

УДК 629.114.45

**ОЦІНКА ПРИСТОСОВАНOSTІ АВТОМОБІЛІВ-РЕФРИЖЕРАТОРІВ ДО  
ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ, ЩО ШВИДКО ПСУЮТЬСЯ**

*Олег Миронюк<sup>1</sup>, к. т. н., Ростислав Паславський<sup>1</sup>, к. т. н.,  
Олег Сукач<sup>1</sup>, к. т. н., Віктор Шевчук<sup>2</sup>, к. т. н.*

*<sup>1</sup>Львівський національний університет природокористування  
вул. В. Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,  
e-mail: myronyukos@lnur.edu.ua, rostilavpaslavskij@gmail.com, 19oleg85@ukr.net*

*<sup>2</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, Україна,  
e-mail: shevtyk@meta.ua*

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2024.28.202>

**Миронюк О., Паславський Р., Сукач О., Шевчук В. Оцінка пристосованості автомобілів-рефрижераторів до перевезення вантажів, що швидко псуються**

Розкрито чинники, що впливають на вибір рухомого складу автотранспортних засобів для перевезення різного типу вантажів. Акцентовано на сучасних логістичних підходах у доставці продуктів у роздрібну торговельну мережу за допомогою спеціалізованого рухомого складу. Встановлено, що під час роботи автомобілів-рефрижераторів на розвізних маршрутах температурного режиму перевезення часто не дотримується через часті відкривання дверей фургона, що призводить під час перевезення до втрати якості вантажів, що швидко псуються. Основним параметром, що чинить такий негативний вплив, є температура навколишнього повітря. Представлено вираз теплового балансу всередині вантажного відсіку автомобіля-рефрижератора, розкрито складові втрат тепла. З'ясовано основні резерви у зменшенні втрат тепла автомобіля-рефрижератора, за яких забезпечується збереження якості вантажу.

Висвітлено конструктивні особливості та технічні характеристики спеціалізованих транспортних засобів для перевезення вантажів, що швидко псуються, а також їхніх холодильних установок. Експериментально досліджений вплив температури навколишнього повітря та часу розвантаження на температуру повітря у вантажному відсіку автомобілів-рефрижераторів із холодильними установками компресорного та евтектичного типу. Підтверджена гіпотеза про лінійний характер впливу температури навколишнього повітря на температуру повітря у вантажному відсіку автомобіля-рефрижератора. Отримано аналітичні залежності температури повітря в вантажному відсіку різних типів автомобілів-рефрижераторів від температури навколишнього повітря, часу розвантаження та часу руху з вантажем. Подано рекомендації стосовно вибору раціонального рухомого складу для перевезення дрібних партій морозива на розвізних маршрутах у торговельній мережі м. Львова. Встановлено, що для перевезення дрібних партій вантажів, що швидко псуються, на розвізних маршрутах з частими зупинками для вивантаження вантажу при високих температурах навколишнього повітря доцільніше застосовувати автомобілі марки IVECO. Це дозволить забезпечити збереження якісних показників вантажу та підвищити ефективність використання спеціалізованого рухомого складу транспортних засобів.

**Ключові слова:** автомобіль-рефрижератор, температурний режим, розвізний маршрут, вантажний відсік, дрібна партія вантажу.

**Myroniuk O., Paslavskiy R., Sukach O., Shevchuk V. Assessment of refrigerator vehicles suitability for the transportation of perishable goods**

The factors influencing the selection of motor vehicle rolling stock for transporting various types of cargo are examined. The focus is on modern logistics approaches for delivering products to the retail trade network using specialized rolling stock. It was found that the temperature conditions during the operation of refrigerated vehicles on delivery routes are often not maintained due to the frequent opening of the van doors. This can result in a loss of quality for perishable goods during transit. The primary factor negatively impacting this is the temperature of the surrounding air. An expression of the heat balance inside the cargo compartment of a refrigerated vehicle is presented, revealing the components of heat loss. Key opportunities to reduce heat loss in refrigerated vehicles, which ensure the preservation of cargo quality, have been identified.

