

Využití různých způsobů a zařízení při kvašení a dokvašování

663.45
577.15

Ing. Miroslav KAHLER, Ing. Tomáš LEJSEK, VÚPS — Praha

Do redakce došlo 15. 2. 1971

Dnešní odklon od klasického způsobu kvašení je způsoben ekonomickým tlakem. Vysoké výrobní a investiční náklady se promítají především u ležáčského sklepa, protože jeho funkce není pouze výrobní, nýbrž i skladovací. Při neustále stoupající výrobě piva je hlavní otázkou, jak zvýšit kapacitu pivovarů bez velkých investic. Nejlevnější cesta je zkrácení doby kvašení a dokvašování. Tento postup je však při zachování klasické technologie značně omezen a zhoršuje jakost piva. Pouze nová technologie může přinést očekávaný výsledek. Současně se změnou technologie lze očekávat i uplatnění nových, investičně méně náročných strojních zařízení.

Z tohoto hlediska je zajímavé vytvořit přehled o současných směrech, které se uplatňují při rekonstrukcích nebo nové výstavbě pivovarů v úseku hlavního kvašení a dokvašování.

I. Velkokapacitní kvasné nádoby uložené ve volném prostoru

První zprávy o uložení nádob ve volném prostoru byly uveřejněny v roce 1965. Pivovarský koncern Asahi — Japonsko dal do provozu větší oddělení tanků volně umístěných v pivovarech Tokyo — Azunatashi a Nishinomiya [9]. Téměř současně se instalovaly podobné tanky v pivovaru Falstaff Brewing v Missouri — USA [1]. Ve všech případech jsou tyto tanky stojaté válcovité nádoby obsahu nad 2 000 hl. Výhody umístění u velkých objemů jsou nesporné. Kleber udává, že v Japonsku se snížily stavební náklady o 40 % a náklady na chlazení o 35 %. Naopak speciální příslušenství u tanků zvyšuje jejich výrobní cenu. O celkových investicích rozhoduje do značné míry místo stavby, protože hlavní význam má uložení tanků a jejich izolování, to znamená půdní a klimatické poměry.

Tanky v Japonsku jsou určeny pro hlavní kvašení i dokvašování a mají tyto rozměry: výška 8 m, průměr 8,3 m, objem 4 000 hl. K výrobě den a pláště se používá plechu síly 6 mm, pro víka pouze síly 4 mm. Materiál je nerezavějící ocel. Chladicí médium v taškových chladičích je 25 % propylenglykol o teplotě $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Izolaci tvoří 90 mm vrstva polyuretanové pěny, která je oplechována hliníkovým plechem síly 0,6 mm. Chlazení a izolace se dimenzují tak, aby se snadno dodržely předepsané technologické teploty. Například pro pivovar Falstaff Brewing se počítá s tím, aby teplota okolí mohla kolísat od $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$; bez vlivu na požadovanou teplotu piva. Teploty v Tokiu se pohybují v rozmezí $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (leden) až $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (srpen).

Stavba tanků ve volném prostranství je spojena ještě s dalšími technickými problémy. Především se musí důkladně řešit dilatace potrubí. Veškeré

ovládání je třeba soustředit ke spodní části tanku, kde se také sleduje přehledný hladinoznak. Hradicí zařízení se dimenzuje na zvýšený průtok CO_2 a musí se zabránit i případnému podtlaku při vyprazdňování. Před uvažovanou realizací v našich podmínkách je nutné objasnit některé hlavní údaje.

a) Porovnat celkové náklady u objemově menších tanků (500–1000 hl), protože objemy okolo 2 000 hl a výše nebudou pravděpodobně pro naše poměry optimální. Strojní a stavební náklady se změny se změnou objemu.

b) Provést tepelně technický výpočet, určit druh tepelné a vodotěsné izolace a její optimální tloušťku.

c) Řešit technologické požadavky, jako sběr kvasnic, mytí, způsob spílání, sudování, stáčení piva a zajistit při všech operacích biologicky čisté prostředí.

d) Vyvinout potřebné příslušenství: mechanické mytí, hladinoznak, hradicí přístroj, vypouštěč armatury.

