

KAKO IZRACUNAVAMO KAPACITET RASHLADNIH UREĐAJA PRI IZGRADNJI HLADNJAČE?

Mlijeko i većina mliječnih proizvoda ubrajaju se u takve prehrambene artikle, koji već kao gotovi i uskladišteni proizvodi zahtijevaju i nadalje brigu oko čuvanja i održavanja njihove kvalitete. U praksi se to postiže uskladištenjem u hladnjačama.

Međutim, troškovi održavanja rashladnih niskih temperatura zahtijevaju, da se o izolaciji hladnjača i vodova uređaja mora voditi dosta računa prilikom njihove izgradnje, ako se hoće ekonomično poslovati.

Danas postoje vrlo efikasni načini gradnje izolacionih zidova u hladnjačama, ima i vodova od kompresora do isparivača, i to sa materijalima, koji sprečavaju brzu apsorpciju topline iz atmosfere i okoline. Općenito svaki materijal posjeduje svojstvo da pruža otpornost na protok topline, međutim neki materijali pružaju jako velik otpor sprovođenosti topline. Takve materijale obično nazivamo »izolatorima«. Primjena nekih izolatora u izgradnji hladnjača postavlja i određene zahtjeve u pogledu nekih svojstava, koje takvi materijali moraju imati, a to su:

- mala specifična težina,
- dovoljna mehanička otpornost,
- visoka hidrofobnost i minimalna apsorpcija vode,
- mali koeficijent provodljivosti topline,
- sposobnost održavanja istog volumena i oblika pod utjecajem promjena temperature.

Iz ovih svojstava možemo zaključiti, da su »izolatori« po težini vrlo laki materijali, a većina ih sadržava milijarde zračnih stanica, koje su međusobno odijeljene tankim membranama. Takva jednozračna stanica je zapravo mrtvi zračni prostor, koji vrijedi kao jedan od najboljih izolatora. Pri upotrebi za gradnju hladnjača od izolatora traži se i velika mehanička otpornost, pogotovo ako znamo, da su podovi u hladnjačama izloženi opterećenjima spremljene robe. I na kraju, pri izboru materijala moramo naročito voditi brigu o t. zv. »koeficijentu provodljivosti topline«.

Dobro je poznata fizikalna pojava, da toplota od mjesta s višom temperaturom prelazi k mjestu s nižom temperaturom. Prema tome i izolaciona vrijednost nekog materijala izražava se količinom topline, koja protječe kroz sam materijal u jedinici vremena, kroz jedinicu površine, na jedinicu dužine, pri razlici temperature od 1°C. Ta se vrijednost označuje kao »koeficijent provodljivosti topline«.

Tabela I. daje pregled koeficijenata provodljivosti topline nekih izolacionih materijala, koji se upotrebljavaju u praksi.

Tabela I.

Materijal	Kcal/m ² /h/° C
azbest	0,13
pamuk	0,047
vuna	0,033
pluto	0,033
staklena vuna	0,027—0,03
piljevina	0,05 —0,06
infuzorij. zemlja	0,064
dlaka (u bloku)	0,026—0,028
jelovina	0,078
hrastovina	0,1
šuplja cigla	0,35
obična cigla	0,4 —0,5
cementna žbuka	0,2
beton	0,6 —0,9

Ako su nam poznati »koeficijenti« pojedinih materijala, i druge okolnosti, možemo u orijentacionim okvirima izračunati kakvog kapaciteta treba da budu rashladni uređaji za određeni prostorni kapacitet hladnjače i za određenu količinu robe, koju držimo u hladnjači.

