

Klimatisace sladovny

663.43 : 697.9

V. BÍLEK

Autor se zabývá problémem klimatisace sladovny s hlediska technologického a energeticko-ekonomického.

Technologická stránka problému

Tak, jako je nutné, aby spilka a sklep pivovaru byly udržovány při určité teplotě, právě tak se vyskytl požadavek, aby i klíčení ječmene probíhalo při stejnoměrné teplotě. Pokusy, provedené za tím účelem ukázaly, že řešení, spočívající v tom, že se vzduch ochlazený a nasycený vodní parou přiváděl na humno, neuspokojovalo. Prochlazení na humnech nebylo stejnoměrné, rovněž teploty a vlhkost hromad se neudržovaly stejnoměrné. Vodní pára ve vzduchu obsažená, se v místech přívodu vzduchu srážela, hromady příliš prochlady a dílo bylo nevyrovnané. Zvlhlé stěny a strop dávaly podnět k tvoření plísní, vůně na humnech se ztrácela, ba i kazila čistou vůni sladu.

Úspěšné využití větrání klíčícího ječmene vlhkým vzduchem v pneumatikých sladovadlech bylo podnětem k jinému řešení problému chlazení humen, t. j. chlazení vzduchem ochlazeným a suchým. Obavy, že dílo na humně bude vysychat a vadnout, se nesplnily. Chladicí systém je upevněn na stropě a od něho padá studený vzduch na podlahu, tedy podobně, jak je tomu při umělém chlazení ve spilce nebo ve sklepe. Tímto řešením lze sladovací kampaň prodloužit takřka na celý rok, s výjimkou měsíců nutných pro údržbu sladovny. Teplota vzduchu na humně se udržela kolem 12 °C, odpadlo plesnivění stěn a stropů, dosáhlo se výhodné cirkulace vzduchu na humnech. Takto prováděné umělé chlazení humen, dovoluje udržovat teplotu vzduchu na humnech na takřka libovolné výši, bez obavy před vyschnutím díla ležícího na humnech. Je však nutno pečlivě sledovat klíčení, neboť chlad zpomaluje tento průběh. Tuto okolnost nutno zvláště zdůraznit proto, že rozluštění může zůstat pozadu za vývojem stříčky a kořínků. Jejich růst není indikátorem úměrným pro probíhající rozluštění. Tato okolnost může mít vliv na prodloužení doby klíčení o 1 až 2 dny, což by pro vyčíslení kapacity sladovny nebylo bez vlivu. Veškeré tyto okolnosti nutí k tomu, aby technologický proces byl svěřen zkušenému mistru, který se nespokojí šablonovitým vedením hromad, ale který dovede bedlivě sledovat postup rozluštění zrna a dovede správně odhadovat vlhkostní poměry na humně a tím i regulovat nutné předělávání hromad.

Má se zato, že ze 100 kg sušiny ječmene za obyčejných okolností se prodýchá 6,7 kg škrobu, z něhož vznikne kromě 10,9 kg CO₂ asi 3,7 kg vody během 9 dnů na humně. Budeme-li předpokládat, že ječmen byl vymáčen s 45 % vody z náduvníků a že, jak pokusně bylo zjištěno, toto procento vody je zachováno až do konce, znamená to, že při klíčení se musela voda odpařit.

Případlo-li v syrovém sladu (s 45 % vody) na 55 kg sušiny 45 kg vody a prodýchalo-li se při klíčení 6,7 kg škrobu, t. j. množství sušiny kleslo na 93,3 kg, připadá na toto množství sušiny $45 \times 93,3 : 55 = 76$ kg vody.

Před tím bylo k dispozici $45 \cdot 100 : 55 = 81,9$ kg vody dýcháním vzniklo
celkem 85,6 kg vody

takže se muselo odpařit $85,6 - 76 = 9,6$ kg vody při klíčení, tedy značné množství. Přitom se obsah vody vymáčeného ječmene a syrového sladu prakticky nezměnil.

