

Vývoj sladovnických hvozďů v Československu

M. RŮŽIČKA

Autor článku osvětluje zaměstnancům sladařského průmyslu vývojové cesty, které nastoupil v konstrukci hvozďů po dohodě s našimi technology.

663.434

Vývoj hvozďů se v poválečné době uplatňuje zno-
vu ve světovém měřítku. Tento obtížný úkol je úzce
specialisován a vyžaduje hlubší studium všech otáz-
ek, které souvisejí s technologií hvozďení.

Každá nová konstrukce přináší další výhody, po-
většinou však za cenu nerespektování požadavků ji-
ných, i když tvrdost technologických požadavků na
hvozďení sladu neumožnila doposud úspěšně obejít
hvozď jako lískovou sušárnu s přerušovaným pro-
vozem.

Tyto důvody zaměřují vývoj hvozďů především
na zvyšování výkonu z 1 m² plochy lísky, aby obe-
stavené prostory hvozďů stejně jako náklady za
stavbu i zařízení byly co nejmenší.

Ekonomie provozu po stránce spotřeby tepla je
jasně dána množstvím vody, která má být odpařena
a která obnáší asi 80 kg vody na odsušení 100 kg
hotového sladu, při čemž odchylky jsou dány obsa-
hem vody v zeleném sladu a v hotovém výrobku.

Potřeba tepla k odpaření 80 kg vody, resp. odsu-
šení 100 kg hotového sladu, kolísá podle teplot,
za kterých je odpaření přípustné.

Technologické požadavky umožňují odpařit pouze
menší část vody za maximálně přípustných odsou-
šecích teplot, t. j. asi 80°—90 °C podle charakteru
sladu, většinu však za nízkých teplot od 40—60 °C
a lze proto průměrnou spotřebu tepla pro odpařo-
vání vody při 50 °C, t. j. 568,5 kcal/kg vody pova-
žovat za optimální.

K teoretické potřebě tepla na odsušení 100 kg
sladu přísluší též teplo pro ohřátí vzduchu k odve-
zení odpařované vody do volného prostředí. Množ-
ství tohoto tepla kolísá opět podle teplot, za kte-
rých je voda odpařována, a dále podle místních
atmosférických podmínek, t. j. podle teploty a na-
sycení venkovního vzduchu, který je pro sušení
k dispozici.

K teoretické spotřebě tepla přistupují konečně
provozní nutné ztráty, jako je teplo, obsažené ve
sbíraném sladu, ztráty obvodovým zdivem, ztráta
komínová, pokud nejsou kouřové plyny přímo vy-
užívány k sušení, ztráty v popelu při spalování pev-
ných paliv atd.

Praktická spotřeba tepla musí uvažovat i to, že
nelze provést další nastření na lísky, aniž by se
ochladila konstrukce celého zařízení hvozďu, stejně
jako pouze teoretickou možnost odvádět i během
dotahovacích teplot pouze 100% vodou nasyce-
ný vzduch do volného prostranství. Je proto nutné
konstatovat, že spotřeby tepla u hvozďů přímo vytá-
pěných kouřovými plyny pod 85.000 kcal/kg na
100 kg sladu a u nepřímě vytápěných pod 100.000
kcal jsou prakticky v běžném provozu a celoročním
průměru optimální a znamenají již vysokou účinn-
ost celého zařízení. Počítá-li se ovšem kalorická
spotřeba hvozďů vytápěných parou nebo horkou
vodou jen podle tepla odebraného vodě nebo páře,
je nutné k takto vykázané spotřebě tepla připočítat
ztráty v kotelně, která páru nebo horkou vodu vy-
robila a docházíme k stejným spotřebám, jak bylo
dříve uvedeno.

K rozhodnutí o volbě způsobu vytápění hvozďů
přímo nebo nepřímě kouřovými plyny, parou neb
horkou vodou, je nutné uvážit mimo ceny a vhod-
nosti paliva také místní možnosti, jako využití pro-
títlaké páry vlastních poháněcích agregátů nebo
místních tepláren, dále investiční nákladnost i pro-
vozní jistotu. Nelze proto jednotlivé způsoby vytá-
pění srovnávat jednoznačně, aby vývoj v kon-
strukci hvozďů mohl být zaměřen na jediný z výše
uvedených způsobů vytápění.

Stejně je nutné rozlišovat vývoj hvozďů se zamě-
řením na zvyšování výkonnosti z 1 m² lísky.

