

OBJEMOVÝ FILTR A JEHO UŽITÍ V PIVOVARSKÉ PRAXI

Ing. TOMÁŠ ŠRUMA, VÚPS a.s. – PVS Braník

Klíčová slova: pивovarské odpady, filtrace

1. ÚVOD

Zpracováním a využitím odpadů se zabývala již dříve řada pracovníků VÚPS [1,2,3]. Při známých možnostech využití odpadních produktů narážela praktická provozní aplikace na možnosti a dostupnost technologického zařízení pro jednotlivé aplikace. Proto se naše pozornost zaměřila na vývoj vhodného strojního zařízení řešícího separaci pevných látek ze suspenzí na dostatečné technické a technologické úrovni. Ve spolupráci s firmou Bílek se podařilo vyvinout patentově chráněné zařízení, které splňuje požadavky na separaci pevných látek ze suspenzí při dodržení požadavků kladených pivovarskou praxí na technologické zařízení.

2. POPIS ZAŘÍZENÍ

Objemový lis (*obr. 1*) se skládá ze dvou celků. Prvním je vlastní těleso filtru. Druhý celek zahrnuje příslušenství k lisu. Součástí

příslušenství je beztlaký zásobník na vodu s připojeným tlakovým vodním čerpadlem a zásobníkem tlakové vody, systém ovládacích třicestných ventilů, propojení tlakové vody a vzdušník.

Vlastní filtr je stojatá válcová nádoba, jejíž plášť tvoří nerezový plech. Na plášti jsou přivařené dvě sběrné trubky obdélníkovitého průřezu propojené otvory s vnitřním prostorem filtru. Trubka umístěná u horního okraje pláště slouží k přivodu tlakového vzduchu a trubka na spodním konci pláště k odvodu filtrátu. Na vnitřní stěně pláště je uložena drenážní vrstva, která nese na povrchu filtrační plachetku.

Nádoba filtru je uzavřena víky. Spodní víko je tvořeno mezikružím. Do tohoto mezikruží zapadají hydraulicky ovládaná vrata filtru, která umožňují snadný odvod odseparované pevné fáze z tělesa filtru. Horní víko je vybaveno přívodem suspenze, odvzdušněním filtru a záchytnými elementy na zdvihání tělesa filtru při výměně plachetky. V ose filtru je uložen na duté hřídeli pryžový vak zajišťující vlastní proces filtrace. Na horní konec hřídele je připojen hydraulický válec, který umožňuje zvedání pláště filtru při výměně plachetky a zároveň stažení celého tělesa filtru. Na ose jsou dále dvě mechanické pojistky, které umožňují po stažení tělesa filtru zablokování vík filtru proti uvolnění a tím je dána možnost vyřazení hydraulických válců z funkce.

Materiály použité na filtru

a přicházející do kontaktu se zpracovávaným substrátem jsou voleny tak, aby byly odolné vůči běžným sanitačním prostředkům do teploty 100 °C.

3. MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ SUBSTRÁTŮ OBJEMOVÝM FILTREM

Objemový filtr byl vyvíjen pro zpracování odpadní křemeliny po filtraci piva. Při zkouškách se separací odpadní křemeliny byly na modelovém zařízení zkoušeny i různé jiné substráty. Jedinou podmínkou pro zpracování v objemovém filtru je, aby pevná fáze přítomná v suspenzi byla dostatečně tuhá. V případě, že pevná fáze má vlastnosti „gumy“, dojde rychle k ucpání vrstvy a materiál nelze tímto způsobem zpracovávat. Dosud byly testovány tyto suspenze: odpadní křemelina, křemelina po regeneraci, kvasnice z CKT, kvasnice ze spilky, kvasnice z ležáckého sklepa, kalová mladina, čistírenský kal s přídavkem i bez přídavku flokulantu, suspenze škrobu a glycerin po výrobě bionafty. Orientační časy separace u vybraných substrátů jsou uvedeny v *tab.1*.

