

Technická a technologická hlediska při plynovém otopu varen*)

ONDŘEJ POPEL, Západočeské pivovary, n. p., Plzeň

663.441
663.444.1
662.95

Podstatně zvýšená kapacita zdrojů topných plynů spolu s budováním dálkových tlakových plynovodů umožňuje u nás v poslední době větší využívání plynové plynové základny i pro otop varních nádob. V daném případě jde o přímé vytápění ohněm, jež se historicky používalo již u prvních varních souprav a udrželo se až do dnešních dnů. Šlo ovšem tehdy o přímé vytápění uhlím, které ustupovalo přibližně od r. 1900 stále více parnímu otopu. Orientace na plyn, který je nám dnes plně k dispozici, má mnoho stránek značně výhodných pro potravinářský průmysl; zejména sanitární provoz, snadnou regulaci umožňující i plnoautomatické řízení otopu a pro naše státní hospodářství znamená racionálnější využívání skromných uhelných zásob. Máme-li odpovědně zvažovat zavádění přímého otopu, bude nutné nejprve uvést přehled některých hodnocení, názorů a důvodů uveřejněných v pivovarské odborné literatuře.

Fehrmann [1] hodnotí po strojně technické stránce přímý otop varních pánví převážně nepříznivě. Výhřevná plocha je omezena pouze na topné dno a dolní okraj lubu, tvary nádob mohou mít jen jednoduchou formu, takže topné dno vychází poměrně malé k celkovému obsahu, zejména u větších varních nádob. U rmutovacích kotlů je citlivá otázka možnosti místního přehřátí plechů dna a s tím spojeného napalování a přibarvování rmutů. Zvětšování výhřevné plochy, vzhledem k násobku základních rozměrů varních nádob, roste s dvojnásobkem, objem však s trojnásobkem! To má silně nepříznivý vliv na průměr topné plochy k celkovému objemu. Prakticky to znamená, že při zdvojnásobení průměru dna i výšky pánve se zvětší plocha dna pouze čtyřikrát, ale objem vzroste osmkrát. Má-li zůstat správně dimenzovaná topná plocha, je možno zvětšovat pouze průměr pánve a její výška musí zůstat konstantní; bývá obvykle 1,2 až 1,5 m. Zvětšování plochy dna má však svůj limit, u velkých ploch jsou potíže s rovnoměrným rozdělením přiváděného tepla, tím dochází k nestejně roztaživosti a borcení. Tím se vysvětluje, proč přímá topení chněm byla jen u pánví maximálně do obsahu 200 hl, ojediněle i 250 hl, a větší objemy byly vybavovány ponejvíce parním vytápěním, při kterém

odpadla i nákladná obezdívka. Ta se během várky soustavně vyhřívá, pak chladne a tím vznikají značné tepelné ztráty. Celková účinnost je pouze 50 % a při vhodně řešeném využívání brýdových par a kouřových plynů pro ohřev vody se docílí účinnosti až 70 %.

Fehrmann upozorňuje na teorii průchodu tepla stěnou: Bude-li teplota na vnějším povrchu 120 či 160 °C, bude mít stěna uvnitř pánve stejně jen max. 105 °C, tj. teplotu vařícího rmutu nebo mladiny. Nevylučuje však možnosti místních značnějších přehřátí, zejména při napouštění a čerpání rmutů, kdy se nutně vyskytují fáze krátkodobého styku menších podílů rmutů s přehřátým topným dnem. V těchto časových úsecích je technologický průběh várky rozhodně odlišný od postupu s parním topením, kde takováto i krátkodobá přehřátí jsou vyloučena. Fischer [2] předpokládá u ohňové varny teplotu horkých plynů v bodu dotyku topné stěny jako T_1 rovnající se 1200 °C a při opouštění výměňkové plochy stěny jako T_2 s 300 °C. Střední hodnotu vypočítává s použitím Grashofova vzorce jako logaritmický průměr, což v tomto případě značí 528 °C. Tím je možno určit množství předávaného tepla při přímém topení v objemu 18 160 kcal/m² · h. V této hodnotě není započteno sálavé teplo ze žhavlého uhlí. Příslušný výpočet je sestaven za předpokladu uvedených teplot. Pokud jde o vlastní technologický proces, připouští vliv přímého otopu na charakter hotového piva. Rmutem nebo mladinou pokryté dno se může přehřát i při tenkém nánosu pивního kamene nebo při hustých rmutech, zejména je-li počet otáček propeleru menší než 5/min. Rozdíly transmisního (průchodového) koeficientu jsou pro případ povlaku pивního kamene značné, zejména pro parní topení.

