

Příspěvek k hospodárnosti sladovníckých hvozdu

VÁCLAV VLČEK, Starobrněnský pivovar, n. p., Brno

663.432.033 : 330.6

Sladovnícké hvozdy prodělaly za posledních 150 let velké změny v konstrukci i ve způsobu práce. Od původních kouřových hvozdu, valachů a „piliárů“ přešlo se na hvozdy vytápěné nepřímým ohřátým vzduchem s ležatými, stojatými nebo kombinovanými kalorifery různých systémů a konstrukcí, v novější době pak na hvozdy vyhřívané parními radiátory nebo přepjatou vodou. Zatímco u nás jsou obvyklé dvou až třílískové hvozdy, setkáváme se v cizině též s hvozdy vertikálními, bubnovými i skříňovými.

Vývoj postupoval od původních, provozně nevhodných, malých a málo výkonných hvozdu s enormní spotřebou paliva k systémům výkonnějším a hospodárnějším. V poslední době se objevily v Německu vysokovýkonné, jednolískové hvozdy typu *Müger* na přímý otop kouřovými plyny z koksu, antracitu nebo olejů s hvozdicí dobou 1 X 24 h, u nás pak vysokovýkonné hvozdy dvoulískové systému *inž. Růžička* se sklopnými lískami a s taškovými ohřivači v kombinaci s vodními výměníky tepla (kotle systém *Roučka*), které slouží současně jako topeniště pro hvozdu, a objevily se i hvozdy parní, jejichž otopné radiátory se vytápějí parou z parních kotlů nebo odpadovou parou z tepláren. Kromě toho se také konají první pokusy s kontinuálním hvozdením (*Frauenheim, Kühltreiber*).

Zatímco normální, u nás téměř všeobecně zavedené dvoulískové hvozdy na nepřímý otop spotřebují 120 až 150 000 kcal na 100 kg odklíčeného sladu při výkonu 80 až 120 kg sbíraného sladu z 1 m² dolní lísky při turnusu 2 X 12 h, odsušují *Růžičkovy* hvozdy denně průměrně 160 kg/m² při spotřebě 110 000 kcal a hvozdy systému *Müger* mají výkon 240 kg sladu při udávané spotřebě 55 000 kcal na 100 kg sladu.

Růžičkovy hvozdy, jejichž obě lísky jsou zpravidla sklopné a mají obraceče sladu, vystačí při dostatečném průměru a výšce parníku s přirozeným tahem hvozdu; *Mügerovy* hvozdy naproti tomu nemají parník v našem slova smyslu, tah hvozdu je způsobován tlačnými ventilátory, umístěnými pod lískou, nemají obraceče a po ukončeném hvozdení se slad sbírá tak, že se celá líska nakloní a slad se z ní samočinně sesune do zásobníků, umístěných vně hvozdu.

Odpovídá-li hvozdení na vysokovýkonných hvozdech klasickým technologickým postupům obvyklých dvoulískových hvozdu starší konstrukce, osvědčeným zejména pro výrobu sladu pšenišského typu, přičítá se naopak *Mügerovu* hvozdu v první řadě ten závažný nedostatek, že při vysoké vrstvě nastřžení (80 cm) je odsušování nestejně, tj. spodní vrstvy proschnou dříve a jsou vystaveny dotahovací teplotě mnohem déle, než vrstvy horní. Poněvadž však i při tomto nedostatku se hlavně v Německu pokračuje dále ve stavbě těchto hvozdu, zdá se, že investoři kalkulují s příznivými ekonomickými faktory, tj. s nízkou spotřebou paliva a nižšími investičními náklady.

Výpočty ze statiky a dynamiky sušení, podložené podrobnou kontrolou hvozdení, jsou velmi složité, vázané na celou řadu přesných měření a výpočtů rovnice s použitím tabulek a diagramů. Praktické provádění přesné kontroly hvozdení vyžaduje již odbornou specia-

lizaci, potřebuje speciální měřicí přístroje a vymyká se proto z běžné praxe provozních techniků v podnicích.

