

POUŽITIE TEKUTÉHO DUSÍKA NA CHLADENIE PREPRAVNÝCH
VOZIDIELIng. W. ANTER, Dipl. Ing. R. HOFMANN
(Preložila E. Bystrická)

Dusík má v tekutom stave pre svoju nízku teplotu vyparovania -196°C veľmi vysoký rozdiel teploty oproti okolnej teplote. Pri použití jeho výparnej teploty a vnútornej teploty studených dusíkových plynov môžeme 1 kg tekutého dusíka odobrať okoliu okružle 92 kcal. Keďže dusík ako inertný plyn pri priamom styku s výrobkom nevstupuje do žiadnej reakcie a okrem toho je úplne bez chuti a bez zápachu, nie sú proti jeho upotrebeniu v potravinárskom priemysle nijaké námietky. Fyzikálne vlastnosti dusíka sú zhrnuté v tabuľke č. 1.

Tabuľka 1

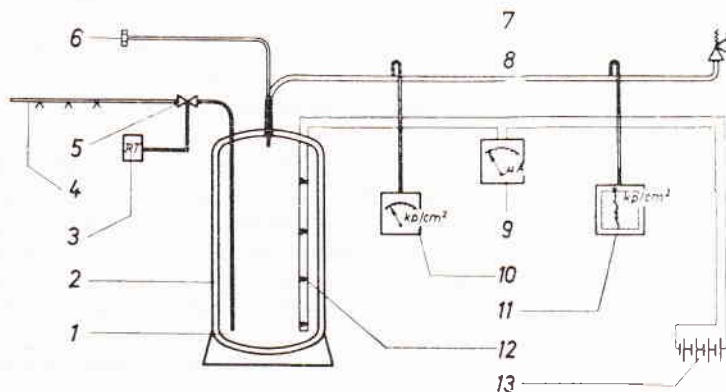
Teplota bodu varu:	$-195,8^{\circ}\text{C}$	Číslo tepelnej vodivosti:	tekutého: $0,178 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Teplota bodu mrazu:	$-210,0^{\circ}\text{C}$		plynného: $0,022 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Kritický bod: teplota:	$-147,1^{\circ}\text{C}$	Špecifické teplo:	tekutého: $0,491 \text{ kcal/kg}^{\circ}$
tlak:	$34,6 \text{ kg/cm}^2$		plynného: $0,248 \text{ kcal/kg}^{\circ}$
Výparné teplo:	$47,74 \text{ kcal/kg}$	Špecifická váha:	tekutého: $0,812 \text{ kg/l}$
			plynného: $1,25 \text{ kg/m}^3$

Prvé zprávy o úspešnom použití tekutého dusíka na chladienie potravín prišli zo Spojených štátov. Tam pred niekoľkými rokmi v spolupráci s firmou Linde robili prvé pokusy s chladiením termovozidiel dusíkom. Dopravná spoločnosť Howell Trucking a spol. má k dispozícii 16 vozidiel, ktoré sa chladia tekutým dusíkom. Valcovitá nádrž na dusík má priemer 500 mm a pojme 170 kg dusíka. Náklady na celé chladiace zariadenie robia 1220 dolárov. Spotreba dusíka sa udáva pre vnútornú teplotu -18°C a okolitú teplotu 25°C na asi 10 kg/hod. Vozidlá sa plnia z vlastnej izolovanej nádrže a plnenie trvá asi 4—5 minút.

Tiež vo Výskumnom ústave chladiarenskom a mraziarenskom v Magdeburgu sa skonštruovalo a vyskúšalo zariadenie na chladienie prepravných vozidiel tekutým dusíkom. Z príležitosti 2. pracovnej porady VVB chladienia a skladovania v Magdeburgu sa o tom referovalo a predviedlo sa pokusné vozidlo s chladiacim zariadením nachádzajúcim sa v chode. Schematický výstroj pokusného zariadenia je vidieť na obrázku č. 1.