The design features and technical specifications of specialized vehicles for transporting perishable goods, along with their refrigeration units, have been clarified. An experimental investigation was conducted to study the effect of ambient air temperature and unloading time on the air temperature inside the cargo compartment of refrigerated vehicles equipped with compressor and eutectic refrigerating units. The hypothesis that ambient air temperature has a linear effect on the air temperature in the cargo compartment was confirmed. Analytical relations were established for

the air temperature in the cargo compartment of various types of refrigerated vehicles, based on ambient air temperature, unloading time, and transit duration with cargo. Recommendations have been made to select the most suitable rolling stock for transporting small batches of ice cream on delivery routes in the trade network of Lviv. It was determined that IVECO vehicles are more appropriate for transporting small batches of perishable goods on delivery routes that involve frequent stops and high ambient air temperatures. This choice will help preserve the quality of the cargo and increase the operational efficiency of the specialized rolling stock.

**Keywords:** refrigerated truck, temperature regime, delivery route, cargo compartment, small consignment of cargo.

**Постановка проблеми.** В умовах ринкової економіки найважливішим елементом в організації перевезень стає збереження якості вантажу, що перевозиться, що особливо актуально під час перевезення продуктів харчування [1].

Більшість таких продуктів становлять вантажі, що швидко псуються, і вимагають під час транспортування захисту від негативного впливу навколишнього середовища.

Характерною особливістю перевезення вантажів, що швидко псуються (ВП), є дотримання певного температурного режиму вантажного відсіку (ВВ) автомобіля-рефрижератора, який істотно залежить від температури навколишнього повітря.

Сучасні логістичні підходи в доставці продуктів у роздрібну торговельну мережу викликають потребу в перевезеннях дрібних партій вантажів, що швидко псуються. Підвищити ефективність використання автомобілів, зменшити величину порожніх пробігів транспортних засобів під час перевезень дрібних партій вантажів можливо за рахунок збільшення кількості вантажоодержувачів та організації розвізних маршрутів перевезення ВП [9; 10; 15].

Збільшення числа одержувачів на розвізному маршруті веде до збільшення часу розвантаження та зміни температури повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора. Зазначені чинники мають змінний характер, що визначає необхідність оцінки пристосованості автомобілів-рефрижераторів до умов експлуатації.

Проте визначення рівня пристосованості автомобілів для перевезення вантажів, що швидко псуються, з урахуванням змінних факторів умов експлуатації до теперішнього часу вивчено недостатньо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання забезпечення збереження під час перевезень ВП розглядали у працях Докуніхіна В. З., Михайловича Я. М., Кунди Н. Т., Олещука Н. В., Маяка М. М., Антонюка М. Я., Ширяєва С. В., Бен Тахера М. А., Езана М.А., Куліга Л., Терешкевича К., Каянсаяна Н. та інших авторів. Дослідженнями встановлено, що на температуру повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора впливає температура навколишнього повітря, як основного чинника умов експлуатації [2; 4; 8; 13; 17; 19]. Вплив часу відкривання дверей ВВ

під час роботи автомобіля-рефрижератора на розвізних маршрутах практично не досліджувався. Проте деякі автори зауважують, що у разі зростання часу навантажувально-розвантажувальних робіт температура повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора істотно змінюється [6; 12; 18].

Зазначено [7; 12; 13], що вибір вантажного рухомого складу (РС) – одне з основних завдань, яке вирішується під час обґрунтування транспортно-технологічних схем переміщення вантажів. Під час вибору рухомого складу керуються значенням обсягу та відстані перевезення, умовами та методами їх організації, розмірами відправок, родом вантажів та їх ціною, засобами та способами здійснення вантажно-розвантажувальних робіт, дорожніми та кліматичними умовами [11].

На думку автора [3] на збереження вантажів, що швидко псуються, визначальний вплив мають фактори навколишнього середовища і режими зберігання.