Pro pochopení práce hvozdu vezmeme za základ, že sušicím médiem je vzduch, který při procházení sladem na lískách odnímá zelenému sladu vláhu, sám se jí nasycuje a vynáší ji parníkem do ovzduší. Pochopitelně potřebuje k odpaření vody i značné množství tepla, které se mu musí ohřevem dodat.

Ideálním by bylo sušení, při němž vzduch odcházející parníkem je co možno vodní parou nasycen, a to po celou dobu hvozdení.

Je prokázáno, že podstatně zlepšená ekonomie ve spotřebě tepla na hvozdení sladu u hvozdu novější konstrukce oproti hvozdu starším je způsobena v první řadě vyšší vrstvou nastírky, neboť prostupující vzduch se může téměř na 100 % nasýtit vodní parou (tj. na 100 % relativní vlhkost) mnohem snáze, než při nízké vrstvě nastírky. To platí hlavně při dotahování, kdy vzduch, který prošel dolní lískou, je zahrát přes 70 °C; je pochopitelné, že při prostupování nízkou vrstvou horní lísky, která je v té době značně proschlá, nemůže se již dosýtit vodní parou, ani dostatečně ochladit (odpaření 1 kg vody odebere asi 540 kcal) a odchází proto teplý a vodní parou nenasyčený do parníku. To je ztráta.

Druhý a neméně závažný nedostatek vzniká, jestliže příliš (anebo vůbec) obracíme slad na horní lísku. Je to pochopitelné. Bez obracení prosychá vrstva sladu na horní líске postupně po vrstvách od spodu, zatímco vrstvy neproschlého sladu postupně ubývá.

Za tohoto stavu naráží procházející „suchý“ vzduch na souvislou vrstvu zeleného sladu o velké vlhkosti, nasycuje se vodní parou a současně ochlazuje.

Promísíme-li během tohoto procesu slad na horní lísku obracíme, zlepšíme sice průstup vzduchu (hlavně nevítaně v pásu prázdné lísky pod obracečem, kudy nám teplý vzduch, nedosycený vodní parou bez užítu uniká do parníku), ale ztrácíme i onu souvislou vrstvu „mokrého“ sladu, která byla hlavním dodavatelem vlhkosti.

Na příkladech uvedených ve velmi instruktivní knize Al. Lhotský: *Technická kontrola sladařské a pivovarské výroby* — str. 152, kde je statika a dynamika sušení velmi dobře popsána, seznáváme, jak značně klesá relativní vlhkost vzduchu odcházejícího parníkem i při vysokovýkonných hvozdech (z 85 až na 30 % při dotahování) na škodu hospodárnosti. Mnohem horších výsledků dosahuje se na hvozdech starší konstrukce. Je jisté, že vysoký ekonomický účinek *Mügerova* hvozdu (nehledě na to, že využívá téměř plně tepla kouřových plynů, které procházejí nastírkou) spočívá právě v tom, že při vysoké vrstvě nastírky a bez obracení dosahuje relativní vlhkosti odcházejícího vzduchu a při dotahování, kdy relativní vlhkost podstatně klesá, užívá vrtného vzduchu s přísávkou vzduchu venkovního.

Z provozních a ekonomických důvodů považují za doporučitelné tam, kde to provozní podmínky dovolují, hvozdit v turnusu 2 X 24 h, neboť tím se

- zvýší nastírka a tím zlepší hospodárnost ve spotřebě otopné energie,
- zlepší dološtění sladu (nebo zvýší kapacita humen),

c) odstraňuje večerní nastírka, převedou se práce s odkličováním a ukládáním sladu na denní směnu a prokazatelně se ušetří přípravné a dokončující práce s jednou nastírkou.

Údaje z literatury (60 let VLB Berlín, Schönfeld-Brauerei u. Mälzerei, II — 1932 str. 203) prokazují, že nenastává žádné zhoršení jakosti sladu při sušení 2krát 24 h, oproti způsobu 2 X 12 h, což mohu i z vlastní praxe potvrdit.