Údaje v k/kcal · m² · h · °C

Druh otopu	Topná plocha			
	čistá		potažená 1 mm pивního kamene	
	Cu	Fe	Cu	Fe
Přímý oheň	34,4	34,0	33,7	33,4
Pára	1704	1032	920	681

*) Předneseno na XI. pivovarsko-sladařském semináři v Prazdroji dne 28. 11. 1968.

K tomu je nutno ještě dodat, že parní topení, které připouští hloubku pánve i přes 2000 mm, bude působit v prostředí, kde mladina ve spodních vrstvách bude již vystavena tlaku přes 0,2 at. Teplota varu dostoupí tudíž 105 °C, a zatímco horní vrstvy se budou již provařovat, vrstvy spodní se ještě vařit nebudou. Tím se provaří nerovnoměrně a koagulace bílkovin je horší.

Tahal [3] se omezuje na popis varního topení, aniž je hodnotil.

Salač [4] upozorňuje na některé škodlivé reakce při intenzivním povařování rmutů, jako např. změny v disperzi hemiceulóz, popř. jejich částečnou hydrolyzu na fural, metylfural a jiné produkty. Toto nebezpečí by bylo větší u přímého ohňového topení, ale *Salač* měl asi na mysli intenzitu varu v souvislosti s přílišným prodloužováním varu. Při chmelovaru [5] uvádí požadavek nejen na jeho intenzitu, ale ještě větší váhu klade na správný pohyb mladiny, čímž lze dosáhnout lepšího lomu, a to vlivem povrchové aktivity bílkovin. Tyto látky se soustřeďují na velkém povrchu hojně se tvořících bublin páry, na nichž se adsorbují a snadno shlukují. Domnívám se, že tento důležitý technologický požadavek je nejlépe realizován u jednoduchých tvarů starých ohňových pánví.

Maštoský [6] vedle záporného hodnocení otopu varny uhlím přiznává přímému otopu dosahování ohnivějšího lomu.

Eiber [7] ve své disertační práci popisuje zkoušky na laboratorní aparatuře, kde v uzavřeném okruhu v trubkovém výměníku vaří mladinu s chmelem i bez chmelu, pod tlakem za teplot 100 °C — 120 °C — 140 °C — 160 °C, s krátkou i prodlouženou dobou varu. Výhřevná plocha tohoto miniaturního varního zařízení pro dvoulitrové vzorky odpovídala hodnotě 31,50 m²/hl. Srovnávací vzorky se vařily v parní varně obsahu 115 hl, kde připadalo na 1 hl mladiny pouze 0,06 m² výhřevné plochy. U laboratorního zařízení bylo předimenzování šestsetřicetinasobné a autor označuje tento stav jako vyslovené bombardování mladiny tepelnou energií. Pro nás je zajímavé, že tyto zkoušky u některých vzorků měly časové pasáže, které se blížily podmínkám přímého ohňového otopu, kde obdobné bombardování tepelnou energií rovněž přichází v úvahu. Vesměs při všech variantách zkoušek proběhla koagulace bílkovin za kratší dobu než při srovnávací várce. Středně molekulární dusík, důležitý pro stabilitu pěnivosti, nedoznal újmy, spíše zvýšení. Podíl nízkomolekulárního dusíku, důležitého pro výživu kvasnic, se prakticky nezměnil. Zkoušky s prodlouženým varem za těchto podmínek ukázaly, že by bylo možné připravovat mladinu pro tmavá piva bez přídavku barevného sladu.

Kunze [8] stručně poznamenává, že přímě topení ohněm se ještě vyskytuje u starých varních pánví s tím, že názor na vliv na charakter piva tímto topením je již překonaný. Dodává, že Plzeňské pivovary při ročním výstavu 700 000 hl ještě dnes používají 11 jednoduchých varních souprav s ohňovým tope-

ním. Ze stylizace poznámky je možno vycítit jemně, náznakově ironické zabarvení.

