

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



**ІТТ2024**

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет  
залізничного транспорту, 2024

що їх обов'язково необхідно ураховувати. Слід зазначити, що магнітолевітаційні транспортні системи необхідно розглядати та оцінювати в контексті існуючої інфраструктури, наявних ресурсів, потреб суспільства та економічних можливостей.

УДК: 656.614.32:621.564.27

## РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ РІДКОГО АЗОТУ ГАЗИФІКАТОРОМ ВСЕРЕДИНИ КЛАСИЧНОГО КОНТЕЙНЕРУ З ТЕРМОВКЛАДИШЕМ

## CALCULATION OF LIQUID NITROGEN CONSUMPTION BY A GASIFIER INSIDE A CLASSIC CONTAINER WITH A THERMAL LINER

*В.А. Столянов, канд. техн. наук О.Г. Слинько  
Одеський національний морський університет (м Одеса)*

*V.A. Stolianov, O.G.Slynko, PhD (Tech.)  
Odesa national maritime university (Odesa)*

Для визначення витрат холодоагенту у контейнері (ІТО) необхідне розуміння, яка кількість теплоти проникає всередину ІТО під час процесу перевезення. Для цього в даній роботі буде наведено методику розрахунку витрати рідкого азоту, що зберігається у криогенному газифікаторі, що розташовано на одному з вантажних місць всередині ІТО.

Отже, розпочнемо розрахунок з коефіцієнта теплопередачі через огорожувальні поверхні контейнера. Контейнер перебуває на палубі судна, на причепі контейнеровоза або на залізничній платформі.

Розраховуємо складові коефіцієнта теплопередачі:

Коефіцієнт тепловіддачі від повітря до зовнішньої поверхні контейнера:

$$\alpha_{\text{пов.,зовн}} = \alpha_{\text{зовн}} = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda_{\text{зовн}}}{l} \quad (1)$$

де  $\lambda_{\text{зовн}}$  – коефіцієнт теплопровідності повітря за температури навколишнього середовища за даними [1];

Nu – критерій Нуссельта

l – довжина контейнера.

Для знаходження критерію Нуссельта Nu визначаємо характер руху повітря відносно контейнера; для цього розраховуємо критерій Рейнольдса  $Re_{\text{ж}}$ :

$$Re_{\text{ж}} = \frac{w \cdot l}{\nu} \quad (2)$$

де  $w$  – швидкість переміщення контейнера;

$\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря за температури навколишнього середовища, за даними [1].

Після знаходження коефіцієнту тепловіддачі визначаємо повний тепловий потік від зовнішнього повітря всередину контейнера. Розрахунок теплового потоку виконується за формулою:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t \quad (3)$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі за формулою 8:

$$k = \frac{1}{R_{\alpha_{\text{зовн}}} + R_{\lambda_1} + R_{\lambda_2} + R_{\lambda_3} + R_{\alpha_{\text{вн}}}} \quad (4)$$

де  $R_{\alpha, \lambda}$  – термічний опір зовнішнього середовища, сталевому корпусу контейнера, повітряного зазору між корпусом і термовкладишем, термовкладишу, тепловіддачі від поверхні термовкладишу до повітря вантажу.

$$R_{\lambda_{1-3}} = \frac{\delta_{1-3}}{\lambda_{1-3}} \quad (5)$$

де  $\delta_1$  – товщина стінок контейнера, повітряного зазору, термовкладишу [2] ;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності сталі, повітря, термовкладишу за даними [1,3].

Далі знайдемо зовнішню площу поверхні контейнера:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \quad (6)$$

де  $F_1$  – площа поверхні дверей контейнера;

$F_2$  – площа бічних поверхонь контейнера;

$F_3$  – площа даху контейнера.

Залишається розрахувати температурний напір між зовнішнім повітрям і повітрям всередині контейнера

$$\Delta t = t_{\text{зовн}} - t_{\text{вн}} \quad (7)$$

Далі розраховуємо термодинамічні властивості насиченого азоту при параметрах дроселювання зрідженого азоту в контейнер із процесом змішення холодоагента з повітрям контейнера та термодинамічні властивості азоту за температури перевезення вантажу та нормальному тиску  $p_1 = 1,01325$  бар ( $t_2 = -20^\circ\text{C}$ ). Усі розрахунки буде виконано за допомогою програмного забезпечення “Refprop”.