Při rekonstrukci 120 m² dvouliskového hvozdu ve Starobrněnském pivovaru v Brně, který byl v letošním roce přestavěn z otopu uhlím na otop parou z teplárny, bylo použito autorova zlešťovacího námetu, který v hrubých rysech spočíval v tom, že:

- hvozď byl opatřen zvětšenou plochou parních radiátorů, přizpůsobenou na odsoušení vyšší nastírky (turnus 2 X 24 h) i s ohledem na budoucí plánovanou zvýšenou kapacitu sladovny,
- na horní lísce nebyl zabudován obraceč (při předpokládané výšce nastírky by se stejně nevystačilo s obracečem normální konstrukce),
- ke zvýšení tahu hvozdu nebyly sice zavedeny navrhované tlačné ventilátory pod radiátory, ale místo nich byl zabudován do parníku křídlový ventilátor, který při jarních nižších nastírkách zatím vyhovuje.

Kromě odsušek s turnusem 2 X 12 h, byly prováděny odsušky 2 X 24 h, sledovala se a porovnávala spotřeba otopné páry i ostatní kritéria.

Výsledky

Zkoušky s hvozďením 2 X 12 h se konaly při průměrné teplotě 11,2 °C a relativní vlhkosti venkovního vzduchu 67,1 %.

Zkoušky s hvozďením 2 X 24 h byly konány při průměrné teplotě 15,6 °C a relativní vlhkosti 65,1 %.

Topilo se v obou případech parou z teplárny o přímém tlaku 6 atp a redukovaném na max. 1,2 atp. Pára byla měřena paroměrem, jehož údaje se několikrát kontrolovaly měřením kondensátů. Kondenzační voda měla v obou případech průměrnou teplotu 40 °C. Prováděny byly běžné rozboru odkličeného sladu a vláhý sladu z horní lisky, orientačně i vláhý sladu zeleného. Váha namáčeného ječmene se zjišťovala odměřením v náduvnicích, váha vyrobeného sladu v prvních pokusech vážením, v druhé sérii (z technických důvodů) výpočtem. Při hvozďení byly dodržovány předem stanovené teploty pod liskou a nad ní, z části měřeny teploty vzduchu venkovního a teploty vzduchu nad horní liskou. Průměrné teploty a relativní vlhkost venkovního vzduchu jsou udány podle záznamů meteorologické stanice v Brně. Namáčený ječmen nebyl v obou případech stejnorodý.

Je nutno podotknout, že zkoušky se konaly v době pro sladování již méně příznivé, chybí porovnání se zimními měsíci, čímž mohou být i výsledky do jisté míry zkresleny.

I. Byla provedena série odsušek ze 170 q denně namáčeného ječmene, při průměrné sbírce 134 q odkličeného sladu o vláze 3,67 % při turnusu 2 X 12 h, což odpovídá denní sbírce 112 kg sladu z 1 m² dolní lisky. Výška nastírky na horní lísce asi 16 cm, na dolní asi 15 cm, celkem 31 cm.

Zelený slad na horní lísce nebyl obrácen, na dolní asi 10krát za 12 h. Na odsoušení 100 kg odkličeného sladu bylo spotřebováno průměrně 125 kg páry, při 6 atp a při teplotě kondensátu 40 °C. Tepla spotřebováno (po 620 kcal/1 kg páry) 77 500 kcal. Připočteme-li ještě 25 % ztráty v parním kotli, jako kdyby se jednalo o palivo spálené pod kotlem, činila by spotřeba 103 333 kcal na 100 kg odkličeného sladu.

II. Hvozďení 2 X 24 h se provádělo při nastírkách ze 125 q suchého ječmene denně a k nim přidána jednou nastírka odpovídající 40 q ječmene, tedy celkem 165 q a jednou 20 q, tedy celkem 145 q ječmene. Sbíralo se denně 98 q sladu o vláze 3,2 % (výjimečně 130 q a 114 q), což odpovídá zatížení hvozdu 82 kg (resp. 108, popř. 95 kg) na 1 m² plochy dolní lisky.

Výška nastírky byla na horní lísce asi 22 cm (resp. 30, popř. 26 cm), na dolní 20 cm (resp. 28, popř. 26

cm) a celková výška obou nastírek 42 cm (resp. 58 a 50 cm).

Průměrná teplota venkovního vzduchu byla v době zkoušek 15,6 °C, relativní vlhkost 65,1 %.