Uvedená hodnocení a názory po stránce strojně technické se většinou vyjadřují k ohňovému topení záporně. Po technologické stránce však vesměs přiznávají příznivý vliv na charakter hotového piva. Zvažujeme-li požadavky technologické na otop při rmutování, spočívající v ohřevu na teplotu kyselinotvornou při 35 °C, peptonizační při 50 °C a cukrotvornou při 65 až 75 °C, může tento úkol plně uspokojit jakýkoli z běžně používaných druhů topení. Totéž se týká chmelovaru, kdy se má pouze udržovat teplota 100 až 105 °C po určitou dobu. Při nárocích na ještě vyšší teploty je možno vyhovět za předpokladu, že se akceptuje vaření pod tlakem.

K uvedeným základním požadavkům přistupují však v některých případech (Prazdroj) další, daleko složitější nároky. Jde o jemné, citlivé korekce činnosti enzymů s vlivem na tvorbu poměru cukrů k necukrům, kde utajované, akumulované teplo v obezdívce, bez přesně stanovených časových intervalů, sehrává svoji významnou úlohu. U chmelovaru pak požadavek na jeho intenzitu, dokonalý a speciálně tvářený pohyb mladiny, se snahou snížit podíl reverzibilních bílkovinných skupin a tím zajistit prvotní stabilitu mladiny. Tyto speciální náročné technologické požadavky mají daleko větší naději na úspěch při osvědčeném a v praxi ověřeném přímém topení ohněm. Jeho nevýhody podstatně odpadají při možnostech náhrady uhelného paliva palivem tekutým nebo použitím topného plynu.

V našem státě instalovala již v roce 1930 Českomoravská Kolben-Daněk plynovou mladinovou pánev v pivovaru Staropramen v Praze-Smíchově. Je obdélníkového tvaru, rozměrů 5 200 × 4 400 mm, hloubky 2 000 mm a umožňuje chmelovar sladiny objemu 394 hl. Dosahuje intenzity varu v odpadu 35 hl/120 min, což odpovídá 4,57 %/h. Osm plynových hořáků, umístěných na čelné straně topeniště, vytváří polodlouhý vířivý plamen, který se téměř dotýká topného dna. Vzduch se přivádí do hořáků ve dvou stupních, primární v ose hořáku, sekundární teprve po vytvoření směsi plynu se vzduchem. Spaliny se vedou okolo lubu pánve liškou a u topného čela přicházejí spodem do komína. Zařízení pro využití tepla k ohřevu vody není instalováno a tak účinnost topení je pouze 41 %. Topné plochy připadají na 1 hl mladiny 0,085 m², což je poměrně málo a projevuje se zde již uvedená nevýhodná závislost objemu k ploše dna u větších nádob.

Používá se městský plyn výhřevnosti 3 722 kcal a tlaku 80 mm v. s. Tepelná bilance, sestavená SEJ v říjnu — listopadu 1967, vykazuje tyto hodnoty:

A. Teplo přiváděné:

vnitřním teplem plynu	5 333 626 kcal = 86,922 %
vnějším teplem plynu	5 606 kcal = 0,07 %
vnější teplo vzduchu	69 744 kcal = 0,875 %
teplo sladiny a vody	2 561 000 kcal = 32,133 %
Celkem dodáno	7 969 976 kcal = 100 %

B. Teplo odvedené:

teplo využitě pro vaření	3 319 400 kcal = 41,648 %
ztráty komínové	1 124 429 kcal = 14,108 %
povrchem pánve	359 275 kcal = 4,508 %
stěnami pece	213 451 kcal = 2,678 %
akumulace při přestávce	2 661 077 kcal = 33,389 %
zbytkové	292 344 kcal = 3,669 %
Celkem spotřebováno	7 969 976 kcal = 100 %

Spotřeba plynu na 1 hl uvařené mladiny dosahuje 4,0 Nm³ a podle navrhované modernizace topení se má snížit na 2,71 Nm³. Teplota spalin před vstupem do komína je okolo 280 °C.

Ostatní varny na Smíchově jsou parní a vcelku není pozorován rozdíl mezi jednotlivými várkami. Je jisté pozoruhodné, že tato pánev, pořízená roku 1930, nepotřebovala do dnešního dne jedinou opravu topného dna.

V posledních letech věnuje značnou pozornost plynovému topení oborový podnik Chepos, závod ZVÚ, v Hradci Králové.

