

ZNÍŽENIE STRÁT PRI POUŽÍVANÍ CHLADU

KAROL HEIDINGER, JAROSLAVA MANDÍKOVÁ

Pri manipulácii, t. j. pri uskladňovaní tovaru do vychladených izolovaných komôr alebo pri jeho vyskladňovaní dochádza k prirodzenému prúdeniu teplejšieho vzduchu do skladov a naopak.

Z hľadiska efektívnosti prevádzky strojových zariadení pre vychladzovanie skladovacích priestorov a celkových prevádzkových nákladov je žiadúce šetriť hlavným produktom chladiacich zariadení — chladom. Spomenutá prirodzená výmena vzduchu je príčinou neželaných tepelných strát a vzniku nadmernej námrazy na chladiacich systémoch pre vychladzované priestory a pri dlhšom otvorení dvier môže zapríčiniť aj pokles teploty skladovaného tovaru, čo nepriaznivo ovplyvňuje jeho kvalitu.

Tam, kde je pred skladovacím priestorom manipulačná chodba, vniknutie studeného vzduchu spôsobuje pokles teploty často až na teplotu rosného bodu, pri ktorej dochádza k zrážaniu vlhkosti na stenách, ktoré sú preto v letných mesiacoch celkom mokré, v zimných mesiacoch trvale pokryté námrazou.

Vlhkosť zo stien preniká do izolácie, čím zhoršuje koeficient prestupu a znižuje izolačnú schopnosť každej izolácie; okrem toho znemožňuje dezinfekciu a obnovenie náterov, ak nemožno na dlhšie prerušiť prevádzku v skladoch, počas ktorej by sa priestory dali vysušiť. Stekajúce kondenzáty leptajú betónové potery podláh a spôsobujú ich drobenie.

Zamedziť týmto neprijemným zjavom je v mnohých závodoch z prevádzkových dôvodov prakticky nemožné, ale je možné prevedením technických úprav znížiť ich dôsledky na prijateľnú mieru. V danom prípade je to úloha znížiť intenzitu prúdenia vzduchu medzi dvoma priestormi s rozličnými stavovými hodnotami vzduchu.

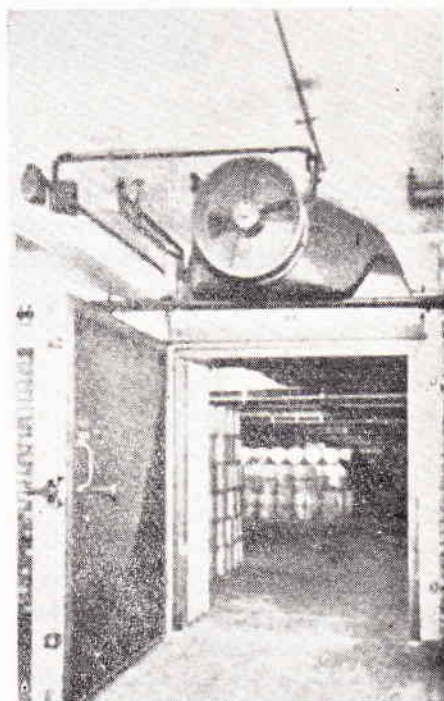
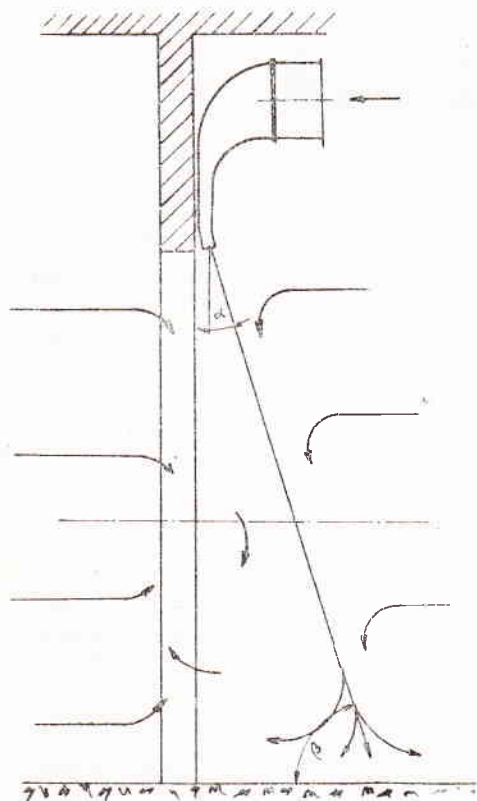
Moderný spôsob riešenia tohto problému sa zakladá na inštalácii vzduchotechnického zariadenia, ktoré medzi danými priestormi vytvára tzv. vzduchovú clonu. Vzduchová clona sa skladá z odstredivého alebo osového ventilátora sacieho a výtláčného potrubia prispôbeného daným pracovným podmienkam a z automatického spínača pre elmotor.