II. Tlakové kvašení

Tento způsob lze zařadit k výrobním rychlometodám zkracujícím hlavní kvašení a dokvašování. Podle modifikací různých autorů pohybuje se přetlak od 1,2 do 2,5 at. Hlavní účinek zkrácení způsobuje poměrně vysoká teplota při hlavním kvašení a dále se připisuje význam promývání piva kysličníkem uhlíčitým postupným snižováním hradicího přetlaku při dokvašování. Při hlavním kvašení je rychlost úbytku extraktu značně závislá na koncentraci kvasnic, protože růst buněk za uvedených podmínek je omezen. Ve většině případů se používá rozkvasných kádí. Sommer [8] ve své práci uvádí, že vysoký obsah vyšších alkoholů, běžný u piv z tlakového kvašení, je způsoben zakvašováním naujato. Při normálním způsobu zakvašování zjistil pokles jejich koncentrace. Wittmann [14] poukazuje naopak na potíže spojené s tvorbou vedlejších metabolitů a nepovažuje za dostatečné uzrání piva pouhým odpouštěním kysličníku uhlíčitého. Na základě získaných zkušeností upustil od svého původního tlakového způsobu.

Největší pozornost tlakovému kvašení věnoval Wellhoener [13, 12]. Hlavní technologické znaky jeho způsobu lze zhrnout do 4 bodů:

- Filtrace mladiny při nízké teplotě.
- Zakvašování naujato (rozkvasná nádoba).
- Teplota při kvašení 16 až 20 $^{\circ}\text{C}$, přetlak 2 at.
- Snižování přetlaku na běžnou hodnotu při výstavu má být plynulé, rychlost poklesu tlaku 0,1 až 0,2 at za 24 h.

Z uvedených hlavních prvků technologického postupu je patrné, že tento způsob se liší od běžných podmínek kvašení především vysokou teplotou a koncentrací kvasnic. Podle dosud uveřejněných prací i našich zkušeností oba faktory podporují tvorbu vedlejších metabolitů a způsobují odchylky od požadované kvality. Zvýšení obsahu vyšších alkoholů je přibližně 18 až 25 %. Celková výrobní doba se pohybuje okolo 15 dní.

Hlavním činitelem, který určuje nároky na strojní zařízení, je pracovní přetlak. Např. při přetlaku 3 at vychází podle výpočtu zhruba trojnásobně silnější stěna než u normálních ležáckých tanků. Vyšší váha zařízení se nepříznivě promítne v investičních nákladech. Musí se počítat se speciálními hradicemi přístroji a vyšším chladicím výkonem. Výsledná ekonomická efektivnost bude nižší než by vyplývalo z pouhé úvahy zkráceného výrobního postupu.

III. Kombitanky velkého obsahu

Kombitanky velkého obsahu jsou konstruovány jako ležácké tanky z ocelového nebo hliníkového plechu. Ležatá válcovitá část má mírný spád od jednoho klenutého dna k druhému. Běžná armatura je doplněna hradicemi přístroji o větší dimenzi a obvykle bývá u hladiny umístěno kontrolní průhledítko, aby se mohl sledovat průběh hlavního kvašení. Velkoobjemové kombitanky vyžadují uložení na více podpěrách a tím se zvyšují nároky na přesnost provedení tanku. Zvětšení objemu tanku má příznivý vliv na výrobní cenu zařízení.

Důležitou otázkou při návrhu velkoobjemových kombitanků je dokonalé chlazení a způsob sběru kvasnic.

Kombitanky mají vlastní chlazení, nejčastěji taškové chladiče. Chladič je rozdělen do dvou částí, které jsou umístěny podél válcové plochy po obou stranách tanku. Taškový chladič se vyrábí svařováním plechu se stěnou tanku. V plechu jsou předlisovány průtočné kanály. Chladicím médiem bývá ledová voda nebo solanka. Výhodou tohoto chladicího systému je větší průtoková rychlost média a proto při dobrém koeficientu přestupu tepla použitého materiálu stačí ke chlazení poměrně malá plocha. Tyto chladiče se u nás zatím nevyrábějí a dosud používaný ocelový plech s uponovým nátěrem má nepříznivé tepelné vlastnosti, což vyžaduje zvětšovat potřebnou chladicí plochu.

