

Ideální spotřeba tepla a vzduchu k hvozdění sladu

TOMÁŠ LEJSEK, VÚPS Praha

663.43

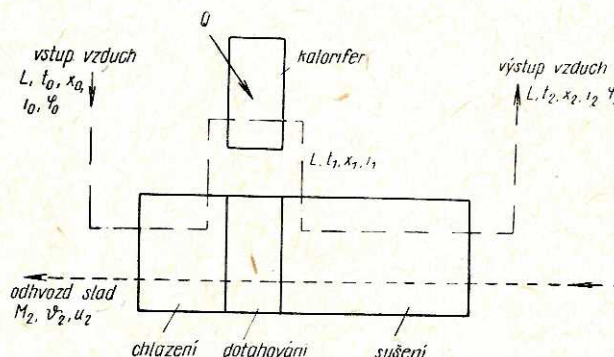
Při posuzování tepelně technické účinnosti hvozdů je nutno stanovit teoreticky možnou spotřebu tepla a vzduchu. Množství přivedené tepelné energie se srovnává s teoretickou hodnotou a podle toho, jak se jí blíží, se usuzuje na dokonalost postupu nebo zařízení. Tento příspěvek uvádí postup výpočtu a hodnoty ideální teoretické spotřeby tepla a vzduchu nutného ke kontinuálnímu hvozdění sladu za různých atmosférických podmínek. Výpočty byly provedeny v souvislosti s návrhem sušicího postupu pro kontinuální výrobu sladu.

V literatuře dosud uváděné údaje teoretické spotřeby tepla pro taktové hvozdění na jedné nebo dvou liskách se od sebe značně liší. Hodnocení jejich použitelnosti a správnosti většinou brání malá znalost způsobu i podmínek jejich výpočtu a tento nedostatek vede při nevhodném převzetí i správných údajů k mylným závěrům. Při aplikaci hodnot, odpovídajících danému případu, nemůže nastat rozpor, tj. že v praxi jsou předpokládány nebo dosahovány příznivější bilance, než by vyplynulo z teoretických hodnot. V tabulce 1 jsou uvedeny, spolu s dostupnými údaji o výpočtu, teoretické spotřeby tepla, stanovené různými autory.

Postup výpočtu

Předpokládejme, že hvozd pracuje jako teoretická sušárna, jejíž schéma je znázorněno na obr. 1. Pod pojmem „teoretická sušárna“ rozumíme sušárnu bez tepelných ztrát a bez přídavného přívodu tepla, ve které se teplota vstupujícího materiálu rovná teplotě vysušeného materiálu (včetně vody v něm obsažené — $\vartheta_1 = \vartheta_2 = 0$); rovněž absolutní vlhkost vstupujícího a ohřátého vzduchu se nemění ($x_0 = x_1$) a sušení probíhá za předpokladu konstantní entalpie vzduchu ($i = i_1 = i_2 = \text{konst.}$), až do jeho úplného nasycení ($\varphi_2 = 100\%$).

Výpočet byl proveden běžným způsobem [9] pomocí $i-x$ diagramu vlhkého vzduchu (pro $p_b = 735,5$ mm Hg), v němž se odečtou hodnoty x_2 , x_0 , i_1 , i_0 , pro zvolené parametry okolního vzduchu (t_0 , φ_0), za předpokladu použití dotahovací teploty $t_1 = 80$ nebo 85°C a úplného nasycení odcházejícího vzduchu ($\varphi_2 = 100\%$). V soulase s výše uvedenými předpoklady ($i_1 = i_2$, $x_0 = x_1$) odečítá se po čarách $x = \text{konst.}$ a $i = \text{konst.}$



Obr. 1. Schéma teoretické sušárny

L — množství vzduchu [kg/100 kg odhvozděného sladu];
 l — množství vzduchu (kg/kg odpařené vody); t — teplota vzduchu [$^\circ\text{C}$]; x — absolutní vlhkost vzduchu [kg/kg suchého vzduchu]; φ — relativní vlhkost vzduchu [%]; i — entalpie vzduchu [kcal/kg]; ϑ — teplota sladu [$^\circ\text{C}$]; u — relativní vlhkost sladu [%] — množství vody/celkové množství materiálu;
 Q — množství tepla [kcal/100 kg odhvozděného sladu]; q — množství tepla [kcal/kg odpařené vody]; W — množství odpařené vody [kg/100 kg odhvozděného sladu];

Indexy: 0 — okolí; 1 — vstup vzduchu nebo zeleného sladu k sušení; 2 — výstup vzduchu nebo odhvozděného sladu

Spotřeba vzduchu:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \text{ [kg/kg odpařené vody].}$$