Konštrukčné riešenie je dvojaké:

a) Nad horný rám dvier sa upevní ventilátor. Pri širších dverách sa upevní sacie a výtlačné potrubie pozdĺž rámov oproti sebe, aby vznikol uzavretý obeh vzduchu. Toto usporiadanie nie je z prevádzkového hľadiska vždy výhodné. Činnosť zariadenia je totiž ovplyvnená otváraním dvier, ktoré podľa spôsobu otvárania prerušujú prúd vzduchu. Umiestnenie výtlačného potrubia nad horný rám a sacieho pod prah dvier vyžaduje stavebné úpravy, ktoré často nie sú úmerné efektu, aký sa dosiahne cirkuláciou vzduchu a často býva hygienicky závadné (vzhľadom na možnosť znečistenia odpadkami podliehajúcimi skaze).

b) Spomenuté nedostatky sa dajú odstrániť buď montážou len výtlačného potrubia pozdĺž zvislého rámu dvier alebo zvláštnou úpravou výtlačného potrubia nad horným rámom dvier. Tento spôsob je pre bežné prevádzkové pomery najvýhodnejší. (obr. 1a, 1b).

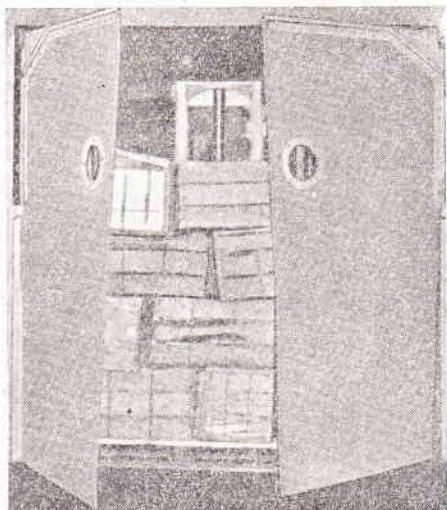
Ak je zariadenie inštalované v podmienkach, kde clona je vystavená nárazom vzduchu, pri ktorých rýchlosť prúdenia vzduchu je väčšia ako 1,4 m/s, odporúča inštalovať v smere prúdiaceho studeného vzduchu elastické dvere z gumeného a upev-



Obr. 1a, b.

niť ich tak, aby sa pri manipulácii otvárali nárazom dopravného prostriedku, pravda tak, aby nemohlo dôjsť k prípadnému zraneniu pracovníka za ním (obr. 2).

Správne vyregulovaná vzduchová clona umiestnená na správnom mieste umožňuje trvalý voľný prístup do chladených priestorov a súčasne spĺňa svoju funkciu.



Obr. 2.

Pracovníci Výskumného ústavu mraziarenského merali rýchlosť prúdenia vzduchu pri otvorených dverách a výsledky graficky spracovali. Tieto merania tvorili podklad pre výpočet vzduchotechnického zariadenia.