Přes dlouhodobý vývoj kombitanků v zahraničí nepodařilo se úspěšně vyřešit sběr kvasnic. Sbíráni klasickými pomůckami je obtížné a podle vrstev zcela vyloučené. Z tohoto důvodu jsou větší nároky na důkladné praní kvasnic. Firma Ziemann navrhla u velkoobjemových kombitanků velkou stěrku umístěnou stabilně uvnitř tanku. Stěrka je z plastické hmoty a k výpusti se stahuje nylonovými lany a stejně se vrací zpět. Nevýhodou je množství součástí, které se musí dokonale čistit a udržovat v dobrém stavu. Avšak ani tento způsob se nerozšířil ve větším měřítku. Nelze počítat, že by se v dohledné době tento problém vyřešil. Tato nevýhoda kombitanků bude působit v provozu potíže a zvyšovat výtraty.

Obdobně využití kombitanků pro hlavní kvašení i dokvašování nepřináší takové ekonomické výhody, jak by se na první pohled zdálo. Například v letní špičce musí být plně využita kapacita spilky a nelze při dodržení technologických ukazatelů současně v kombitancích dokvašovat. Při dobře řešeném chlazení jsou kombitanky velmi výhodné pro dvoufázové dokvašování.

IV. Vertikální kvasné tanky s kónickým dnem

Někteří pracovníci v pivovarství spojují použití kvasných tanků s kónickým dnem s Nathanovým způsobem, a proto se staví poměrně negativně i ke kvašení v uzavřených nádobách. V zahraničí se však přechází postupně ke kvasným tankům, protože mají řadu technologických i ekonomických výhod [4, 5]. U nás se zatím neprosadily z těchto důvodů:

a) Technologické námitky jsou vedeny z hlediska tzv. klasického způsobu a zaměřují se na otázku sedimentace, vyčeření mladého piva, odstraňování vyloučených pokrývek, prokvašení a dalších faktorů, které by mohly mít vliv na jakost piva. Uvědomíme-li si, že klasický způsob byl vypracován na základě tehdejší strojní a technické vybavenosti pivovarů, nemohou být uvedené námitky v dnešní době vážnou překážkou.

b) Závažnějším problémem je výroba těchto tanků u nás. Do roku 1966 bylo možno vyrábět tanky maximálního průměru 2 600 mm. V současné době jsou podmínky příznivější. Důležitý je opět použitý materiál. Dosavadní ocelové tanky jsou nevhodné nejen z hlediska přestupu tepla, nýbrž i jejich životnosti. Životnost uponového nátěru se snižuje použitím mechanického mytí, které je bezpodmínečně nutné při výškách tanků nad 4 m. Také ledová voda jako chladicí médium vyžaduje značně velké chladicí plochy a přesto se nedosáhne rychlého zchlazení mladého piva. Teoretický výpočet prostupu tepla u taškových chladičů na ocelové uponové stěně udává $k = 74 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$, zatímco u tanků z nerezavějící oceli nebo hliníku je $k = 130 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$. Může být proto u těchto materiálů chladicí plocha až o polovinu menší. Rovněž mytí nerezavějících stěn je snadnější.

Wackerbauer [11] uvádí, že při aplikaci tanků s kónickými dny se snížily investice o 20 až 36 %. Jako příklad se může uvést realizace spilky v pivovaru Haldengut ve Winterthuru [15]. Tanky obsahu po 500 hl mají průměr 3 600 mm, jsou z nerezavějící oceli síly plechu 4 mm. Chlazení taškovými duplikátory umožňuje snadnou regulaci. Chladí se přímým odparem freonu. K čištění se používá mechanického zařízení.

Na některé námitky proti stojatým tankům s kónickým dnem lze odpovědět na základě získaných poznatků s kvašením v uzavřených nádobách. Rychlost sedimentace při výšce tanku okolo 10 m bude menší, avšak největší část kvasnic vlivem prudkého zchlazení dobře aglutinuje a rychle sedimentuje. Kónické dno pomáhá z velké části odstranit kvasnice z mladého piva. Způsob sběru kvasnic závisí na velikosti vrcholového úhlu.

Vylučování pokrývek ve stojatých tancích je poněkud odlišné od vylučování v otevřených kádích. Nepřesahuje-li průměr tanků 3 600 mm působí příznivě unikající kysličník uhličitý na odplavování vyloučených pokrývek od středu ke stěnám tanku. Současně se uplatňuje i mezipovrchové napětí. Pokrývky se shromažďují na stěnách u hladiny a nikdy nepropadávají jako u kvasných kádí. Vzhledem k vlhkému prostředí uvnitř tanku pokrývky nevysychají a snadno se odstraňují při mytí.

Vliv hydrostatického tlaku na činnost a růst kvasnic je zanedbatelný, protože se celkový maximální přetlak pohybuje okolo 1,5 at.