Z dob filtračních cyklů je patrné, že práce filtru je rychlejší než u klasického kalolisu. K objasnění této otázky byl uspořádán následující pokus s odpadními kvasnicemi. V první části bylo do filtru načerpáno 10 l kvasnic o obsahu sušiny 8 %. V průběhu 30 min byly kvasnice odfiltrovány za tlaku 300 kPa. Tlak byl docílen vodou napouštěnou do pryžového vaku filtru. Ve filtru zůstala vrstva kvasnic o síle 13 mm a obsahu sušiny 32 %.

Ve druhé části pokusu byl nastaven napuštěním pryžového vaku volný prostor filtru na 10 l. Do tohoto prostoru byly do-



Obr. 1 Objemový lis

Tab. 1 Přehled testovaných substrátů

Substrát	Obsah sušiny [%]		Doba filtračního cyklu [min]
	vstupní	výstupní	
Odpadní křemelina	6	42	15
Regenerovaná křem.	12	42	10
Kalová mladina z vířivé kádě	2	30	30
Odpadní kvasnice	8	31	50
Čistírenský kal	1	20	70

pravovány stejné kvasnice jako v první části pokusu. Kvasnice byly dopravovány do filtru čerpadlem s maximálním tlakem 300 kPa po dobu 3 hodin. Na konci filtrace byl výtok filtrovaného piva již velmi pomalý. Za tuto dobu se vytvořila na plachetce filtru vrstva kvasnic o tloušťce 50 mm s obsahem sušiny 28 %. Pokračováním druhé části pokusu bylo lisování již vytvořené vrstvy kvasnic za tlaku vody 300 kPa v pryžovém vaku. Výsledkem byla vrstva kvasnic o tloušťce 30 mm a obsahu sušiny 32 %.

Výsledky pokusu lze vysvětlit tím, že při použití kalolisu (což je zde dokumentováno druhou částí pokusu) musí procházet filtrát celou postupně se tvořící vrstvou pevné fáze zachycené na filtrační přepážce. Při užití objemového filtru se filtrát separuje současně z celé vrstvy. Na začátku lisování probíhá separace pouze plachetkou, a proto je kvalita filtrátu horší, po vytvoření vrstvičky pevné fáze na plachetce se kvalita filtrace zlepšuje.

Je třeba upozornit na to, že dobrá funkce filtru a časy filtračních cyklů do značné míry

závisí na stavu zpracovávaného materiálu. Při zpracování odpadní křemeliny jsme v průběhu zkoušek zjistili, že uchováním suspenze delší dobu (18 hodin) došlo ke zhoršení procesu separace ve filtru oproti křemelině zpracovávané okamžitě po ukončení filtrace piva. Tento efekt si vysvětlujeme rychlou autolýzou kvasinek přítomných v suspenzi.

4. ZAČLENĚNÍ OBJEMOVÉHO FILTRU DO PIVOVARSKÉ TECHNOLOGIE

Možnosti instalace objemového lisu v technologickém postupu výroby piva jsou znázorněny na obr. 2. Jednotlivé aplikace jsou popsány v dalším textu.

4.1. Varna

Využití filtru ve varně závisí na používané technologii. Je třeba vzít v úvahu, že při nevyužívání kalů z vířivé kádě činí objemová ztráta mladiny 1 %. Při vrácení kalů zpět do scezovací kádě po stečení předku

vznikají ve varně ztráty energetické – je nutný ohřev vrácené mladiny z 80 na 100 °C a zajištění odparu v průběhu 90 minut, tj. pro 1 hl vrácené mladiny 31 106 J v jedné varce. Dále ztrácíme kapacitu mladinového kotle ve velikosti vráceného objemu. Také je nutno zvážit čas na výplach vířivé kádě, spotřebu teplé vody na výplach vířivé kádě a v neposlední řadě ztrátu mladiny z poslední várky, která se nemůže vrátet, a také ztrátu mladiny ze speciálních (např. barevných) mladin.