Pre výmenu množstva teplého a studeného vzduchu má platiť rovnica rovnováhy:

$$G_m = G_{ch}$$

kde indexy m — miestnosť,
ch — chodba

Okrem množstva vzduchu, ktorý vnikne do vychladeného priestoru pri otvorení dvier, vniká tam aj netesnosťami nasatý vzduch a to v dôsledku podtlaku, ktorý vznikol ochladením vniknuteľného vzduchu a pomalým ochladzovaním skladovaného tovaru. Ak berieme do úvahy tieto skutočnosti, platí:

$$G = G_m (1 + X_{ch})(1 - X_m) \quad [\text{kg/s}],$$

kde x_{ch} a x_m sú vodné obsahy vlhkého vzduchu. Keďže pre uvažovaný prípad $x_{ch} < 2 \%$ a $x_m < 0,5 \%$, možno pri výpočtoch uvažovať pôvodnú rovnicu rovno-

váhy. Keďže merné váhy vstupujúceho a vystupujúceho vzduchu nie sú rovnaké, neutrálna rovina je posunutá zo strednej polohy. Vzťah medzi priebehom tlaku a vzdialenosťou od neutrálnej roviny, možno vyjadriť rovnicou:

$$\Delta p = x (\gamma_m - \gamma_{ch}),$$

kde x je vzdialenosť od neutrálnej osi.

Množstvo vzduchu vystupujúce elementom dx je

$$dG = \mu \cdot v \cdot b \sqrt{2g(\gamma_m - \gamma_{ch}) \gamma_{ch} x} \cdot dx;$$

po úprave a integrovaní tejto rovnice dostaneme pre vystupujúce množstvo vzduchu výraz:

$$G = \mu \cdot v \cdot b \cdot \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2g \cdot \gamma_m \cdot \gamma_{ch} (\gamma_m - \gamma_{ch}) \cdot H}{(\sqrt[3]{\gamma_m} + \sqrt[3]{\gamma_{ch}})^2}} \quad [\text{kg/s}],$$

kde η — výtokový súčiniteľ,

v — koeficient závislosti od času otvorenia dvier,

b — šírka dvier,

g — zemské zrýchlenie,

γ_m — merná váha vzduchu v miestnosti,

γ_{ch} — merná váha vzduchu na chodbe,

H — výška dvier v m.

Z grafického spracovania výsledkov merania obr. 3 vidno, že maximálna rýchlosť prúdenia vzduchu je pri hornom ráme dvier; v tom je ďalší dôvod pre umiestnenie výtlačného potrubia nad horný rám dvier, ako je zrejmé z obr. 1.

Pri naklonení vzdušného prúdu o uhol β prúd sa pri náraze na podlahu rozdelí na dve časti; V_1 a V_2 . Ak pomer týchto množstiev je:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 - \cos \beta}{1 + \cos \beta}$$

pri uhle $\beta = 70^\circ$ je pomer $V_1 : V_2$ rovný 1:2. Znamená to, že v hornej časti clony sa bezpečne zamedzí prestupu vzduchu. V dolnej časti odchádzajú $2/3$ cloniaceho vzduchu a $1/3$ smeruje proti vzduchu vystupujúcemu z miestnosti. Zmieša sa s ním, ohreje ho a spolu s ním stúpa k neutrálnej osi. Znovu ho strhuje prúd clony, takže dochádza k cirkulácii. Aby studený vzduch z miestnosti neunikal, musí sa rýchlosť prúdnice smerujúcej do miestnosti rovnať rýchlosti prúdnice smerujúcej z miestnosti. V hornej časti vzduch síce neprúdi rovnomerne, ale možno predpokladať, že pri prúdení vzduchu z výustia sa vnikaniu vzduchu do miestnosti zabráni úplne.

V dôsledku tohto vírenia dostane sa do miestnosti teplejší vzduch, ktorého množstvo závisí od intenzity prúdu vystupujúceho z výustia a od uhla sklonu tohto prúdu.

Pre výpočet vezmeme do úvahy skutočnú rýchlosť prúdenia s maximálnou hodnotou 54 cm/s a predpokladáme, že je v celom priereze pod neutrálnou osou rovnaká. Vstupné otvory v mraziarenských skladoch nie sú všade rovnaké, ale rozdiely nie sú značné, a preto možno uvažovať so stredným rozmerom 1530×2300 . Na základe tohto možno stanoviť šírku štrbiny na 30 mm a stanoviť súčiniteľ vírivosti pri výstupe zo štrbiny $a = 0,2$.

Potom potrebnú rýchlosť vzduchu pri výstupe zo štrbiny stanovíme z výrazu odvodeného Abramovičom:

$$C_1 = \sqrt{\frac{n^2 \cdot a \cdot h}{0,27 b \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha}} = 12,4 \text{ m/s}$$

kde n — rýchlosť prúdiaceho vzduchu do miestnosti,

a — súčiniteľ vírivosti $= 0,2$,

h — výška dvier,

α — uhol odklonu,

b_1 — šírka štrbiny.