Nádrž na tekutý dusík (č. 1) bola konštruovaná s dvojitým plášťom. Jej objem je asi 150 l, čo zodpovedá 15—20 hodinovej prevádzke. Vnútorný plášť nádrže

je z nehrdzavejúcej ocele (X 10 Cr Ni Ti 18,9). Priestor medzi vnútorným a vonkajším plášťom (2) sa evakuoval až na tlak asi 10^{-3} Torr pre tepelnú izoláciu. Do nádrže sa vmontoval elektrický vodoznak, ktorý umožňuje odčítať objem tekutého dusíka: prázdna, naplnená do $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ a plná. Tento vodoznak pozostáva zo 4 paralelne zapnutých, v rôznych výškach umiestnených špirál (12) a jedného ampérmetra (9) ako meracieho (indikačného) prístroja. Ampérmeter je



Obr. 1. Schéma zariadenia

umiestnený na paneli armatúry vozidla a môže sa stále kontrolovať. Na indikáciu sa využíva rozdielne ohriatie a tým i zmena odporu volfrámových špirál v plynovom priestore a v tekutine.

Nahor z nádrže sa vyvádza plniaca (6), plynová (8) a rozprašovacia rúra (4). Na plynovej rúre je pripojený tlakomer (10), registračný prístroj (11) a poistný ventil (7). Registračný prístroj sa použil iba pri prvých pokusoch na určenie stúpania tlaku a kontrolu poistného ventilu. Keď sa zistil jeho bezchybný chod, môžeme sa vo vozidle bez tohoto prístroja zaobiť. Nádrž a poistný ventil sa vystavujú na 2 atp pretlaku. Ak stúpne tlak nad túto hodnotu, otvorí sa poistný ventil, ktorý sa nachádza v ložnom priestore a dusíkové plyny môžu unikáť.

Rozprašná rúra má viac otvorov vo forme dýz na vyfukovanie dusíka. Medzi dýzami a nádržou sa nachádza magnetický ventil (5). Na stene v rozprašovacom priestore je umiestnený termostat (3), ktorý pri prekročení žiadanej teploty, nastaviteľnej v rozpätí od -25°C do 15°C , preruší prúd a tým dá popud na otvorenie magnetického ventilu.

Aby sme sa bezpečne vyhli zapojeniu automatiky pri nakladaní a vykladaní, namontoval sa na dvere hlavný spínač, ktorý pri otvorení dvier preruší prúd k magnetickému ventilu a zamedzí striekanie tekutého dusíka. Potrebná elektrická energia sa odoberá z batérie vozidla. Až do zhotovenia vysokej nádrže, bude sa tankovať pokusné vozidlo z 25 l prepravných nádob vzdušným tlakom.

Funkcia a chod zariadenia sú veľmi jednoduché. Po naplnení sa plniace vedenie zatvorí. Stálym prístupom tepla, napriek dobrej izolácii, stúpa tlak v nádrži, čo je ovplyvnené tým, že plyn zaberá malý priestor. Pomocou tohto tlaku sa tekutý dusík vstrekuje. Zatvorením ložných dvier (ložnej miestnosti) sa súčasne zatvorí hlavným spínačom prúd k magnetickému ventilu a tým je riadiaca automatika schopná prevádzky. Podľa výšky teploty priestoru vzhľadom na vopred

určenú hodnotu rozprašuje sa tekutý dusík a tým sa riadi teplota v ložnom priestore v hraniciach odchýlok spínania termostatov a zotrvačnosti, ktoré sú dané prechodmi tepla.

Namontovaným tlakomerom a elektrickým vodoznakom je umožnená sústavná kontrola tlakových pomerov a naplnenia nádrže. Po skončení jazdy môže sa vozidlo odstaviť bez hocijakej ďalšej obsluhy chladiaceho zariadenia. Za predpokladu, že dusíková nádrž sa predošlý deň nevyprázdnila, je vozidlo nasledujúce ráno znovu hneď pripravené na použitie.

Prevádzková váha zariadenia je asi 200 kg. Použitá základná plocha, poťažne strata ložnej plochy je asi 0,36 m². Náklady na toto chladiace zariadenie sú asi 5000,— DM. Pokusy vykonané týmto zariadením ukázali, že po menších konštrukčných zmenách, je dobre spôsobilé na praktické použitie.

