

ŘÍZENÝ ODBĚR KALŮ Z VÍŘIVÉ KÁDĚ

Ing. TOMÁŠ ŠRUMA, ing. TOMÁŠ LEJSEK, CSc. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Předneseno na 27. Pivovarsko-sladařském semináři v Plzni k příležitosti 125. výročí založení pivovaru Gambrinus v Plzni

Klíčová slova: vířivá kád', kaly, řízený odběr

ÚVOD

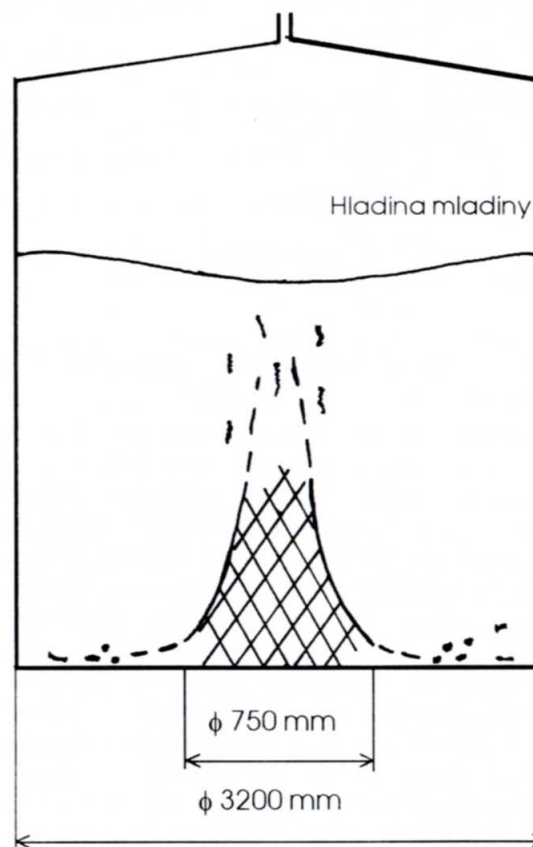
Počátek uplatnění vířivých kádí u nás v České republice oslavil dvacáté páté narozeniny. VÚPS byl pracemi Šauera, Kahlera a Lejska [1, 2] u vzniku této technologie. V posledních letech se zájem soustředil na další vývoj nyní již všeobecně rozšířeného zařízení.

Praxe přesvědčuje, že správná funkce vířivé kádě při běžném provozu má svá omezení. Při jejich porušení dochází ke špatné funkci, která se projevuje nedokonalým tvořením kalového kužele. Záleží na kvalitě zpracovávaných surovin, dodržování správného technologického postupu ve varně a na konstrukčním řešení vířivé kádě a jejího příslušenství. V neposlední řadě záleží na tom, zda jsou dodržovány parametry, pro které byla vířivá kád' konstruována. Jsou-li například překračovány objemy čerpaných várek, či dochází k jiným poruchám funkčního charakteru, může docházet ke strhávání kalů na konci spílání do spílané mladiny jako důsledek špatné tvorby kalového kužele.

Zamezit v tomto případě strhávání kalů lze včasným zásahem obsluhy vířivé kádě, ale většinou dochází ke zvýšení výtrat mladiny a nebo ke komplikovanějšímu zpracování kalové mladiny.

Praktické provozní měření na jedné z prvních vířivých kádí v pivovaru Braník prokázalo průběh sedimentace hrubých kalů a jejich již prakticky konečné zahuštění ve středové ose kádě velmi brzy po ukončení čerpání mladiny z varny [3]. Tvar kalového kužele v tomto období ostře kontrastuje s tvarem kužele tak, jak jej můžeme pozorovat těsně před a nebo již po ukončeném spílání (obr. 1 a 2). Původní kalový kužel má totiž překvapivě malou základnu a velkou výšku. Při poklesu hladiny ve vířivé kádí při spílání a postupném brzdění rotace mladiny se pak roztahuje do šířky. Při-

tom v závěru spílání z něj vytékající mladina strhává i shluky kalů. Tomuto vytékání mladiny a strhávání kalů se snaží zabránit široká skupina návrhů počínající předpisem na omezenou rychlost spílání v jeho závěru a končící snahou po budování konstrukčních úprav uvnitř kádě, které mají za cíl udržet hutný kalový kužel co nejbližě středu kádě. Kromě našich českých konstrukcí je to i v poslední době uváděná práce Denka [4].