Předností těchto tanků je použitelnost jak pro klasický způsob, tak i pro některé rychlometody kvašení.

V. Dvoufázové dokvašování

Dvoufázové dokvašování jak vyplývá z názvu probíhá ve dvou fázích s rozdílnou teplotou. První část nahrazuje dlouhodobé dokvašování, protože zvýšená teplota podporuje činnost kvasnic a všechny biochemické pochody spojené se zráním piva. Fyzikální vlivy se uplatňují až ve druhé části. Prudký studený náraz působí příznivě na vysrážení kalických látek, aglutinaci a sedimentaci kvasnic. Dokonalé vyčeření piva má značný význam pro chuť piva a proto musí být zchlazení piva rychlé až na teplotu 0 °C.

Dalším rozhodujícím prvkem je dostatečné nasycení. Vzhledem k tomu, že v první fázi se udržuje vyšší teplota, musí se hradit i na vyšší přetlak, aby koncentrace kysličníku uhličitého odpovídala přibližně koncentraci při výstavu. Rozpustnost kysličníku uhličitého stoupá úměrně se stoupajícím tlakem až do tlaku 8 at. Studeným nárazem klesne přetlak asi o 0,15 at.

Dobu trvání teplé fáze a rozsah teplot zkoušela řada pracovníků, Sommer [7], Wackerbauer [10], Rinke [6]. Z jejich prací vyplývá, že stoupající teplotou se urychluje zrání piva a podstatně se zkracuje celková doba dokvašování. Teplá fáze má být minimálně stejně dlouhá jako studená fáze.

Ke zchlazení se může použít průtokového dochlazovače nebo ležáckých tanků s vlastním chlazením. Kapacita duplikátorů musí být však tak dimenzována, aby odpovídala technologickému požadavku rychlého poklesu teploty na 0 °C. První způsob chlazení je pracnější, protože je spojen s přečerpáváním a mytím tanků.

Výhodou dvoufázového dokvašování je rychlá a levná realizace (aplikace průtokového dochlazovače), a proto se velmi často využívá v letní špičce. Při trvalém zavedení může se počítat až se 40% stavebními úsporami. Vzhledem k požadované vyšší teplotě v první fázi je výhodné přejít ve spilce na izotermní kvašení. Návaznost dvoufázového dokvašování je možná na všechny kvasné postupy.

Závěr

V článku se ve stručném přehledu uvádějí a hodnotí moderní metody a zařízení pro kvašení a dokvašování piva. Popisuje se uplatnění velkokapacitních nádob ve volném prostoru, tlakového kvašení, kombitanků velkého obsahu, vertikálních kvasných tanků s kónickým dnem a dvoufázového kvašení.

Z hlediska tuzemských nároků se doporučuje zavedení nádob uložených ve volném prostoru a vertikálních tanků. Obě zařízení dávají předpoklady ke snížení výrobních nákladů a zároveň zaručují dobrou kvalitu piva. Pro zkrácení doby dokvašování se doporučuje zavést dvoufázové dokvašování.

Literatura

- [1] Brewers Dig. 40, 1965, č. 7, s. 24
- [2] KRAUSE, G. - SOMMER, G.: Brauerei 20, 1937 : 49
- [3] KRINGSTAD H.: Metoder til forkortning av lagringstiden. Přednáška na XIII. dni pivovarské techniky severských zemí — 1961
- [4] MÄNDL, B.: Brauwelt 110, 1970 : 1939
- [5] MIEDANER, H.: Brauwelt 110, 1970 : 1775
- [6] RINKE, W.: Tagesztg. Brauerei 61, 1934 : 058
- [7] SOMMER, G.: Ref. Brauwelt 104, 1964 : 1607
- [8] SOMMER, G.: Brauwelt 105, 1965 : 421
- [9] TAKAYANAGI, S. - HARADA, I.: Proc. EBC-1967; 473
- [10] WACKERBAUER, K.: Mschr. Brauerei 18, 1965 : 185
- [11] WACKERBAUER, K.: Proc. EBC-1969, 523
- [12] WELLHOENER, H. J.: Ref. Brauwelt 104, 1964 : 1618
- [13] WELLHOENER, H. J.: Ref. Brauwelt 105, 1965 : 286
- [14] WITTMANN, G.: Tagesztg. Brauerei 61, 1967 : 972
- [15] ZINGG, D.: Brauwelt 109, 1939 : 737