Згідно з проведеними дослідженнями [4] загальне надходження тепла (холоду) у вантажний відсік автомобіля складається з теплопритоків (Дж):

$$Q_o = Q_n + Q_n + Q_p, \quad (1)$$

де  $Q_n$ ,  $Q_n$ ,  $Q_p$  – відповідно безперервні, періодичні та разові теплопритоки.

Безперервні теплопритоки складаються з:

$$Q_n = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (2)$$

де  $Q_1$  – теплопритік через стінки кузова;  $Q_2$  – тепло від проникнення зовнішнього повітря через щілини у дверях, люках фургонів;  $Q_3$  – тепло (холод), що витрачається на охолодження вантажу і тари, враховується тільки для вантажів, що охолоджуються в дорозі, і діє протягом періоду охолодження вантажу до заданої температури;  $Q_4$  – фізіологічне тепло, що виділяється плодами та овочами у процесі життєдіяльності, враховується лише під час перевезення охолоджених рослинних вантажів.

До періодично діючих належать теплопритоки:

$$Q_n = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8, \quad (3)$$

де  $Q_5$  – тепло через додаткове нагрівання кузова від сонячної радіації, враховується тільки в денний час доби у всіх розрахунках;  $Q_6$  – тепло від зовнішнього повітря, що надходить у вантажний відсік при вентиляванні, враховується для вантажів, що вимагають вентиляції;  $Q_7$  – тепло, що виділяється електродвигунами вентиляторів і циркуляторів через нагрівання обмоток;  $Q_8$  – тепло, що надходить під час відтавання снігової шуби через подачу тепла на випарник.

Разові теплопритоки:

$$Q_p = Q_9 + Q_{10}, \quad (4)$$

де  $Q_9$  – тепло через відчинені двері під час завантаження та розвантаження;  $Q_{10}$  – тепло під час первинного, попереднього охолодження кузова та внутрішнього обладнання.

**Постановка завдання.** Отже, робота присвячена оцінці пристосованості автомобілів на основі встановлення закономірностей впливу погодних і транспортних умов експлуатації на температурний режим вантажного відсіку. Метою нашого дослідження є підвищення ефективності використання автомобілів-рефрижераторів шляхом встановлення та практичного використання закономірностей впливу умов експлуатації на температурний режим вантажного відсіку автомобіля.

**Виклад основного матеріалу.** Автомобілі-рефрижератори, що використовуються для перевезення морозива та заморожених продуктів [8], можна розділити на два типи: автомобілі-рефрижератори з холодильними установками евтектичного типу та автомобілі-рефрижератори з холодильними установками компресорного типу. Експлуатаційні випробування проводились на автомобілях IVECO 59-12 і АФ-37170А. Вони мають рівні об'єми ВВ, а також по троє дверей з кожного боку фургона розмірами 90 × 60 см. Порівняльна характеристика автомобілів наведена в табл. 1.

**Таблиця 1.** Порівняльна характеристика автомобілів-рефрижераторів IVECO 59-12 та АФ-37170А  
**Table 1.** Comparative characteristics of IVECO 59-12 and AF-37170A refrigerated trucks

Показник	АФ-37170А	IVECO 59-12
Тип холодильної установки	компресорна	евтектична
Холодопродуктивність холодильної установки, Вт за зовнішньої температури +30 °С	2300 за 0 °С 1350 при -20 °С	4000
Внутрішній об'єм ВВ, м <sup>3</sup>	11,18	10,6
Зовнішня площа ВВ, м <sup>2</sup>	35,0	35,3
Площа бічних стін, м <sup>2</sup>	22,0	18,5
Кількість бічних дверей фургона, шт.	3	3
Площа дверного отвору, м <sup>2</sup>	0,54	0,54
Зовнішній об'єм ВВ, м <sup>3</sup>	13,8	13,7
Вантажність, кг	1200	2200
Тип двигуна	бензиновий	дизельний
Вартість, тис. грн	860	1250

Автомобіль IVECO 59-12 оснащений холодильною установкою евтектичного типу «Carrier Vatna-200» і забезпечує температурний режим від -18 °С до -35 °С при трьох, чотирьох відкриваннях дверей за годину за температури навколишнього повітря +30°С. Автомобіль АФ-37170А оснащений холодильною установкою компресорного типу «Тегмо King V-200 max» і забезпечує температурний режим -18..-20° С при двох, трьох відкриваннях дверей на годину за температури навколишнього повітря + 30 °С. У табл. 2 наведено характеристики деяких холодильних установок.