Ak rozmer štrbiny je $0,03 \times 1,6$ m, objem vytekajúceho vzduchu pri danej rýchlosti bude:

$$V = 0,03 \cdot 1,6 \cdot 12,4 = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Pre krytie strát a možnosť regulácie intenzity prúdenia vzduchu, budeme uvažovať ventilátor s výkonom $1 \text{ m}^3/\text{s}$, čomu zodpovedá ventilátor typu Aero Ø 315/V $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 1056/\text{min}$ a $h_e = 35$ mm v. sl., alebo osový ventilátor lutnový typ LV 4 (Ø 400 mm), alebo osový ventilátor Ø 500 mm (skrutkový).

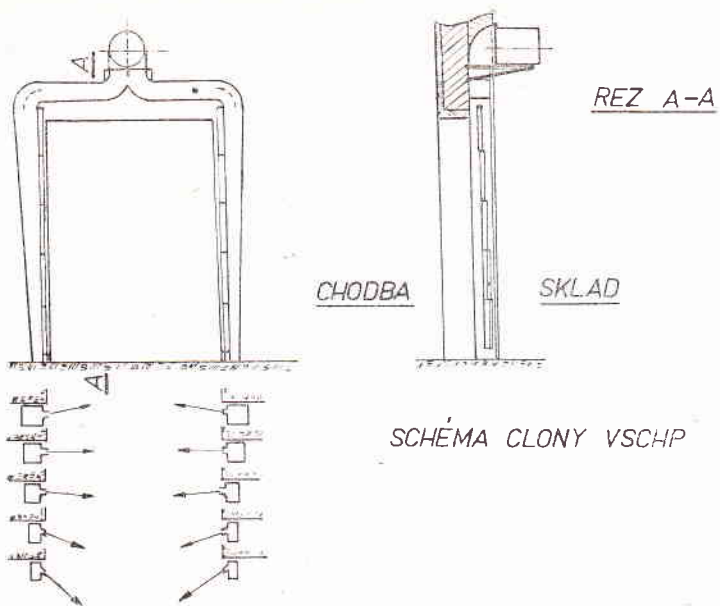
Vzhľadom na účinnosť clony 80–90 % (v dôsledku vírenia nad podlahou vznikne pomalé otepľovanie v miestnosti prisátého vzduchu) teplota v miestnosti pomaly klesá. Pokusmi sa zistilo, že miestnosť 1400 m^2 , ktorej sa neodobera teplo, ohreje sa pri činnosti clony za $\frac{1}{2}$ hodiny asi o $0,2^\circ\text{C}$. To znamená, že pri normálnej prevádzke chladiacich zariadení je ohriatie miestnosti pri správnej činnosti clony temer zanedbateľné.

Podstatne sa zníži aj ovplyvňovanie relatívnej vlhkosti a tvorenie námrazy na systémoch a ustália sa ich teplotné pomery na manipulačných priestoroch.

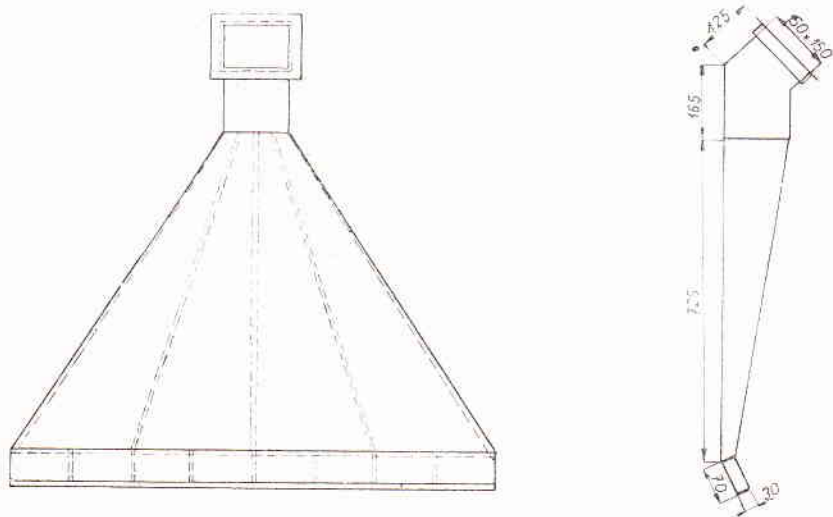
Pri meraniach sa zistilo, že ak pri 3 min. otvorení dvier vo výške 1,8 m (bez použitia clony) klesne teplota na $+5^\circ\text{C}$, vo výške 0,02 m je teplota -12°C . Pri použití clony je však len -2°C .