Osvědčené třílískové hvozdy ustoupily jednodu-
ším hvozďům dvoulískovým, na kterých bylo u nás
dosaženo průměrných výkonů až 140 kg hotového
sladu na 1 m² lísky přirozeným tahem za 24 hodin
při hvozďení 2×12 hodin.

Z požadavku nastírat pouze jednou denně a do-
sáhnout vyšších výkonů došlo ke stavbě dvoulísko-
vých hvozďů vybavených ventilátory a konečně ke
stavbě jednolískových hvozďů nastíraných taktéž
jednou za 24 hodin. U těchto hvozďů odpadla stav-
ba parníků, při čemž umělý tah ventilátorů snadno
věřešil nutnost používat u jednolískových hvozďů
vratný vzduch k tomu, aby ztráty souvisící s od-
cházením nedostatečně nasyceného vzduchu při do-
tahovacích teplotách byly zredukovány na mini-
mum.

Nelze popřít, že hvozďení sladu tímto způsobem
musí vykazovat nejmenší kalorickou spotřebu, ne-
boť ztráty spojené s ohříváním potřebného vzdu-
chu mohou být nejmenší, protože minimální množ-
ství vzduchu odchází po celou dobu sušení maxi-
málně nasyceno, ztráty obvodovým zdivem při mi-
nimálním obestaveném prostoru jsou nejmenší a
ztráty spojené s chladnutím vnitřního zařízení při
jeho pomyslné jednoduchosti jsou taktéž mini-
mální.

Hvozdy vytápěné přímo splodinami hoření zředě-
nými vzduchem, ať již je palivem koks, antracit,
olej nebo plyn, vykáží menší spotřebu než hvozdy
vytápěné nepřímě, neboť odpadá u nich navíc ko-
mínová ztráta topeniště budovaného k nepřímému
vytápění ať již kouřovými plyny pomocí kaloriferů
nebo parou či horkou vodou pomocí radiátorů.

Vývoj, který takto dospěl k velmi jednoduchému
a investičně lacinému provedení, nelze však pova-
žovat za konečný, i když provozní výsledky jak po
stránce výkonnosti tak ekonomie provozu dosáhly
maximálních účinností.

Jednolískový hvozď tohoto provedení, vytápěný
přímo, byl vyzkoušen v konstrukci Muegerové ve
sladovně Stadlau u Vídně, kde se na lísku o ploše
50 m² nastírá jednou za 24 hodin zelený slad
z 15.000 kg ječmene, což odpovídá výkonnosti asi
240 kg hotového sladu na 1 m² lísky za 24 hodin.
Výška nastření je asi 80 cm a slad se během sušení
neobrací. Po nastření je slad zahříván na teploty
30—40 °C po dobu 8 hodin. Po 8 hodinách se zvedá
teplota na 60 °C, která se udržuje 4 až 5 hodin.
Dotahovací teploty 85—95 °C. Celková doba hvoz-

dění je asi 18 hodin a zbývající čas je k dispozici na sbírání a nové nastírání. Během posledních 2—3 hodin používá se vratného vzduchu. Jako palivo se používá hutnický koks, případně i plynárenský, pokud je vyroben v moderních komorových pecích, které zaručují úplné odplynění uhlí.

Kalorická spotřeba obnášela v průměru za tři měsíce 83.600 kcal na 100 kg hotového sladu při spotřebě proudu 3,4 kW, taktéž na 100 kg sladu pro pohon ventilátoru. Hotový slad vykazoval po odsušení průměrné vláhý v horních vrstvách 4,1 % a ze spodní vrstvy 3,8 %, t. j. difference ve vláze obnášela u každé sbírky 0,3 %.

Podobných výsledků bylo dosaženo též na hvozdech vytápěných nepřímou. V Německu jsou to v poslední době hvozdy vytápěné horkou vodou, jako Hygrodarren fy Steinecker, nebo dříve již jednolískové vysokotlaké horkovodní hvozdy systém Huber, jak o nich referoval v lednovém čísle 1951 Brauwelt, Nürnberg.

Označme-li tyto hvozdy za vysokovýkonné nebo pneumatické, v období s pneumatickou výrobou zeleného sladu, je nutné mít na zřeteli, že se v provozních nákladech těchto hvozďů objeví mimo kalorické spotřeby tepla ještě spotřeba energie pro pohon ventilátorů, která u hvozďů vytápěných přímo podle údajů o provozních zkouškách s hvozdem Münger obnáší 34 kW na jednu tunu sladu a u hvozďů vytápěných nepřímou jako Steinecker, je ještě vyšší o spotřebu síly pro pohon čerpadel na cirkulaci vody.