Při turnusu 2 X 24 h bylo topeno 16 h a 8 h jen větráno venkovním vzduchem bez topení, tedy v této době 8 h zastávala horní líska funkci valečky. Slad ani na horní, ani na dolní lísce nebyl obrácen (na dolní lísce pro poruchu obraceče). Průměrná vláhý zeleného sladu 41,3 %. Spotřeba páry při 10 odsuškách činila 952,2 q páry, přičemž bylo sebráno 1 029 q odkličeného sladu o vláze 3,2 %. Na 100 kg odkličeného sladu spotřebovalo se tedy 92,5 kg páry o 6 atp a při teplotě kondensátu 40 °C, což odpovídá kalorické hodnotě (po 620 kcal) 57 350 kcal.

I když k této cifře přičteme ještě 25 % ztráty v parním kotli (jako palivo spálené pod kotlem), dostáváme stále neobyčejně příznivý výsledek 76 466 kcal/100 kg sladu.

Tato až neuvěřitelně nízká spotřeba tepla (v literatuře je uváděna minimální spotřeba 77 000 kcal/100 kg sladu) by zasloužila, aby byla funkce hvozdu odborně a podrobně přezkoušena a měla by být pohnutkou k tomu, aby byla zahrnuta do výzkumného úkolu VÚPS, který by jednak ověřil předkládané údaje a provedl podrobnější rozboru vyráběných sladů, popř. i z nich vyrobeného piva. Bylo by i záhodno porovnat ekonomii mezi otopem uhlím a otopem parou, vyrobenou v parních kotlech.

Závěr

Na základě uvedených výsledků možno konstatovat, že se provoz na nově rekonstruovaném parním hvozdu velmi dobře osvědčil.

1. Otop parou je bezpečný, jednoduchý a velmi dobře regulovatelný. Bylo by záhodno doplnit jej (jak bylo projektováno) příslušnými měřidly a podle údajů teploměru pod dolní liskou zautomatizovat přívod páry pomocí nastavitelné programové regulace a rovněž řídit chod ventilátorů podle údajů psychrometru, umístěného nad horní liskou.

2. Otop parou při normálním nastření a při turnusu 2 X 12 h vykazuje spotřebu tepla měřeno v páře 77 500 kcal na 100 kg sladu, resp. 103 300 kcal počítáno s účinností parního kotle 75 %.

3. Spotřeba tepla při zvýšené nastírce při turnusu sušení 2 X 24 h vykazuje velmi nízkou spotřebu tepla a to 57 350 kcal na 100 kg odsoušeného sladu, resp. 76 500 kcal, přepočítáno na účinnost parního kotle.

4. Způsob hvozďení 2 X 24 h přináší kromě toho další výhody, neboť:

a) odpadá večerní sbírka a nastírka a celé dílo se nastře až příští den ráno. Tím se ušetří prokazatelně přípravné a dokončující práce s nastírkou denně. Kromě toho může být obsazení odpolední směny značně zmenšeno ve prospěch směny ranní, neboť tato převezme nejen všechny práce spojené s večerní nastírkou, ale i ostatní práce spojené s odkličováním a ukládáním sladu.

b) Zelený slad, který měl být nastírán ve večerní nastírce, zůstává na humnech ještě dalších 12 h, které přijdou k dobru prodlouženého klíčení, nebo může o ně teoreticky stoupnout kapacita humen (o 3,5 %).

c) Při turnusu hvozďení 2 X 24 h postačí sušení 16 h, a prvých 8 h po nastření provětrává se nastřený slad venkovním vzduchem. Tím přebírá horní líska na tuto dobu funkci valečky a to již bez jakýchkoliv úprav a manipulací. I tato doba válení sladu může být započtena k dobru kapacity humen (teoreticky o dalších 4,7 %).

d) Prodloužená doba hvozďení, hlavně oněch počátečních 8 h, která probíhá bez topení, dovoluje, aby nastírka i sbírka nemusely být tak urychlovány, jako tomu je u turnusu 2 X 12 h.