Základní zkušenosti byly získávány v plynové varně v pivovaru v Kralupech n/Vlt., kde var dosahoval objemu 177 hl. K ohřevu bylo použito sálavého tepla tzv. infra-hořáků. Šlo zejména o nalezení optimální kombinace tlaků plynu a vzduchu pro zajištění ekonomického spalování. Použitý plyn měl výhřevnost 3 040 kcal/Nm³ a při rmutování celková účinnost topení činila 77,2 %, u chmelovaru 71,4 %. Na přípravu vody bylo spotřebováno 128 Nm³, pro rmutování 351 Nm³ a u chmelovaru 882 Nm³. Celková spotřeba na várku 1361,6 Nm³ odpovídá 9,022 Nm³/hl studené mladiny, což se rovná u normálního plynu výhřevnosti 4 000 kcal/Nm³ asi 6,8 m³/hl studené mladiny. Celkem činil odpar 13,9 % a vztaheno na dobu 60 minut odpovídá 4,55 %. Minimální spotřeba byla zaznamenána 7,85 Nm³, max. 10,20, průměrná 7,85 Nm³/hl studené mladiny.

Ve značném rozsahu byla uplatněna plynofikace varen v pivovare ve Velkém Šariši, která byla zadána jako vývojový úkol závodu ZVÚ Hradec Králové s označením: Systém otopu osmi varních nádob se zpětným využitím odpadního tepla pro pivovar 600 000 hl ročního výstavu. Vlastní nádoby mají užitný obsah 320 hl, celkový obsah 410 hl, průměr 4 750 mm, výšku 2 700 mm, dno klenuté dovnitř se středovým hrdlem pro odtah spalin. Nádoby jsou opatřeny nosnou konstrukcí, skládající se ze 24 kusů stojin, které vytvářejí 24 rámu pro umístění topných těles. Topný systém obsahuje 58 topných radiálních bloků typu RB, výrobce VČP Hradec Králové — závod Pardubice. Tyto bloky jsou umístěny v rámech nosné konstrukce po obvodu nádoby (na žárorysu 90 hl pro mladinové pánve, 60 hl pro rmutovoutýstírací kotle) a jsou rozděleny na tři topné zóny (23 + 23 + 12 bloků). Potřebný tlak plynu 100 mm v. s. Jelikož středu nádoby bylo použito pro odvod spalin, byla pánev osazena 4 dvouramennými propelery, umístěnými mimostředně, symetricky po obvodu dna. Tepla spalin se využívá ve spalinovém výměníku, odkud horká voda cirkuluje oběhovým čerpadlem do topného hadu uvnitř pánve. Vlastní

varna má čtyři rmutovoutýstírací a tři scezovací kádě se 4 mladinovými pánvemi. Má kapacitně dotovat roční výstav 600 000 hl 10° piva při 10 várkách/24 h. Na 1 hl piva připadá zatížení 27 000 kcal s celkovou účinností topného systému 75 %. Celkový odpar se předpokládá asi 9 % z celého varu — jehož doba není udána. Při předběžných zkouškách bylo dosaženo účinnosti topení při varu 72 a 80,5 %. Celková spotřeba plynu na 1 hl čerpané mladiny byla 2,9 Nm³. Po předběžných zkouškách byl učiněn návrh na řadu úprav, takže definitivní hodnocení by bylo ještě předčasné, byly však získány zkušenosti pro další aplikaci tohoto otopu.

Průběh zkušebního provozu v blokové varně v pivovare v Hradci Králové, kde ZVÚ rovněž použily plynového topení, je příliš nedávný, takže jakékoli hodnocení by bylo unáhlené. V současné době probíhají podrobná měření pro sestavení tepelné bilance.