Československý vývoj konstrukce hvozďů sleduje se zájmem tyto výsledky, i když doposud z technologických důvodů nezaměřil svou práci na hvozdy jednolískové, ani na pneumatické hvozdy dvoulískové s 2×24 hodinovou dobou hvozdní, vyjma konstrukční složky ZVU, kde pro export strojního zařízení sladoven do zemí, které vyžadují hvozdní 2×24 hodin, jsou stavěny hvozdy tohoto druhu.

Dvoulískové hvozdy dodané do Švédska jsou příkladem, že pneumatické hvozdy při hvozdní 2×24 hodin se spotřebou pod 90.000 kcal na 100 kg hotového sladu, měřeno ovšem v páře bez účinnosti kotelní, nejsou po stránce tepelné techniky žádným problémem.

Zásadně jiná je však situace na domácím trhu, kde stavba hvozďů pro naše vývozní sladovny je vázána na obtížnější technologické požadavky, kterými náš sladařský průmysl zajišťuje charakter i jakost našich vývozních sladů českého nebo plzeňského typu. Citlivost našich jemných ječmenů právě na hvozdní stupňuje požadavky na naše hvozdy tou měrou, že jsme ve vývoji hvozďů vázáni přísněji na technologické podmínky, jako je rychlé a hlavně stejnoměrné odpaření vody za dostatečného prohrátí zrna již při nízkých teplotách, takže maximální výkony, stejně jako minimální kalorické spotřeby, ustupují zde do pozadí před požadavky technologickými.

Hvozdní 2×12 hodin umožňuje stejnoměrné a rychlé odpaření vody na horní lísce již za nízkých teplot, při čemž prohrátí a odpaření se děje v relativně vlhkém vzduchu, který prošel dolní lískou. Prohrívání do kritické teploty 42°R a další rychlá gradace teplot za sledování diferencí teplot ve sladu i ve vzduchu, jsou empiricky vyzkoušené nejvhodnější podmínky pro naše slady i jejich hvozdní, aby jejich kvalita i charakter byly zajištěny.

Teoretické zpracování vyžaduje průzkum technologie a rychlosti sušení se zřetelem na parciální

tlaky uvnitř a vně zrna, velikost odpařovacího povrchu, prostupnost ječné pluchy, vnitřní difuze vody atd. Sama vnitřní difuze vody, která vyrovnává koncentrační rozdíly vlhkosti mezi středem a povrchem zrna, omezuje již po stránce fyzikální možnost libovolného zvyšování rychlosti sušení zvyšováním teploty a rychlosti proudění vzduchu, stejně jako snižováním vlhkosti vzduchu až na krajní meze (přímý otop), aby nenastalo zrychlené snižování obsahu vody v povrchových vrstvách za současného smršťování s ubývajícím vodou.

Zelený slad jako koloidní, kapilární porézní materiál, obalený těžce prostupnou pluchou, obsahuje průměrně 42—45 % vody v různých formách různě vázanou. Mimo vody organicky vázané je to voda vázaná fyzikálně chemicky (adsorpční a osmotická) a konečně voda mikro a makrokapilární, vázaná mechanicky.

Hospodárnost odpaření této vody závisí sice na rychlosti odpařování a tím ovšem i na teplotě při odpařování a na rychlosti, s kterou vzniklé vodní páry byly odstraněny. Kvalita sladu však vyžaduje, aby optimálně přípustné podmínky byly udrženy v celém množství hvozdného sladu a nikoliv pouze v některých vrstvách nastírky.

S tohoto stanoviska sledujeme ve vývoji konstrukce našich hvozďů toto vodítko:

Při dodržení 24hodinového pracovního cyklu ve sladovnách je technicky možné odsušit na 1 m^2 lisky až 240 kg hotového sladu (fyzikálně dáno vláhou zeleného sladu 42—45 %, vláhou hotového sladu pod 4,0 % a podažavkem pozvolna stupňovat teplotu na maximálních 85°C). Nelze však dosáhnout maximálního odpaření vody za nízkých teplot a co nejrychleji v celé vrstvě nastřeného sladu tak, aby byl co nejdříve zastaven další růst sladu na hvozdi a působení enzymů. Jistě objektivní referáty jak prof. Leberle, tak ing. Schmida z vídeňské sladovny v Stadlau uvádějí mimo dříve uvedené, že sladový květ z hvozdu Mueger je nejen světlejší vlivem síry z koku, ale též podstatně delší než z normálních hvozďů.