Spojením odtahu kalového kužele z vířivé kádě a separace kalů na objemovém filtru se docílí bezztrátové technologie. Odseparovaná kalová mladina z vířivé kádě je k dispozici ještě dostatečně dlouho před ukončením spílání mladiny. Proto může být čirá horká mladina po zpracování kalové mladiny v objemovém filtru vrácena zpět do stejné várky ve vířivé kádě, odkud byla jako kalová mladina odebrána.

4.2. Filtrace piva

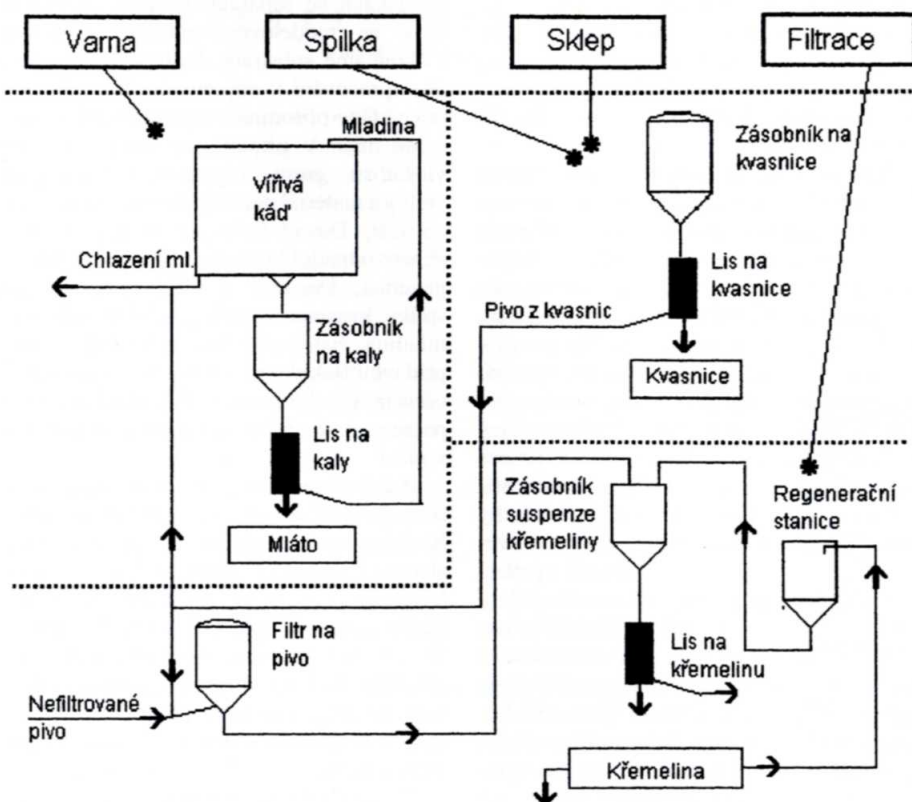
Odpadní křemelina odstraňovaná z filtru po filtraci piva obsahuje v sušině okolo 10 % organických látek. Likvidace tohoto materiálu je řešena v některých případech vypouštěním do odpadu, což odporuje zákonu o odpadech, nebo usazováním v různých sedimentačních jímkách a jejich následným vyvážením. Toto řešení není příliš výhodné, neboť odtékající voda obsahuje ještě značné množství pevných látek a má vysokou BSK. Vyvážení jímek je poměrně náročnou operací vzhledem k sedimentačním vlastnostem usazovaných materiálů.

Pro zpracování odpadní křemeliny pomocí filtru je třeba vytvořit zásobník na odpadní křemelinu o objemu kalového prostoru filtru, kam se dopraví z filtru suspenze. V okamžiku začátku plnění tohoto zásobníku se počne plnit filtr. Tím vznikne v zásobníku prostor na umístění objemu z prvního oplachu filtru, který je značně zatížen znečištěním. Další oplachy již nemá smysl zpracovávat.