V našem závodu Prazdroj je zvýšení kapacity varen ročně o 500 000 hl prakticky únosné jedině za předpokladu zdárného řešení plynového otopu. V tomto případě však chceme i nadále důsledně využívat všech známých výhod přímého vytápění, ale i všech výhod skrytých, s příznivým technologickým vlivem na varní proces. U připravovaného zkušebního provozu ve varně č. 21 ponecháváme proto původní jednoduchou varní soupravu v dosavadním stavu včetně obezdívky pánve. Stávající rošty a násypka uhlí se odstraňuje a na jejím místě bude namontován plynový hořák vídeňské fy Unitherm typu UNIGAT 160 NS 4 s úpravou pro naše poměry. Jde o plnoautomaticky řízený tlakový hořák, kde ovládání výkonu je možno plně automatizovat anebo ovládat ručně potenciometrem. Bezpečnost je zaručena elektromagneticky ovládaným uzavíracím ventilem, zapalování od elektrické jiskry. Výkon hořáku činí 1 600 000 kcal/h, plyn bude použit městský, tlaku 300 mm v. s. Spaliny se zavedou stávající liškou přes ekonomisér a ventilátorem se budou odsávat do komína. V topeništi se bude spalovat s podtlakem 2 mm v. s. Princip regulace spočívá ve změně intenzity topení na základě redukce přívodu plynu v závislosti na přívodu vzduchu. Redukce bude měněna servomotorem umístěným na regulační komoře. Uzavírací ventil zastává současně úlohu bezpečnostního uzávěru plynu, neboť ten zavírá při růstu, popř. při poklesu tlaku plynu. Teplota v prostoru vyhořívání plamene bude stejná jako u uhlí, tj. mírně nad 1200 °C. Regulace zplodin hoření za ekonomisérem bude udržovat teplotu nad rosným bodem, aby nevznikala koroze, zejména vlivem SO₃. Dopadnou-li ověřovací zkoušky příznivě, bude možno přikročit k druhé etapě, tj. k úplnému zautomatizování otopu varny podle dispozic vlastní technologie várky. Z uvedeného popisu je patrné, že pro připravované zkoušky je důsledně zachován dosavadní tradiční a od roku 1842 ověřený přímý otop. Pro naprosto dokonalé rozdělení dodávaného tepla po celé topné ploše by bylo výhodnější použít nepatrného přetlaku v topném prostoru. Pro obavy z netěsných míst jsme však raději volili nepatrný podtlak.

Věříme, že zkušební provoz potvrdí zachování všech výhod přímého topení pro citlivou technologii při výrobě Prazdroje a navíc ještě umožní přínos všech kladných stránek pramenících z využívání plynu a že bude dalším obohacením zkušeností pro aplikaci plynového otopu v pivovarech ČSSR.

Literatura

- [1] Fehrmann, H.: Mechanische Technologie der Brauerei. Paul Parey, Berlin/Hamburg, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau u. Forstwesen 1950: 132

- [2] Fischer, W.: Energiewirtschaft der Brauerei. Angewandte Brauwissenschaft, B 11. Verlag Hans Karl, Nürnberg 1950: 53
[3] Kolektiv: Technologie sladu a piva, díl II. SNTL, Praha 1954: 48
[4] Ibid: 25
[5] Ibid: 70
[6] Ibid: 78
[7] Schuster, K. - Eiber, P.: Würzekochung und Eiweisskoagulation unter besonderer Berücksichtigung von Druck und Temperatur sowie der Heizflächenverhältnisse. Brauwissenschaft, 11, 1958: 174
[8] Kunze, W.: Technologie Brauer und Mälzer. VEB Fachverlag, Leipzig 1982: 246

ОЦЕНКА ГАЗОВОГО НАГРЕВА В ВАРОЧНЫХ ЦЕХАХ С ТЕХНИ- ЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ

Пивоваренный завод ПРАЗДРОИ изучает систематически проблему непосредственного газового нагрева в варочных цехах. На состоявшемся недавно в Пильзени семинаре по пивоварению работники завода сообщили, что один из варочных цехов был переоборудован и в нем применяется газовый нагрев горелкой, дающей длинный, вихревой факел. Топка ни ее обмуровка не перестраивались. В докладах семинара рассматриваются выгоды и невыгоды газового нагрева и приводятся касающиеся этого заключения разных авторов.

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF GAS FIRING IN BREWHOUSES

The PRAZDROJ brewery at Plzeň is at present experimenting with gas fired coppers. Gas burners have been installed in one brewhouse without changing the furnaces of the coopers in question or their lining. The burners produce long, swirling flame. Papers presented recently at the seminar on modern brewing methods held at Plzeň evaluate advantages and disadvantages of straight firing and quote conclusions of several authors who have studied the problem.

TECHNISCHE UND TECHNOLOGI- SCHE ASPEKTE DER GASBEHEI- ZUNG IM SUDHAUS

Die Techniker der Urquell-Brauerei beffassen sich mit der Problematik direkten Sudhausfeuerung. Die Mitteilung, die auf dem Brauereiseminar in Pilsen vorgetragen wurde, analysiert die positiven Aspekte und auch die Nachteile der Direktbeheizung und führt die Ansichten einiger Autoren aus der Fachliteratur an. Zur Zeit wird in der Urquell-Brauerei auf einem Sudhaus die Beheizung mit einem Gasbrenner mit einer langen Wirbelflamme erprobt, und zwar ohne Umbau des ursprünglichen Feuerraumes und der Auskleidung.