Spotřeba tepla:

$$q = l \cdot (i_1 - i_0) \text{ [kcal/kg odpařené vody].}$$

Pro porovnání lépe vyhovující praxi byly tyto hodnoty přepočteny na spotřebu tepla a vzduchu pro 100 kg odhvozděného sladu, a to z relativní vlhkosti $u_1 = 42\%$ na $u_2 = 3,8\%$, tedy odpaření 65,85 kg vody. Podobně lze postupovat i pro jiná množství odpařené vody.

$$L = l \cdot W \text{ [kg/100 kg odhv. sladu]}$$

$$Q = q \cdot W \text{ [kcal/100 kg odhv. sladu]}$$

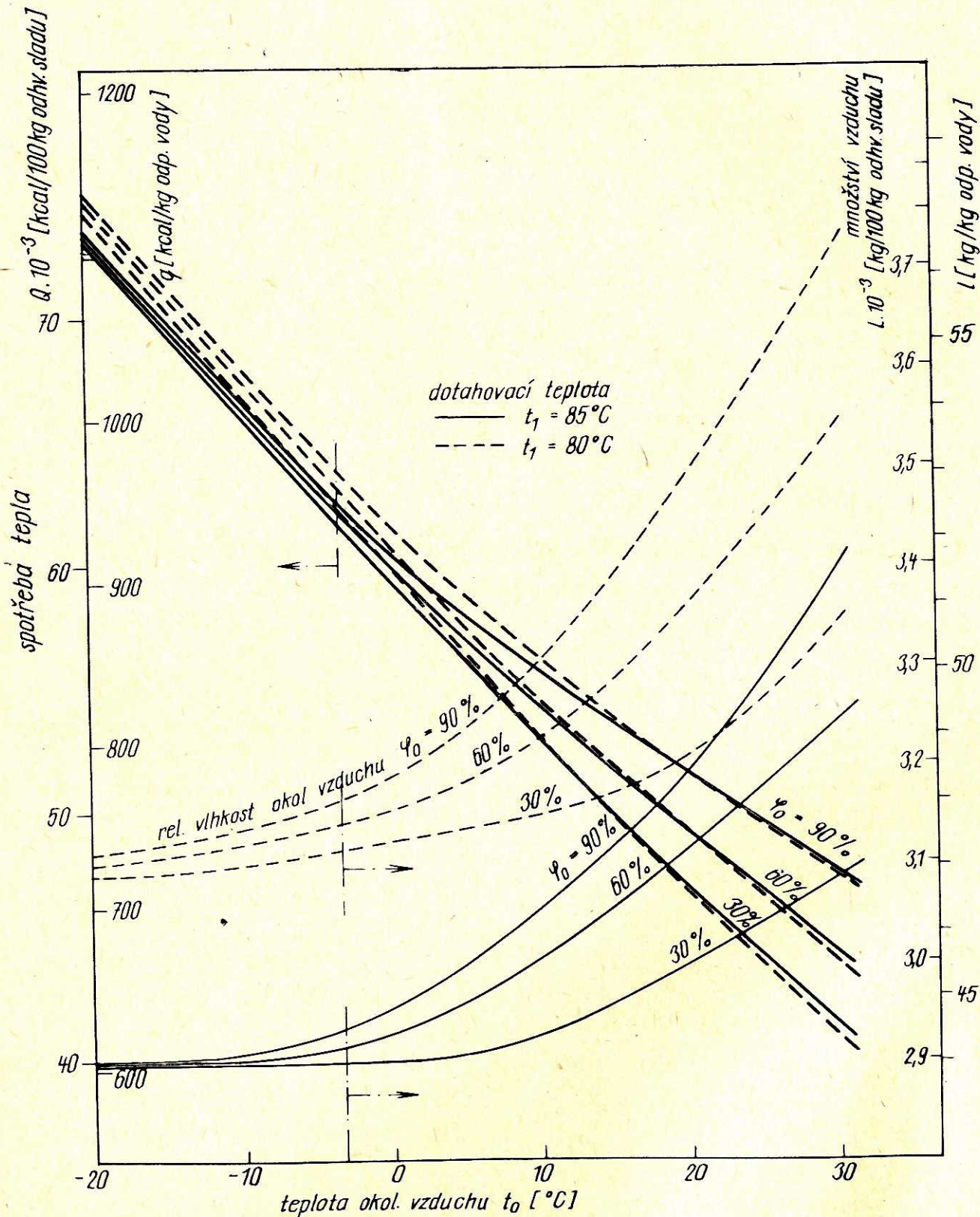
Výsledky jsou zpracovány v diagramu na obr. 2. Z diagramu je patrna známá závislost poklesu spotřeby tepla a stoupání spotřeby vzduchu se stoupající okolní teplotou vzduchu. Dále je patrný ne-