Primjer:

Neka mljekara konzumno-preradbenog tipa stavlja danomice u hladnjaču, recimo, ove količine robe:

5.000 lit. mlijeka u bocama s temp. od 10°C

250 kg maslaca složenog u sanduke s temp. od 20° C

600 kg svježeg kravljeg sira u bačvama s temp. od 20°C

100 lit slatkog vrhnja s temperaturom od 20°C

Ukupno: 5.950 kg robe

Uz uobičajenu ambalažu, kojom se većina današnjih mljekara služi (žičane gajbe, drveni sanduci, željezna ili alumin. burad od 200 lit., mljekarske kante i sl.), ova količina robe zauzela bi u hladnjači 23,77 m³ prostora (417 gajba od 12 boca = 21,5 m³, maslac u 5 drvenih sanduka vel. 0,43×0,52×0,83 = 0,9 m³, svježi sir u 4 bureta veličine D = 0,58 i v = 0,83 = 1,1 m³, i 100 lit slatkog vrhnja u 4 kante = 0,27 m³).

Poznato je iz prakse, da se najveća brzina hlađenja (za mliječne proizvode traži se, da se ohlade na 5°C u roku 3 sata) uz najekonomičnije iskorišćavanje prostornog kapaciteta postiže, ako se 50% prostornog kapaciteta popuni proizvodima, ali tako, da njihova visina ni na jednom mjestu ne prelazi više od 10–15% polovice visine hladnjače. Praktički to znači, da u hladnjači od 2 m visine proizvodi mogu biti naslagani maksimalno 115 cm visoko, uz dobro iskombinirane kanale za kružnu cirkulaciju zraka. Za naš primjer trebao bi prostorni kapacitet hladnjače od 48 m³. K tome se dodaje 20–25% kao faktor sigurnosti (povećanje proizvodnje, promjena asortimana, manipulativni minimum i sl.)- dakle, ukupno 60 m³. Dimenzije takve hladnjače bile bi onda 5×6×2 m. Uobičajena je visina hladnjače od 2–2,5 m.

Kada znamo, kakva nam hladnjača po prostoru treba, onda moramo izračunati, koliko topline moramo oduzeti proizvodima, koje smo unijeli u hladnjaču, i količinu topline, koja ulazi u hladnjaču kroz zidove u roku 24 h. Kada to izračunamo, onda nam je lako odrediti kakvog kapaciteta u Kcal/h treba kompresor za održavanje jedne konstantne temperature, recimo 5°C.

Mi smo u hladnjaču unijeli robu sa različitom temperaturom i trebamo znati, koju količinu topline moramo oduzeti:

$$5.000 \text{ lit. mlijeka u bocama} = 5.000 \times 0,94 (10-5) = 23.500 \text{ Kcal.}$$

$$250 \text{ kg maslaca} = 250 \times 0,60 (20-5) = 2.250 \text{ „}$$

$$600 \text{ kg svježeg sira} = 600 \times 0,70 (20-5) = 6.300 \text{ „}$$

$$100 \text{ lit slatkog vrhnja} = 100 \times 0,80 (20-5) = 1.200 \text{ „}$$

$$\text{Ukupno:} = 33.250 \text{ Kcal.}$$

Ako se u izgradnji i izolaciji hladnjače odlučimo na uobičajeni materijal, ciglu, pluto, beton, cementnu žbuku i sl., onda možemo graditi zidove ovakvih profila:

Okomiti zidovi:

Strop: (ujedno pod od prostorije iznad)

Pod:

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------|
| a) cigla 40 cm (»cigla i pol«) | a) armirani beton 30 cm | a) beton 20–30 cm |
| b) cementna žbuka 1 cm | b) asfalt namaz | b) pluto 10 cm |
| c) pluto 10 cm | c) pluto 10 cm | c) beton 10 cm |
| d) žičano pletivo | d) asfalt namaz* | d) tarac ili pločice |
| e) cementna žbuka 1 cm | e) cementna žbuka | |
| f) cementni »finiš« | f) cementni finiš | |

Ako je hladnjača, recimo, u mljekari tako smještena, da sa svojim zidovima i stropom graniči s drugim prostorijama, u kojima vladaju sobne (18–22°C) temperature, onda možemo izračunati, koliko će topline u 1 sat kroz zidove i strop prodrijeti u hladnjaču. Kada nam je poznata ta količina topline i ona, koju smo unijeli s robom, onda možemo odrediti i kapacitet rashladnog uređaja za takovu hladnjaču.