Konzistence vypadávající odfiltrované křemeliny zaručuje snadný transport. Transport odpadní křemeliny je řešen podle podmínek pivovaru. Odpadní křemelina byla testována na možnost zpracování do půdy. Při tomto využití nebylo shledáno negativní ovlivnění testované vegetace. Kvalita filtrátu je charakterizována obsahem pevných látek 200 mg/l. To znamená, že při použití suspenze o obsahu 6 % došlo k zachycení 99,7 % pevných látek. Hodnota BSK je do značné míry ovlivněna kvalitou provedení oplachu křemelinového filtru při ukončení filtrace.

4.3. Regenerace křemeliny

Objemový filtr lze užit při regeneraci použité křemeliny. Princip regenerace spočívá v působení alkalického roztoku za tepla na suspenzi odpadní křemeliny. Působením tepla v alkalickém prostředí dochází k degradaci organických látek a k usmrcení kvasinek. Degradované látky přecházejí do



Obr. 2 Schema instalace objemového filtru v technologickém postupu výroby piva

Tab. 2 Závislost obsahu buněk ve filtrátu na době filtrace

Doba filtrace [min]	Objem filtrátu od počátku filtrace [l]	Počet kvasinek ve filtrátu [10^6 buněk.ml ⁻¹]	Obsah sušiny ve filtrátu [%]
1			9,12
3			7,7
5	15		6,3
10		136,5	
20		57,8	
35		32,3	
40		24,1	
100	30	6,11	

Tab. 3 Závislost některých parametrů na filtračním tlaku

Lisovací tlak [kPa]	Bílkoviny nad 5000	α -amino dusík [mg/l]	Obsah sušiny kvasnic [%]
0	80,9	335	nestanoveno
140	73,8	312	26,7
200	77,9	352	28,1
300	75,7	333	29,2

roztoku a jsou v následujících krocích z křemelinu vypírány. Po vyprání se suspenze neutralizuje kyselinou a na závěr se provede vymytí vodou s cílem odstranit soli vzniklé neutralizací zbytku louhu kyselinou.

Takto regenerovaná křemelina byla testována při modelové filtraci na zkušebním filtru. Na základě provedených zkoušek bylo zjištěno, že lze dávkovat regenerovanou křemelinu v množství 40 % ve směsi s novou křemelinou, aniž by se projevilo zhoršení filtrace piva.

4.4. Separace kvasnic

Na filtru byly provedeny testy se zpracováním kvasnic z CKT, spilký i ležáckého sklepa. V případě, že kvasnice byly v dobrém stavu a nejevily známky autolýzy, měla filtrace kvasnic dobré výsledky. Dosažené

výsledný obsah sušiny se pohyboval okolo 30 %. Výsledek filtrace také závisí na konzistenci použitých kvasnic pro filtraci. Jsou-li kvasnice napěněné (například po odstřelu z CKT), je výsledek filtrace horší než u kvasnic dobře usazených.

Byla sledována kvalita a účinnost filtrace kvasnic v závislosti na době filtrace. Filtr byl napuštěn kvasnicemi o obsahu sušiny 13,5 % v množství 80 l. Filtrace kvasnic probíhala za tlaku 300 kPa. S tvořící se vrstvou kvasnic na filtrační přepážce logicky stoupá kvalita filtrátu, tj. klesá obsah prošlých kvasničných buněk v jednotce objemu filtrátu. Kvasnice, které procházejí do filtrátu, velmi rychle sedimentují. Za 15 minut se utvořil kompaktní sediment kvasnic v nádobě s filtrem. Přehled výsledků je uveden v tab. 2.

Pro zjištění ovlivnění kvality filtrátu látkami, které mohou přecházet z poškozených kvasnic nebo vznikat působením tlaku na kvasnice v průběhu filtrace, byl sledován také vliv filtračního tlaku vyvinutého pryžovým vakem na suspenzi kvasnic. Přehled výsledků je v tab. 3. Ve filtrátu byl stanoven obsah α -aminodusíku a obsah bílkovin s molekulovou hmotností vyšší než 5000. Do filtru bylo načerpáno při každé části tohoto pokusu 10 l hustých kvasnic a lisovací tlak byl nastaven u pokusu č.1 na 140 kPa (minimální tlak nastavitelný na redukčním ventilu), u pokusu č.2 na 200 kPa a u pokusu č.3 na 300 kPa. Po ukončení filtrace byl odebrán vzorek odseparovaných kvasnic na stanovení sušiny a z filtrátu průměrný vzorek na chemické rozbor. Pro srovnání byla provedena filtrace suspenze kvasnic nalitím do sáčku z plachetky bez použití filtračního tlaku (lisovací tlak 0). U tohoto pokusu nebyl stanoven obsah sušiny odfiltrovaných kvasnic.