Питома теплота, що поглинається рідким насиченим азотом при його перетворенні на насичену пару і перегріві пари до температури  $-20^\circ\text{C}$

$$\Delta q_{N_2} = h_2 - h_1 \quad (8)$$

Визначимо об'єм та масу вантажу у контейнері  
Повний внутрішній об'єм контейнера  $V_{\text{вн}}$  визначаємо за [2].  
Об'єм, зайнятий балоном із рідким азотом

$$V_{\text{бал.}} = a * r * h \quad (9)$$

Об'єм, зайнятий вантажем, що перевозиться

$$V_{\text{вант.}} = V_{\text{вн}} - V_{\text{бал.}} \quad (10)$$

Тепер розрахуємо масу вантажу, яка буде перевозитися

$$M_{\text{вант.}} = V_{\text{вант.}} * m_{\text{вант.}} \quad (11)$$

Теплота, що поглинається вантажем під час його отеплення на  $\Delta t_{\text{вн}} \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\Delta Q_{\text{вант.}} = C_{p \text{ вантаж}} * M_{\text{вант.}} * \Delta t_{\text{вн}} \quad (12)$$

де  $C_{p \text{ вантаж}}$  – теплоємність вантажу [4].

Час для отеплення вантажу на  $\Delta t_{\text{вн}} \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\tau = \frac{\Delta Q_{\text{вант.}}}{Q} \quad (13)$$

Витрати рідкого азоту кріогенною установкою протягом циклу  $\tau$  для забезпечення підтримки температури у допустимих межах

$$G_{N_2} = \frac{Q}{\Delta q_{N_2}} \quad (14)$$

Кількість циклів подачі протягом доби.

$$n = \frac{24}{\tau} \quad (15)$$

Добова подача холодоагенту

$$G = G_{N_2} * n \quad (16)$$

Максимальний час рейсу, за який буде витрачено весь запас холодоагенту

$$T_{\text{рейс}} = \frac{m}{G} \quad (17)$$

де  $m$  – максимальна маса рідкого азоту, що зберігається в кріюємності.

[1] Міхеєв М. А. Основи теплопередачі / М. А. Міхеєв, І. М. Міхеєва., 1973. – 271 с.

[2] Розміри морських контейнерів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://partnertrade.org/ua/dani-ro-kontejneram/>.

[3] Спінений поліетилен. Сайт компанії "Liderpak" [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.liderpak.ua/product-category/packs/foamed-polyethylene/>.

[4] Загоруйко В.О., Голіков О.А. Суднова холодильна техніка. Київ: Науко-ва Думка, 2002, – 575с.

УДК 656.222.4; 004.78

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ДИНАМІЧНОГО УЗГОДЖЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

### USE OF THE DYNAMIC COORDINATION METHOD FOR OPERATIONAL PLANNING OF RAILWAY DIVISIONS

*Канд. техн. наук Г.М. Сіконенко, аспірант А.В. Качан  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Cand. Sc.(Tehn.) G. Sikonenko, Graduate student A. Kachan  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Ефективна організація роботи залізничних підрозділів для реалізації перевізного процесу передбачає планування. Довгострокове планування на залізничному транспорті втілюється в систему технічного нормування, яка надає середні значення ключових параметрів на значний період (рік, декаду, місяць). Для врахування реальної ситуації при здійсненні перевезень використовується оперативне планування, основними формами якого є добове та змінне планування, поточне планування по 2-4 годинним періодам.

Оперативне планування на теперішній час передбачає працівникам диспетчерської зміни отримання інформації по поточній ситуації на об'єктах управління, її обробку та аналіз, генерацію/коригування керуючих дій. Великі полігони управління та чисельність чинників негативно впливає на оперативність, достовірність та реалізацію планів. Одним із пріоритетних напрямків підвищення ефективності оперативного планування роботи залізничних підрозділів є розвиток автоматизованих систем управління на основі сучасних методів. Пропонується