Účinnosť vzduchovej clony závisí od správneho vyregulovania vzduchového prúdu a len vo veľmi ťažkých podmienkach klesne pod 80 %.

Vzduchová clona vyriešená vo VSCHP, ktorej schéma je na obr. 4, je vhodná



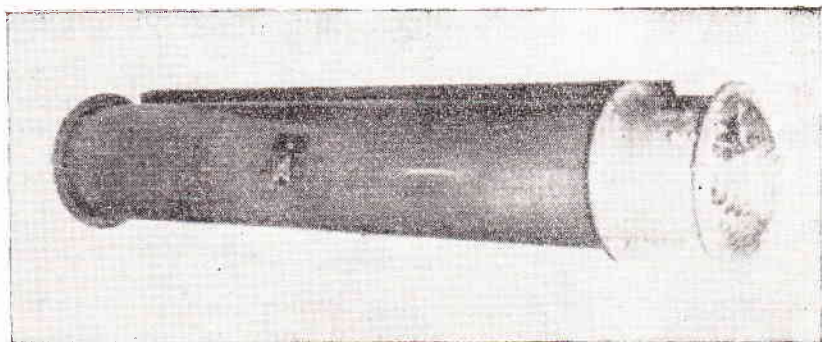
Obr. 3.



SCHEMA VZUCHOVEJ CLONY
ČKD CHOCEŇ

Obr. 4.

na oddelenie priestorov s pomerne väčšími rozdielmi teplôt, ako je napr. oddelenie schodísk a teplých priestorov od manipulačných chodieb, keďže pri tejto konštrukcii možno veľmi citlivo nastaviť výtláčné a sacie štrbiny, čím sa dosiahne maximálna účinnosť, clony a najlepší efekt. Možnosť nastavenia v jednotlivých častiach vidno na obr. 3.



Obr. 5.

Na bežné použitie, ak máme oddeliť skladovacie miestnosti od manipulačných chodieb, vyhovuje konštrukcia zariadenia ČKD Choceň, ktorú vidieť na obr. 4. Táto konštrukcia podobne ako konštrukcia VSCHP umožňuje použitie odstredivých ventilátorov Aero. Tam, kde výškové pomery nedovoľujú montáž clony ČKD, robí sa úprava používaná najnovšie v zahraničí, znázornená na fotografii 5. Táto úprava používa osový ventilátor. Pre dosiahnutie rovnakého tlaku a výstupnej rýchlosti na celej dĺžke štrbiny sú vo valcovej časti priehradky z dierkovaného plechu. Montáž clony uvedenej konštrukcie na mraziarenských dverách zvýši kvalitu objektu a skladovania, na minimum stlačí nepriaznivé dôsledky prúdenia teplého vzduchu do miestnosti a zníži požiadavky na chlad pre skladovacie priestory.

Z daného rozboru vidieť, že pre zvýšenie ekonomiky využívania chladu a strojovej prevádzky chladiarenských zariadení je použitie vzduchových clon veľmi účelné.

VERMINDERUNG DER VERLUSTE BEI DER ANWENDUNG DER KÄLTE

Zusammenfassung

Auf Grund der durchgeführten Messungen, Rechnungen und praktischen Prüfungen, sowie auch auf Grund der Literaturhinweise, werden im Artikel die Möglichkeiten der Wärmeverluste im Kältebetrieben mit der Anwendung auf geeignete Weise anwendbaren Luftblende erläutert. Im Artikel ist eine kurzgefasste Errechnung von Ausgangsparametern für die Leistungsbestimmung des Ventilators und die Konstruktionstypen der Luftblenden angedeutet.