Obr. 1. Kalový kužel před zahájením spílání (v době ještě intenzivní rotace mladiny) — kád' obsahu 300 hl



Obr. 2. Kalový kužel před ukončením spílání — kád' obsahu 300 hl

Možný je však i opačný postup řešení problému roztékání kalů, a to jejich odstranění již na počátku spílání. Přitom, při pohledu na dobu uplynulou od zjištění prvých funkčních podkladů, musíme zdůraznit, že rozhodující význam pro toto k patentové ochraně přihlášené řešení [5] má dnešní možnost zajistit navržený proces jeho celkovou automatizací při úplném vyloučení obsluhy.

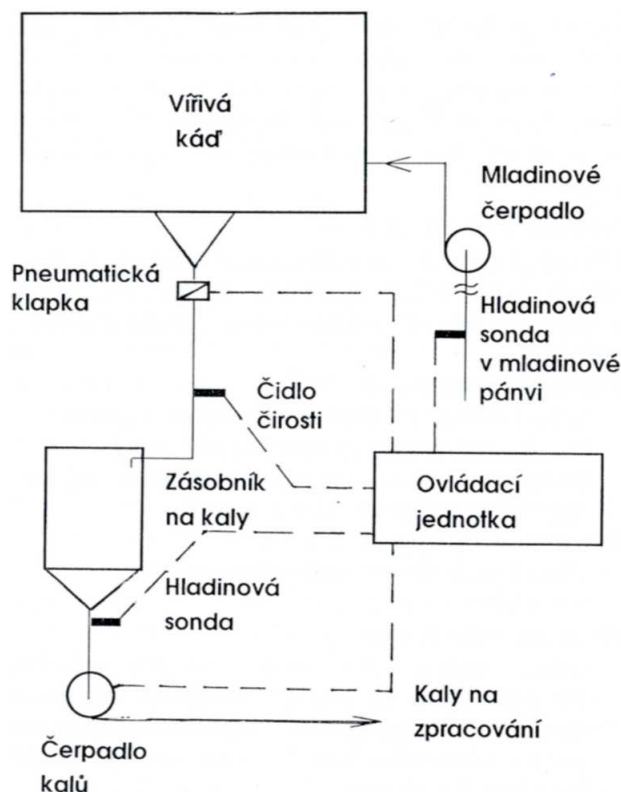
NÁVRH A FUNKCE ZAŘÍZENÍ

Zařízení na odběr kalů se skládá ze tří základních prvků (obr. 3)

1. pneumatické klapky se snímanou polohou,
2. senzoru na zjišťování čirosti protékající mladiny,
3. ovládacího procesního počítače.

Sestavu je vhodné doplnit průhledítkem pro kontrolu správné funkce zařízení a odběrovým kohoutem pro vzorkování kalové mladiny. Tyto dva prvky jsou nutné k nastavování parametrů zařízení při jeho uvádění do provozu a pro občasnou kontrolu funkce zařízení.

Základem funkce zařízení je odběr kalů ještě v době intenzivní rotace obsahu kádě po vyčerpání celé várky. Systém je veden šancí uskutečnit odběr vždy, když je dostatečné zahuštění kalů u středu kádě. Konkrétní hodnoty parametrů nastavené v programu pro jednotlivé vířivé kádě se pak v konečné podobě liší podle místních podmí-



Obr. 3. Technologické schéma odběru kalů

nek. Nastavení se provádí podle předem zadaných parametrů u 3 až 5 várek. V průběhu činnosti odběrového zařízení se pak v časových intervalech odebírají vzorky odčerpávaných kalů. Na základě posouzení hustoty odebraných kalů ve vzorcích a stavu ve vířivé kádě po ukončeném spílání se korigují parametry zařízení pro další cyklus odběru kalů až k nastavení opakovatelné verze programu.

Nádoba na sběr kalové mladiny o obsahu cca 3 % z objemu maximálního čerpání a spojovací potrubí mezi vířivou kádí a touto nádobou jsou další komponenty důležité pro provoz zařízení. Pokud je v provozu více vířivých kádí, může být sběrač společný, ale takového objemu, aby při kumulaci várek nedocházelo k jeho přeplnování. Pro bezproblémovou funkci a levnější investiční a provozní náklady je lepší umístění sběrače kalové mladiny tak, aby potrubí, které do něj přivádí kalovou mladinu, ústilo nad maximální hladinou a bylo ve spádu od vířivé kádě. V případě, že tyto podmínky nelze dodržet, montuje se do potrubní větve za pneumatickou klapku vhodné čerpadlo, které zajistí funkci odběrového zařízení. Spouštění čerpadla je pak ovládáno současně s pneumatickou klapkou.