Tabulka 1

Autor	Teor. spotřeba tepla [kcal/100 kg sladu]	Podmínky výpočtu						
		u_1	u_2	t_0	φ_0	t_1	t_2	φ_2
Hetzel [1,3]	77 000 — 102 000		2	—5 až 10			20—35	100
Goslich, Fehrmann [2]	59 000	42	3	8	80		38	100
Konečný [4]	77 000	45	3,5	5		85	30	100
Richter [5]	70 000					100	37	100
Růžička [6]	71 600 77 600 81 000	45 45 45	3 3 3	5 5 5	70 70 70	33 67 120	15 25 35	100 100 100
Weithauer [7]	60 000 — 105 000	pro různé teploty okolního vzduchu						
Vlček [8]	43 000 — 74 000	41,9	3,71	—10 až 30	0		30	100

příznivý vliv vzestupu relativní vlhkosti okolního vzduchu. Rozdíl při použití různé výše maximální sušící (dotahovací) teploty není nijak podstatný, i když je jistě zajímavé, že vzhledem k průměrným teplotám v našich krajích se ukazuje použití vyšší dotahovací teploty jako vhodnější.

Velký rozsah vypočtených hodnot upozorňuje, že udávání teoretických spotřeb tepla a vzduchu při hvozdění sladu bez uvedení, jakým způsobem nebo pro jaké podmínky byly získány, není správné a může vést k značným chybám.



Obr. 2

Závěr

Uvedený diagram dává přehled o hodnotách ideální teoretické spotřeby tepla a vzduchu ke kontinuálnímu hvozďení sladu plzeňského typu, v závislosti na teplotě i vlhkosti okolního vzduchu a za použití dotahovací teploty 80 nebo 85 °C. Výpočet byl proveden při dodržení předpokladů platných pro ideální teplovzdušnou sušárnu.

Hodnoty v tabulce jsou uvedeny jako příklad nejednotnosti při udávání hlavního parametru takového způsobu hvozďení. Teoretické údaje, zachycené na obr. 2, by bylo možno porovnat opět pouze s teoretickou spotřebou tepla normálního hvozdu, kterou by bylo nutno spočítat pro různé vstupní parametry venkovního vzduchu, konstantní pro celou periodu sušení (2×12 nebo 2×24 h). Porovná-

ním těchto hodnot by byla udána progresivnost ekonomie kontinuálního sušení.

Literatura

- [1] Hetzel P.: Brauwelt 89, 375 (1949).
- [2] Goslich W., Fehrmann K.: Brauerei Maschinenkunde, Berlin 1920 II. díl, str. 93—94.
- [3] Schönfeld F.: Brauerei und Mälzerei, Berlin 1932, str. 204.
- [4] Konečný F. V.: Pivovarsko-sladařská příručka, Praha 1949, s. 91.
- [5] Richter W.: Mitteilungen der Versuchsanstalt für das Gärungsgewerbe 3/4, 47 (1949).
- [6] Kolektiv: Technologie sladu a piva, Praha 1953, I. díl, s. 204—7.
- [7] Weithauer W.: Die Brauerei 52, 47 (1955).
- [8] Vlček V.: Kvasný průmysl 6, 274 (1960).
- [9] Haber J.: Strojní sušení, Praha 1956.
- [10] Krischer O.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Berlin 1956.

Došlo do redakce 14. 2. 1964.

ИДЕАЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА И ВОЗДУХА ПРИ СУШКЕ СОЛОДА

В статье приводится теоретический расчет идеальной солодосушилки непрерывного действия и ее производительности при разных параметрах внешнего воздуха. Результат многочисленных, сложных расчетов представлен в форме диаграммы, показывающей зависимость количества израсходованного воздуха и тепла от атмосферных условий в окружающей среде. Все данные приведены к количеству 100 кг сухого солода.

IDEALER WÄRME- UND LUFTVERBRAUCH BEIM MALZDARREN

Es wird ein Verfahren zur theoretischen Berechnung einer idealen kontinuierlichen Malzdarre in Abhängigkeit von verschiedenen atmosphärischen Luftparametern angeführt. Die Ergebnisse vieler numerischer Berechnungen sind in einem Diagramm dargestellt, welche die Abhängigkeit des Wärme- und Luftverbrauchs auf 100 kg Darrmalz charakterisiert und als Unterlage für Orientationsberechnungen benützt werden kann.

IDEAL HEAT AND AIR CONSUMPTION IN MALT KILNS

The theoretical output of an ideal continuous malt kiln is calculated and its dependence upon various atmospheric parameters of ambient air is shown. The results of many calculations are presented in the form of a diagram permitting to find the consumption of air and heat per 100 kg of dry malt for any atmospheric condition. The table will facilitate rough estimates preceding detailed calculations.