5. ZHODNOCENÍ FUNKCE OBJEMOVÉHO FILTRU

Objemový filtr byl odzkoušen pro několik aplikací. Pro pivovarství je nejzajímavější využití k filtraci kvasnic, získávání mladiny z hrubých kalů a separace odpadní křemelinu po filtraci piva. Každá z uvedených aplikací má své podmínky pro využití. Je na zvážení v konkrétních podmínkách, zda se použije objemový lis pro řešení v technologickém procesu. U menších provozů je možné některé aplikace využití lisu provádět na jednom zařízení.

Výsledky dosažené objemovým filtrem při užití v pivovarské praxi jsou dobré. Z hlediska ekonomiky provozu a výtěžnosti žádaných substrátů splňuje zařízení požadavky na ně kladené. Pro příliš krátkou historii objemového filtru v pivovarství nelze dosud formulovat objektivní závěry jak v záležitostech funkčnosti a trvanlivosti jednotlivých komponentů zařízení, tak v ovlivnění kvality finálního výrobku – piva.

Zcela jednoznačné je využití objemového filtru při likvidaci odpadní křemelinu a regeneraci křemelinu. V tomto případě pracuje filtr naprosto spolehlivě a s lepší účinností ve vztahu k životnímu prostředí, než dosud používané technologie. Záleží pouze na dodržení doporučeného postupu při likvidaci odseparované křemelinu, aby nevznikly následné problémy. Jedná se zejména o vznikající zápach a ztekucení substrátu při delším skladování za vyšších teplot jako následek rozkladných procesů organické hmoty obsažené v odpadní křemelině.

Při použití objemového lisu pro získání čisté mladiny z kalové je kvalita separované mladiny na dobré úrovni. Zde je podle provedených zkoušek ve třech pivovarech významný rozdíl v době potřebné k dosažení maximální sušiny separovaných kalů.

Při získávání piva z odpadních nebo nasádných kvasnic a jeho zpětném přidávání do piva je třeba dlouhodobě sledovat ovlivnění senzorické kvality piva. Na tomto úkolu v současné době pracujeme. Z hlediska obsahu sušiny v odfiltrovaných kvasnicích dosahuje objemový filtr srovnatelných výsledků jako kalolis, ale při lepší ekonomice provozu a jednodušší manipulaci se zařízením. Objemový filtr může pracovat v ručním i zcela automatickém provozu.

LITERATURA

- [1] VOBORSKÝ, J., ZIMOVÁ, I.: Využití pivovarských odpadů, Závěrečná zpráva, VÚPS, Praha, 1981.
- [2] VOBORSKÝ, J.: Využití odpadních kvasnic, Závěrečná zpráva, VÚPS, Praha, 1983
- [3] ČUŘÍN, J., MAREK, M.: Regenerace křemelinu, Závěrečná zpráva, VÚPS, Praha, 1991

Lektoroval: doc. Ing. Jan Šavel, CSc.
Do redakce došlo 1. 7. 1999

Redakce upozorňuje čtenáře ze Slovenské republiky, že v Pivovarském kalendáři 2000 bude publikován seznam pivovarů na Slovensku. Upozorňujeme též na možnost slevy za včasnou objednávku a zaplacení Pivovarského kalendáře (do 15. října).

Ing. Bohuslav Koutek
servis stáčecích strojů KEG

*** pomoc v nouzi ***

HOT LINE: 0601 272 676

Adresa: Potoční 35
373 16 Dobrá Voda u Č. Budějovic
tel.: 038/720 00 73
fax: 038/720 00 49
e-mail: keg servis@telecom.cz