Za naš primjer ustanovili smo, da trebamo hladnjaču od 60 m³, sa dimenzijama, recimo 5×6×2 m.

Kako smo naprijed spomenuli, »izolirajuća« vrijednost nekog materijala se obično iskazuje u Kcal, koju neki materijal propušta u 1 sat, na površini od 1 m², pri razlici temperature 1°C, kroz debljinu od 1 m.

Količina topline, koja ulazi u 1 sat u našu hladnjaču, jest:

$$Q \text{ Kcal} = (T_1 - T_2) \times k^{01} \times P_1 + (T_1 - T_2) \times k^{02} \times P_2 \text{ gde je:}$$

T_1 = temperatura vanjske strane hladnjače (u prosjeku 20°C)

T_2 = temperatura unutrašnje hladnjače, koju održavamo 5°C

k^{01} = t. zv. »zbirni koeficijent provodljivosti« za zidove profila: cigla-pluto-cementna žbuka 0,25

k^{02} = cigla-pluto-cementna žbuka za strop profila: beton-pluto-cementna žbuka 0,28

P_1 = površina 4 zida, $2(2 \times 6)$ i $2(2 \times 5)$ m = 44 m²

P_2 = površina stropa 5×6 m = 30 m²

Zbirni koeficijent za zidove izračunavamo po formuli:

$$k^{01} = \frac{1}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3}} = \frac{1}{\frac{0,4}{0,45} + \frac{0,1}{0,033} + \frac{0,02}{0,2}} = 0,25$$

d_1 = debljina cigle u metrima

k_1 = koefic. provodlj. za ciglu (Tab. I)

d_2 = debljina pluta u metrima

k_2 = koefic. provodlj. za pluto (Tab. I)

d_3 = debljina cementne žbuke u m.

k_3 = koefic. provodlj. za cem. žbuke (Tab. I)

Zbirni koeficijent za strop:

$$k^{02} = \frac{1}{\frac{d_{11}}{k_{11}} + \frac{d_{22}}{k_{22}} + \frac{d_{33}}{k_{33}}} = \frac{1}{\frac{0,3}{0,75} + \frac{0,1}{0,033} + \frac{0,02}{0,2}} = 0,28$$

d_{11} = debljina betona u metrima

k_{11} = koefic. provodlj. za ciglu (Tab. I)

d_{22} = debljina pluta u metrima

k_{22} = koefic. provodlj. za pluto (Tab. I)

d_{33} = debljina cement. žb. u metr

k_{33} = koefic. provodlj. za cement. žb.

(Tab. I)

Ako sad uvrstimo sve vrijednosti za T, k i P u našu gornju formulu, dobit ćemo, da za 1 sat prodire:

$$Q \text{ Kcal} = (20 - 5) \times 0,25 \times 44 + (20 - 5) \times 0,28 \times 30 = 291$$

Za 24 sata prodrijet će u hladnjaču 6.984 Kcal ili okruglo 7000 Kcal. K tome se dodaje još 25% kao faktor sigurnosti zbog vrata, otvora sa konvejerima. Ako zbrojimo kalorije, koje moramo oduzeti robi, i one, što ulaze zbog razlike u temperaturi (33.250 + 8.750), onda imamo 42.000 Kcal da oduzmemo za 24 sata.

Budući da treba količinu topline iz robe oduzeti u roku od najmanje 3 sata (pogotovu ako se radi o konzumnom mlijeku, slatkom vrhnju ili svježem siru), to moramo oduzeti $33.250 + 291 \times 3 = 34.123$ Kcal.

To praktički znači, da treba instalirati uz tu hladnjaču rashladni uređaj od cca 12.000 Kcal/h.