Je celkem jasné, že během plných prvních 8 hodin, po které je zelený slad na pneumatickém hvozdi vlastně valečkován za teplot od $30\text{--}40^\circ\text{C}$, nemůže ani ve středních vrstvách zeleného sladu nastřeného do výše 80 cm nastávat dostatečně rychlé prohrátí i odpaření, aby proces klíčení nebyl brzděn, nýbrž zrychlován na úkor maximálních výtěžků extraktu i celkové jakosti sladu.

Ztráty na extraktu během prvních hodin hvozdní jsou citelné i u našich hvozďů a tím více u vysokovýkonných hvozďů, kde asi 4500 kcal uvolněného tepla z každého kilogramu ztracené substance může ovlivňovat celkovou kalorickou spotřebu samozřejmě za podstatně citelnějších ztrát na jakosti výrobku.

Na podkladě těchto úvah došlo k dohodě názorů našich vedoucích sladařských technologů i praktiků, aby vývojové práce v konstrukci hvozďů pro naši potřebu zůstaly zaměřeny na dvoulískové hvozdy s 2×12 hodinovou dobou hvozdní, mechanizované na dosažitelné maximum.

Je pochopitelné, že pro naše klimatické podmínky a naprosto převážnou výrobu zeleného sladu na humnech, které u nás umožňují průměrnou délku kampaně 8 měsíců v roce, máme dánu i mimořádnou možnost využívat na hvozdech jejich přirozeného tahu bez spotřeby energie i zvýšených nároků na obsluhu při kolísavých povětrnostních podmínkách.

Využití přirozeného tahu u sušáren je všeobecný požadavek, neboť i při použití ventilátorů zvyšuje se rychlost sušícího vzduchu pouze na skutečně potřebné minimum, aby značná spotřeba elektrického proudu celkem málo účinných ventilátorů nezatěžovala příliš provoz; pouze v případech, kde přirozený tah nemůže dodat potřebné množství vzduchu, je na místě doplnění tahu ventilátorem vhodné konstrukce.

Považujeme proto nejenom za správné, ale též za výhodné, vývojově prohlubovat konstrukce hvozďů pracujících s přirozeným tahem, o čemž nás přesvědčují výsledky již dosažené.

V příští kampani budeme mít v činnosti již 3 hvozdy o plochách lísek 64, 72 a 100 m² na různých místech v nové vývojové konstrukci dvoulískových hvozďů, kombinovaně vytápěných, kde všechny odpory vestavěného v zařízení, t. j. jalové odpory, byly zredukovány natolik, že přirozený tah hvozdu vykázal nám již výkonnost přes 160 kg hotového sladu na 1 m² lísky za 24 hodin, za samozřejmého snížení kalorické spotřeby blížíci se k 100.000 kcal na 100 kg odsušeného sladu.

Tyto údaje je ovšem nutné doplnit tím, že pře-

vážně vyrábíme slady o barvě od 0,16—0,20, odsušené pod 4 % vláhý při hvozdní 2×12 hodin, což všechno provozní podmínky značně sťažuje.

Uvážíme-li však, že odpadají náklady za poháněcí energii ventilátorů, můžeme konstatovat, že po stránce provozních nákladů se blížíme optimálním možnostem přes to, že vyšší investiční náklady než u hvozďů pneumatických zvyšují amortisaci investice, ovšem nikoliv za cenu zřeknutí se prakticky většiny našich technologických požadavků.

Není nutné prokazovat, že sama hodnota vyššího extraktu může vyvážit v celku nevelký rozdíl investičních nákladů, jestliže lehce možný rozdíl jednoho procenta extraktu představuje na př. u hvozďů o ploše lísky 100 m² při průměrném zatížení 160 kg na 1 m² a za kampaň 240 dní celkovou ztrátu v extraktu 38,4 tun nebo 48 tun sladu za jeden rok.

Na přesnou provozní kontrolu uvedených 3 hvozďů bude nutné vynaložit hodně práce, jak našich technologů, tak analytiků, stejně jako mnoho pochopení na příslušných závodech, abychom daných možností plně využili a mohly nám být podkladem pro přestavby řady dalších hvozďů, které budeme muset v nejbližší době uskutečnit.