Sledujme však následky tohoto zjištění dále. V teplém období, kdy vzduch má větší schopnost přijímat vodu, může se stát, že syrový slad má na konci menší obsah vláhy než ječmen vymáčený (rozdlíl až 5 %), t. j. slad vadne, rozluštění je nedokonalé se všemi nepříjemnými následky pro pivo v různých fázích výroby, slad je tvrdý a nemůže jakostí vyhovovat. Tento zjev je ve sladovnách častý. Udrží-li se však vzduch chladný, udrží se jeho potřebná vlhkost poměrně snadno na alespoň 90 % relat. nasycení, pak zůstane i slad svěží a v rozluštění dokonalý. Z této úvahy je tudíž patrné, že obava před vyschnutím při umělém chlazení je prakticky bezpředmětná.

Při pneumatikém sladování praxe ukázala, že nestačí větrat vzduchem nasyceným vodní parou, nýbrž že je nutno užít vzduchu vodou přesyceného ve formě mlhy. Tohoto jemného rozptýlení vody se dosahuje vhodnými tryskami, po případě užitím tlaku. Samozřejmě tento vzduch musí být temperován, aby bylo možno pracovat v každé roční době. V zimě jej lze zahřívát parou a v létě chladit vodou k rozptýlení určenou a odnášenou vzduchem. Poněvadž vzduch procházející vrstvou klíčícího ječmene o vyšší teplotě se ohřeje, je jeho nasycení vodní parou a mlhou nutné.

Energeticko-ekonomická stránka problému

1. Máčení ječmene v náduvnících

Uvažujme máčení 125 q ječmene a tento technologický proces, který se ve 24 hod. takto odehrává: Namáčení 30 minut, propírání 30 minut, vypuštění a napuštění vody, pak 4 hod. pod vodou, 30 minut přemísťování vzduchem, 4 hod. pod vodou, 30 minut přemísťování vzduchem, 4 hod. pod vodou, 60 minut přemísťování vzduchem a vypuštění vody, pak 10 hod. bez vody. Je třeba zjistit, kolik vody zchlazené z 25 °C na 10 °C a vzduchu, ochlazeného z 35 °C na 15 °C bude zapotřebí během 24. hod. a kolik by bylo k tomu třeba kcal.

Zdánlivý objem 125 q ječmene namáčeného obnáší asi 180 hl, což odpovídá 90 hl skutečného objemu. Po namočení obnáší zdánlivý objem 270 hl a skutečný pouze $90 + 45 = 135$ hl, takže objem vody mezi zrny je $270 - 135 = 135$ hl. Pak by činila spotřeba vody za 24 hod. pro náduvník:

při namáčení k propírání ječmene 180 hl, jež se vypustí,

po namočení čerstvé vody 180 hl, z níž zrno absorbuje asi 60 hl,

voda mezi zrny ječmene 135 hl, jež se event. vymění, tudíž celkem 495 hl vody.

Z této by stačilo zchladit pouze 495 — 180 hl, t. j. 315 hl, které zůstávají delší dobu ve styku s ječmenem a potřebovaly by 31 500 (25—10) = 472 500 kcal, t. j. za 1 hod. 19 700 kcal.

Potřeba nassávaného vzduchu se rozpadá na prání ječmene (25 l za min. pro 1 q ječmene), tedy celkem za hod. 188 m³ a na větrání a přečerpání (30 l za min. pro 1 q) t. j. za hod. 255 m³ dohromady 443 m³

K jeho ochlazení s 35 °C na 15 °C při relat. vlhkosti (tlak okolo 720 mm Hg), bylo by třeba za 1 hod.: a) na zchlazení 443 m³ suchého vzduchu o váze 478 kg celkem 478 . 0,24 . 20

2 294 kcal

b) na ochlazení v něm obsažené vodní páry, 478 . 0,445 . 0,0276 . 20 177 kcal

c) na kondensaci par při 15 °C 478 . 0,0160 . 596 4 558 kcal celkem 6 969 kcal

Dohromady za 1 hodinu (bez ohledu na ječmen namočený, jehož specifické teplo není známo) 26 659 kg, které představují příkon okrouhle 13 kW.