Kalý se odebírají ze středu dna vířivé kádě. Pro funkci odběrového zařízení není důležitý tvar jejího dna. S výhodou lze použít i dno se středovým kuzelem, který bývá u starších typů vířivých kádí. Odběrové zařízení bylo odzkoušeno také ve víři-

vých kádích s obvodovým žlábkem a sklonem dna k obvodu, dále v kádích s rovným dnem a se středovým kuzelem a sklonem dna ke středu kádě. Kaly, které se během odběru shromáždí ve sběrači, je možné zpracovat některým ze známých postupů.

OVLÁDÁNÍ PROCESU

Do řídicí jednotky je nutné zadat hodnoty jednotlivých, především časových parametrů, které v souhrnu určují požadovanou funkci zařízení. Jsou to:

Počáteční prodleva A_1

- určuje dobu, po kterou systém po zapnutí vyčkává před úvodním otevřením klapky.
Rozmezí 3—20 minut (doba se počítá od dočerpání mladiny do vířivé kádě)

Doba otevření klapky t_A

- doba k odstranění hrubých nečistot t_A
Rozmezí 5—100 s

Doba hlavního čekání A_2

- určuje druhou čekací dobu, obvykle nejdelší. Po tuto dobu je klapka uzavřena, po jejím uplynutí je zahájena série otevírání klapky určená k odstranění hrubých kalů z vířivé kádě.
Rozmezí 5—40 min.

První odběr t_1

- udává dobu otevření klapky při prvním odběru. Následující doby otevření klapky se zkracují v závislosti na počtu nastavených odběrů a délce posledního odběru.

Poslední odběr t_z

- udává dobu při posledním otevření klapky.

Počáteční interval (mezi otevřením klapky) I_1

- tato hodnota je počáteční hodnotou intervalu, kdy je zařízení v klidu. Další intervaly jsou dány parametry konečný interval a maximální počet otevření.
Rozmezí 5—600 s.

Konečný interval (mezi otevřením klapky) I_{Z-1}

- je maximální hodnotou periody mezi otevřením klapky.
Rozmezí 20—600 s.

Maximální počet otevření Z

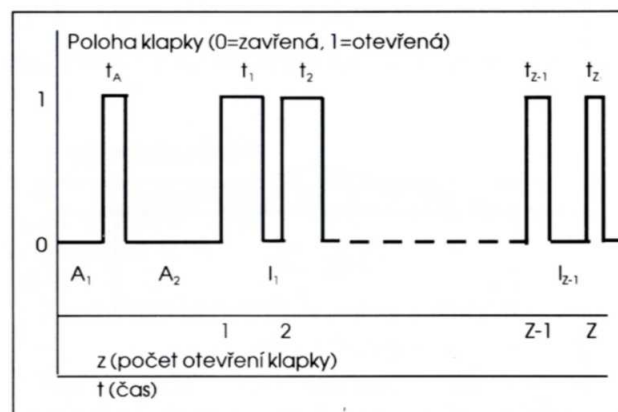
- Po dosažení určeného počtu otevření klapky se ukončí řídicí činnost systému. Do hodnoty maximálního počtu otevření klapky se nezapočítává úvodní otevření klapky pro odstranění hrubých nečistot.
Rozmezí 10—100 s.

Zpoždění čidla

- je parametr, který definuje časovou prodlevu mezi otevřením klapky a okamžikem, kdy signál z čidla odpovídá skutečnosti a je platný pro účely řídicího systému.

Činnost zařízení je zahájena okamžikem vyčerpání mladiny z mladinové pánve do vířivé kádě. Od tohoto okamžiku ovládací počítač odměřuje čas. V čase t_A je otevřena pneumatická klapka k provedení odběru.

Tento odběr má za účel odstranění hrubých nečistot (mláta, větších částic z chmele a cizích předmětů) a eventuálních zbytků kalů z předcházející várky. Tímto odběrem se též zajišťuje průchodnost celého odběrového zařízení. Pokud se mohou vyskytnout cizí předměty větších rozměrů (které jsou schopny zablokovat pneumatickou klapku), doporučuje se zařadit do potrubí pro čerpání mladiny z varny snadno rozebíratelný filtr s velmi hrubým sítem. Dále pak následuje naprogramovaný sled odběrů a odpočinkových intervalů, které umožňují v konečné podobě podle místních podmínek potřebné shluknutí a zahuštění kalů (obr. 4).