5. Předpokládá se, že tento způsob hvozďení při nejmenším nezhoršuje kvalitu sladu. Rozhodně nemá oněch závad, vytýkaných Mügerovu hvozdu, neboť hvozďení probíhá ve dvou oddělených vrstvách a za dvojnásobnou

dobu, kde změny teploty a vláhý jsou mnohem vyrovnanější.

6. Při tomto způsobu odpadá obrácení sladu na horní lísce a obrateč na dolní lísce může být jen minimálně používán. Naproti tomu je zvýšená spotřeba elektrického proudu k pohonu ventilátoru, která nepřesáhne 2 kW na 100 kg sladu.

7. Zkouškami bylo prokázáno, že k dostatečnému osušení 125 q ječmene [tj. asi 100 q odklíčeného sladu] vystačí se s parníkovým křídlovým ventilátorem. Bylo i vyzkoušeno, že tento ventilátor vystačí na nastírku ze 165 q ječmene v jarním období. Předpokládám, že by ke zvýšení tahu hvozdu při vyšších nastírkách, nebo

v zimním nevyzkoušeném období, postačilo zabudovat do parníku ještě další křídlový ventilátor, který by byl v činnosti hlavně při počátku sušení, kdy vrstva neproschlého zeleného sladu klade tahu hvozdu největší odpor. Tento ventilátor by byl současně jako nutná reserva pro případ poruchy druhého ventilátoru, bez něhož by byl provoz při této vrstvě nastírky nemožný. V tomto případě nebylo by nutné pořizovat pod radiátory ventilátory tlakové.

8. Dosahované příznivé výsledky vyžadují, aby byla provedena speciální přesná měření výkonu hvozdu a tím také přezkoušeny a prověřeny dosavadní výsledky.

Došlo do redakce 18. 6. 1959.

К ВОПРОСУ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ СОЛОДИЛЬНЫХ СУШИ- ЛЕЙ

В статье рассматривается опыт полученный при эксплуатации двухъярусной решетчатой солодильной сушильни с рабочей площадью 120 м² реконструированной на отопление паром из теплофикационной системы. При реконструкции были использованы некоторые элементы рационализаторских предложений автора.

В отличие от обычной технологии принятой для солодоращения на двухъярусных ситах вводится цикл 2 × 24 часа и для производства солода так наз. чешского типа. Кроме того сырой солод на верхнем решете не подвергается ворошению.

Загрузка производимая раз в сутки имеет значительные преимущества, в первую очередь с точки зрения экономичности. Кроме того на верхнем ярусе имеет место интенсивное проращивание, так что этот ярус исполняет до известной степени функцию аэрационной установки.

BEITRAG ZUR ÖKONOMIE DER MALZDARREN

Der Verfasser beschreibt seine Erfahrungen mit dem Betrieb einer Zweihordendarre (120 m²), die auf Dampfheizung aus einer Fernheizanlage bei Benützung einiger Elemente nach einem Verbesserungsvorschlag des Verfassers rekonstruiert wird.

Im Vergleich mit dem üblichen Darrverfahren auf Zweihordendarren wurden zwei abweichende Elemente eingeführt, und zwar der Darrzyklus 2 × 24 Stunden auch bei Herstellung heller böhmischer Malze und weiter, dass das Grünmalz auf der oberen Horde nicht gewendet wird.

Die Darrbeschickung einmal im Tag bietet mehrere Vorteile: neben der höheren Wirtschaftlichkeit darf die Endauflösung des Grünmalzes auf der oberen Horde, die so zugleich als Schwelke arbeitet, nicht unterschätzt werden.

ECONOMICAL OPERATION OF MAL- TING KILNS

The author describes experience obtained in operating a double-floor kiln with 120 m² of working area. The kiln has been modernized and steam heating from the mains of the heating plant incorporated. Several elements of the reconstruction scheme have been suggested by the author.

The technologic process introduced in the new two-storey installation differs from the conventional procedure in having the cycle scheme 2 × 24 which is applied for manufacturing the so called Czech malt as well. The second substantial difference is in the treatment of green malt on upper trays which is not turned. Loading the floors once a day has definite advantages. Besides being more economical it contributes to more intensive germination on the upper trays which serve here as aerating units.