Cproti doteraz známym metódam chladenia vozidiel má opísaný postup chladenia rozprašovaním tekutého dusíka isté značné výhody. V ložnom priestore prepravného vozidla môže sa konštantne automaticky udržiavať — nastavením priestorového termostatu — každá ľubovoľná chladiaca teplota v oblasti plus a mínus, nezávisle od dobrého stavu izolácie priestoru, vonkajšej teploty, počtu nakladaní a vykladaní, a v určitej miere od vstupnej teploty nakladaného tovaru. Pri žiadanom z doteraz používaných chladiacich spôsobov nie je možné tak presné regulovanie žiadanej teploty ložného priestoru. Odchýlky od žiadanej tepelnej hodnoty, ktoré vznikajú zo zapínania vypínania regulácie, môžu sa zaručiť maximálne na $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Váha a najmä potreba miesta a náklady na dusíkové chladiace zariadenie sú podstatne menšie ako pri strojne chladených vozidlách.

Udržovacie náklady celého zariadenia sú veľmi malé, keďže má s termostatom a magnetickým ventilom iba dve pohyblivé súčiastky, ktoré sa len málo opotrebujú. Doba predchladenia dusíkom chladeného vozidla je následkom veľkého rozdielu teplôt veľmi krátka. Tak napr. ložný priestor LKW sa za tri-štyri minúty schladí z 20°C na -18°C . Pri strojne chladených vozidlách je doba chladenia asi $0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Vysokým chladiacim výkonom pri vozidlách chladených dusíkom sa vyrovná kolísanie teploty pri nakladaní a vykladaní za 1—2 minúty. V celom ložnom priestore nastane rovnomerné rozdelenie teploty rozptýlením tekutého dusíka pri rozprašovaní v pomere 1:600.

Pre praktické použitie popísaného postupu na chladenie potravín v prepravných vozidlách je predpokladom pohotová dodávka potrebného dusíka za primeranú cenu. Zásadne je ne hospodárne vyrábať chlad pri teplotách -180°C až -250°C , aby sme ho potom použili iba na chladenie potravín pri -18°C . Podľa druhej hlavnej termodynamickej vety stúpa spotreba práce na výrobu určitého množstva chladu pri týchto nízkych teplotách na 30 až 40 násobok oproti práci potrebnej pri 0°C . Z toho je zjavné, že tieto pracovné postupy môžeme zaviesť s výhľadom na úspech len vtedy, keď máme k dispozícii tekutý dusík ako vedľajší výrobok z inej výroby. Pri výrobe kyslíka pre železiarsky priemysel, ktorého spotreba v poslednej dobe skokom stúpa, ide práve o tento prípad. Ako je známe, získava sa kyslík rozložením tekutého vzduchu, pričom ostáva 4 násobok dusíka. Ak sa tento plyný dusík skvapalní, môže sa ním kryť podstatná časť potrebného množstva na chladenie potravín.

ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОГО АЗОТА В АВТОРЕФРИЖЕРАТОРАХ

Резюме

Физико-химические свойства жидкого азота. Описание устройства для охлаждения пищевых продуктов во время перевозок, разработанного работниками Исследовательского института холодильной техники в г. Магдебурге. Перспективы применения этого эффективного способа хранения пищевых продуктов.

DIE ANWENDUNG VON FLÜSSIGEM STICKSTOFF ZUM KÜHLEN DER TRANSPORTFAHRZEUGE

Zusammenfassung

Die Anwendung von flüssigem Stickstoff zum Kühlen der Transportwagen.

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften des verflüssigten Stickstoffes und dessen Anwendung zum Kühlen der Lebensmittel beim Transport. — Es werden die Einrichtungen zum Kühlen der Transportwagen mit flüssigem Stickstoff, welche von den Konstrukteuren des Kühlforschungsinstitutes in Magdeburg entwickelt wurden, beschrieben.

Die Aussichten der Anwendung dieser äusserst effektiven Methoden der Lebensmittelkonservierung.

Übersetzung des Vortrages von Ing. W. Anter und Dipl. Ing. R. Hoffmann vom Kühlforschungsinstitut in Magdeburg.