Poněvadž však lze namáčet ječmen teple a tím zkrátit namáčecí dobu, mohlo by toto ochlazení odpadnout za předpokladu, že ječmen bude dobře proprán a vyčištěn, dobře promíchán a provětrán a že se máčecí vody častěji vymění, event. desinfikují. Kdyby se tak nestalo, vzniká nebezpečí, že pro vyšší teploty při máčení nastanou hnilobné procesy, škodlivé pro vývin střelky, poklesne klíčivost. Kromě toho při vyšších teplotách máčecí vody klesne obsah kyslíku ve vodě. Teplota vody by nesměla překročit 35 °C, protože vyšší teplota by již ohrožovala technologický proces.

2. Teplota při klíčení ve sladovadlech

Uvažujme dále sladovnu se 4 náduvníky, z nichž každý pojme 125 q ječmene, který bude klíčit v 8 bubnech. Tyto se větrají vlhkým vzduchem 8 hod. ve 24 hod., při spotřebě vzduchu 1,4 m³ za min. pro 1 q ječmene. Nechť je teplota venkovního vzduchu 35 °C a jeho relativní vlhkost 75 %. Pak pro 1 buben (125 q) bude třeba za 1 hodinu:

1,4 . 60 . 125 = 10 500 m³ vzduchu o váze 11 340 kg.

Toto množství vzduchu bude třeba zchladit s 35 °C na 15 °C.

Obsahuje-li vzduch 35 °C teplý v 1 m³ 39,8 g vody, pak v 1 kg vzduchu při 75 % vlhkosti má 27,6 g vody a vzduch při 15 °C nasycený 11,6 g vody takže nutno zkondenzovat 16,0 g v 1 kg vzduchu. Potřeba chladu by obnášela: pro suchý vzduch 11 340 . 0,24 . 20 54 432 kcal pro vod. páru 11 340 . 0,0276 . 0,445 . 20

2 778 kcal

ke kondensaci 11 340 . 0,016 . 596 108 184 kcal

dohromady tedy 165 394 kcal

Buben se nevětrá trvale, nýbrž zpravidla čtyři-

krát po dvou hodinách za 24 hod. Rovněž se nevětrají všechny současně. Přesto nutno počítat s případem, že by se větraly 3 bubny současně a pak by bylo zapotřebí 165 394 . 3 = 496 182 kcal, t. j. přibližného příkonu 230 kW.

Znamenalo by to značnou investici a malé využití pro zbytek roku, kdy se normálně nesladuje a kdy je současně nejvyšší potřeba chladu pro pivovar. Snížení potřeby chladu by se dalo případně dosáhnout užitím chladné přirozené vody k předchlazení, a na to k dochlazení použít strojního chlazení. Spotřeba by se snížila asi o třetinu, takže by se potřebovalo pouze 230—77, tedy asi 153 kW, což je stále ještě mnoho.

Pro klimatisaci humen jsou uvedeny v literatuře hodnoty velmi odlišné, ale mnohem nižší, a to za těchto předpokladů:

1. že na 1 m² plochy je třeba asi 1000 kcal pro den.

Potřebuje-li 1 q ječmene 3,6 m² humnové plochy, pak uvažované množství ječmene (125 q) potřebuje 125 . 3,6 = 450 m² plochy humnové a tudíž 450 . 1000 = 450 000 kcal za 24 hod., t. j. za 1 hod. 18 750 kcal a pro osminásobné množství 150 000 kcal.

2. že ze 125 q ječmene se při sladování vytvoří asi 6 % cukru, t. j. 750 kg, které vydají 750 . 3600 = 2 700 000 kcal za 8 dnů, t. j. za 1 hod. 2 700 000 : 8 . 24 = 14 000 kcal a pro osminásobné množství 14 000 . 8 = 112 000 kcal.

Z obou úvah plyne, že potřeba chladu by byla i na humnech značná. Nejsou v ní započteny ztráty vznikající z rozdílu stavebního uspořádání jednotlivých sladoven.