnitřní průměr válce a na něj hustá síťka, zhotovená z nerezavějícího kovu. Na tuto síťku se vloží vzorek filtrační desky, vykrojený raznicí. Po uložení vzorku filtrační desky se přidá do filtru tolik bronzových kroužků, aby nepatrně přesahovaly horní okraj filtru. Po přitlačení víka stlačí tyto kroužky vzorek filtrační desky, a tím se zajistí jeho dokonalé utěsnění a upevnění.

Při vlastní zkoušce se naplní filtr vodou, řádně se odvzdušní a po protečení 1 l vody za stále stejného tlaku se sleduje stopkami čas, který je zapotřebí k naplnění 250 ml odměrky. Zjištěný čas se doplní do vzorce Dupuis d'Arcyho.

$$D = \frac{V \cdot h \cdot \eta}{t \cdot O \cdot \Delta p}$$

kde V je objem měřené vody v ml (používá se odměrky 250 ml);

- h — tloušťka vzorku filtrační desky v cm;
- O — plocha vzorku filtrační desky v cm^2 (počítá se pouze účinná filtrační plocha po odečtení těsnících kroužků);
- η — viskozita destilované vody při dané teplotě [Nsm^{-2}];

Δp — filtrační tlak $0,1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$;

t — čas potřebný pro natečení 250 ml vody v sekundách.

Vypočtené hodnoty se pohybují řádově 10^{-11} a vyjadřují se v celých číslech. Možnosti využití tohoto stanovení pro hodnocení filtračních desek ukazuje tabulka 4, ve které jsou uvedeny výsledky, získané u různých čísel Seitzových desek i desek SF, a to vždy u 3 vzorků z jedné desky.

Závěr

Metody používané pro posuzování jakosti filtračních desek je nutno doplnit zkouškami, zjišťujícími objektivně mechanické vlastnosti desek, jako je pevnost, stejnorodost a prostupnost. Pro tyto účely se velmi dobře hodí i některé metody, používané v papírenském průmyslu.

Hodnoty, získané při stanovení odporu proti průtlaku za sucha, střední tržné délky, plošné a měrné hmotnosti u standardních Seitzových čířicích filtračních desek a méně jakostních filtračních desek SF, ukázaly vždy velmi spolehlivě rozdíly v jakosti zkoušených desek. Osvědčila se i metoda stanovení prostupnosti D podle Salače a Dostála, která se běžně používá pro hodnocení jakosti pivovarské filtrační hmoty.

Zavedení těchto metod by přispělo k objektivnějšímu a dokonalejšímu hodnocení jakosti filtračních desek nejen při přejímce odběratelem, ale i při jejich výrobě. Je však závislé na předběžném stanovení měrných hodnot.

Literatura

- [1] Koch, J.-Grossmann, W.: „Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung“, 38, 1953: 194.
- [2] Kuttelvašer, Z.: Závěrečná zpráva — Výzkumné pracoviště Vinařských závodů, Praha-Braník, 1957.
- [3] Souček, M.: Zkušební metody v papírenském průmyslu, Praha, SNTL 1958.
- [4] Salač, V.-Dostál, V.: „Průmysl potravin“, 4, 1953: 412.

Došlo do redakce 10. 9. 1965.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПЛИТ

Хорошее качество и стандартная однородность фильтрационных плит являются основными предпосылками эффективной фильтрации. Применении контрольно-испытательных методов, внедренных на заводах бумажной промышленности, дает возможность оценивать объективно прочность, однородность и проницаемость плит. Серия испытаний доказала воспроизводимость результатов полученных при применении рекомендованных методов.

ZUR BEWERTUNG DER QUALITÄT DER FILTERSCHICHTEN

Die Qualität und Standardeigenschaften der Filterschichten sind wichtige Voraussetzungen für eine vollkommene Filtration. Die Einführung von Methoden, die für die Qualitätskontrolle der Erzeugnisse der Papierindustrie geeignet sind, ermöglicht die objektive Beurteilung der Festigkeit, Homogenität und Permeabilität der Filterschichten. Auf mehreren Beispielen wird die gute Reproduzierbarkeit der empfohlenen Bestimmungen gezeigt.

QUALITY OF FILTER PLATES

High and uniform quality of filter plates is a vital condition for efficient filtering. By applying methods which have been introduced in paper industry it is possible to estimate very accurately the strength, homogeneity and permeability of plates. The reproducibility of results obtained by applying the described methods has been ascertained in a series of experiments.