Obr. 4. Harmonogram odběru kalů

Ukončení odběru kalů z vířivé kádě je dáno:

1. Dosažením počtu nastavených odběrů.
2. Zjištěním čisté mladiny v odběrovém potrubí měřicím čidlem. V případě, že dojde k odtoku čisté mladiny před dokončením nastaveného počtu odběrů, okamžitě po signálu ze senzoru čirosti bude odběr zastaven. Zařízení vyčká cca 3 minuty a znovu provede odběr kalů. Je-li zjištěna opět čistá mladina, ukončí se odběr kalů. Je-li při tomto odběru překročena mezní čirost, pokračuje program v místě, kde byl přerušen do provedení maximálního počtu nastavených odběrů, pokud nedojde k opakovanému zjištění další čisté mladiny. Při zjištění čisté mladiny je odběr definitivně ukončen.

Doba činnosti zařízení závisí na nastaveném počtu odběrů, jejich délce a délce intervalů mezi odběry. Není na závadu, že zařízení je ještě v činnosti při zahájení spílání mladiny. Tyto dvě technologické operace mohou probíhat současně.

Při správně nastaveném programu odběru kalů zůstává vířivá kád' po ukončeném spílání v takovém stavu, že není nutné její mytí a může následovat okamžitě další čerpání mladiny.

Neměnná funkce programu k odběru kalů je samozřejmě podmíněna stejnými podmínkami proudění ve vířivé kádě. Tyto podmínky jsou ovlivňo-

vány objemem čerpané mladiny, rychlostí čerpání a stavem povrchu vířivé kádě, který může rozhodujícím způsobem ovlivňovat činnost odběrového zařízení.

PŘÍKLAD ŘEŠENÍ

Zařízení na odběr kalů bylo poprvé instalováno v pivovaru Radegast, kde je zařazeno do kompletního automatického řízení nové varny. Jsou zde 2 vířivé kádě. Do jedné se čerpá mladina z nové varní soupravy s dobou čerpání 17–20 minut. Druhá vířivá kád' je využita pro původní varní soupravy. Doba čerpání je v tomto případě 35–40 minut. Každá vířivá kád' má vlastní odběrové zařízení s nezávisle volitelnými parametry. V tabulce jsou uvedeny parametry jednotlivých vířivých kádí.

Příklad zadaných parametrů odběrového zařízení

	Kád' I	Kád' II
Doba čerpání	17 min	35 min
Počáteční prodlení A_1	7 min	3 min
Doba otevření klapky t_A	75 s	55 s
Doba hlavního čekání A_2	27 min	5 min
První odběr t_1	17 s	12 s
Poslední odběr t_z	12 s	10 s
Počáteční interval I_1	12 s	17 s
Konečný interval I_{z-1}	19 s	23 s
Maximální počet otevření Z	42	48
Zpoždění čidla	7 s	7 s

Z uvedených parametrů je patrna rozdílnost funkce vířivých kádí, které mají veškeré konstrukční parametry stejné. Jediný rozdíl je v době čerpání a již tím je ovlivněna tvorba kalového kužele i činnost zařízení na odběr kalů. Přesto lze vhodnou volbou parametrů zařízení docílit odpovídající funkce.

ZÁVĚR

Zařízení na odběr kalů prokázalo, že lze řešit problémy s odlučováním kalů ve vířivé kádě cestou jejich odstraňování již ve fázi tvorby kalového kužele. Podmínkou stále stejné funkce zařízení je jeho kompletní automatizace, která začíná již uvedením do činnosti pomocí hladinové sondy v mladinové pánvi. Při změně podmínek lze program upravit. Odběrové zařízení zkracuje dobu, po kterou je vířivá kád' blokována a to o dobu potřebnou pro odstranění kalového kužele a eventuálně o dobu mytí vířivé kádě. Důsledkem toho je i snížená spotřeba vody.

Autoři děkují za spolupráci tvůrci software **ing. Davidovi Hrabánkovi a firmě Cube Havlíčkův Brod.**

Literatura

- [1] ŠAUER, Z. et. al: Kvas. prům. **15**, 1969, s. 12
- [2] LEJSEK, T.: Kvas. prům. **15**, 1969, s. 34
- [3] LEJSEK, T., MAREŠ, J.: Kvas. prům. **21**, 1975, s. 175

- [4] DENK, V.: Brauwelt **129**, 1989, s. 642
- [5] CZ-PV 594—93

Šrma, T.—Lejsek, T.: Řízený odběr kalů z vířivé kádě: Kvas. prům., **41**, 1995, č. 2, s. 44—48.

Odstraňování hrubých kalů z mladiny ve vířivé kádě se často potýká s problémy způsobenými roztékáním kalového kužele během spílání a pak i s jejich odstraňováním ze dna kádě. Článek ukazuje novou, netradiční možnost odstranění zahuštěných kalů, které se odčerpávají z kádě po jejím naplnění v období, kdy jsou soustředěny v kuželu o malé základně. K odběru kalů se navrhlo a odzkoušelo zařízení, jehož hlavními prvky jsou pneumatická klapka, senzor na zjišťování čirosti protékající mladiny a ovládací procesní počítač. Kal se odebírá ze středu dna kádě ve zcela automatizovaném režimu, jehož program se určí podle výsledků úvodních provozních zkoušek. Popisují se základní prvky programu a uvádějí se dva praktické provozní příklady.

Šrma, T.—Lejsek, T.: Controlled Sludge Removal from Whirlpool Tank. Kvas. prům., **41**, 1995, No. 2, pp. 44—48.

Removal of coarse sludge from hopped wort in the whirlpool tank is often challenging problems caused by a sludge cone disintegration during draw-off and its subsequent removal from vessel's bottom. The paper unveils a new unconventional possibility of concentrated sludge removal which is drawn off from the vessel after it had been filled in a moment when sludge is concentrated in a cone having a small-shaped basis. A device for sludge removal has been designed and tested, the principal features of which is a pneumatic valve, a sensor destined for hopped wort clarity determination and control process computer. Sludges are drawn off from vessel's bottoms centre under fully automatised regime following a programme resulting from introductory operational tests. Programm's basic elements are featured and two practical operational examples are given.

Šrma, T.—Lejsek, T.: Gesteuerter Trubabzug aus dem Whirlpool. Kvas. prům. **41**, 1995, Nr. 2, S. 44—48.

Die Beseitigung von Heißtrubs aus der Würze im Whirlpool ist sehr oft mit Problemen verbunden, die durch Auseinanderfließen des Heißtrubkegels im Verlaufe des Würzeziehens und derer darauffolgender Beseitigung aus dem Bottichboden entstehen. Der Aufsatz weist auf eine neue, unkonventionelle Möglichkeit zur Beseitigung von konzentrierten Heißtrubs hin, die aus dem Bottich nach dessen Auffüllung in dem Augenblick abgezogen werden, als sie einen Kegel von kleiner Basis bilden. Zum Heißtrubabzug ist eine Einrichtung entworfen und Prüfungen unterzo-

gen, derer Hauptelemente aus einer pneumatischen Klappe, einem Sensor zur Beurteilung der durchfließenden Würzeklarheit und einem Steuerprozessrechner bestehen. Der Heißtrubabzug erfolgt aus der Bottichbodenmitte unter Einhaltung eines vollautomatisierten Betriebes, dessen Programm anhand der Ergebnisse von Einleitungsbetriebsprüfungen bestimmt wird. Es werden die Grundelemente des Programms unter Anführung von zwei Betriebsbeispielen aus der Praxis erörtert.

Шрума, Т.—Лейсек, Т.: Управление отбором труб из вихревого чана. Kvas. prům., 41, 1995, № 2, стр. 44—48.

При удалении грубых труб из сусла во вихревом чане часто встречаются проблемы вызванные растеканием трубного конуса в течение перекачки холодного сусла в бродильню

и последующего их устранения из днища чана. В статье приводятся новые нетрадиционные возможности удаления загущенных труб, которые откачиваются из чана после его наполнения в том периоде времени, когда сосредоточены в конусе имеющем малую базу. С целью удаления труб предложилось и испытанию подвергло оборудование, основным элементом которого легли пневматический клапан, датчик определения прозрачности протекающего сусла и управляющий процессный компьютер. Отбор труб проводится из центральной части днища чана на основе полностью автоматизированного режима, программа которого определится на основе результатов вводных эксплуатационных испытаний. Дается описание основных элементов программы с приведением двух практических примеров на эксплуатации.