Випробування проводилися у міських умовах на розв'язних маршрутах під час пере-

знення морозива у торговельній мережі м. Львова при температурі навколишнього повітря від 0 °С до плюс 30 °С та атмосферному тиску 740...775 мм. рт. ст., при повному завантаженні автомобілів. Оподи були відсутні. Під час проведення експерименту замірялися: температура навколишнього повітря  $t_{нов}$  на початку і в кінці зміни, час розвантаження  $\tau_p$ , час руху з вантажем  $\tau_{рхв}$ , пробіг автомобіля, а також температура вантажного відсіку  $t_{ВВ}$  перед кожним відкриттям вантажного відсіку для розвантаження і через хвилину після завершення розвантаження. Температура повітря у вантажному відсіку  $t_{ВВ}$  вимірювалася у середній його частині на відстані 10 см від стелі фургона.

Температура повітря вимірювалася цифровим багатофункціональним термометром визначення та контролю температури HYELEC MS6501. Межі допустимої похибки становлять 0,5 °С в діапазоні вимірювання: -50 °С до +750 °С. Усі результати випробувань занесли до протоколу випробувань. Час фіксувався електронним хронометром.

Результати експериментальних досліджень стосовно впливу температури навколишнього повітря та сумарного часу розвантаження на температурний режим вантажного відсіку автомобілів різних марок представлені в таблиці 3.

**Таблиця 2.** Характеристика деяких холодильних установок  
**Table 2.** Characteristics of some refrigeration units

Параметри холодильної установки	Termoking V-200max	Carrier Vatna-200	Termoking V-250	Termoking V-400-10/20 max
Об'єм вантажного відсіку (ВВ) автомобіля рефрижератора, м <sup>3</sup> при К=0,4 Вт/м <sup>2</sup> °С	9-11	9-12	9-11	12-16
Холодопродуктивність, Вт	2300	4000	2750	4000
Характеристика ХОУ за температури навк. серед. +25 °С при 2-3х відчиненнях дверей на годину	-18...-20	-30...-35	-18...-20	-18...-22
Вартість холодильної установки у доларах США	4520	9120	4920	6520

**Таблиця 3.** Температурний режим вантажного відсіку автомобілів для перевезення вантажів, які швидко псуються

**Table 3.** Temperature regime of the cargo compartment of trucks for transportation of perishable goods

Температура повітря, °С	Температура повітря у вантажному відсіку, °С, досліджуваних автомобілів-рефрижераторів					
	сумарний час розвантаження $\tau_p = 7$ хвилин		сумарний час розвантаження $\tau_p = 105$ хвилин		сумарний час розвантаження $\tau_p = 196$ хвилин	
	IVECO 59-12	АФ-37170А	IVECO 59-12	АФ-37170А	IVECO 5912	АФ-37170А
0-5	-25	-18	-22	-14	-18	-10
5-10	-24	-17	-20	-12	-17	-8
10-15	-24	-16	-19	-10	-15	-6
15-20	-23	-16	-18	-10	-14	-4
20-25	-23	-14	-17	-9	-12	-3
25-30	-22	-12	-15	-8	-10	+3
30-35	-21	-10	-14	-7	-8	+5

Графічне зображення результатів експериментальних досліджень стосовно впливу температури навколишнього повітря та сумарного часу розвантаження на температурний режим вантажного відсіку автомобілів-рефрижераторів різних марок та моделей представлені на рис. 1.

Аналіз результатів дослідження підтверджує гіпотезу про лінійний характер впливу температури навколишнього повітря на температуру повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора.

Аналітичний вид залежності  $t_{BB} = f(t_{нов})$  для автомобіля АФ-37170А з холодильною установкою компресорного типу під час перевезення партії морозива:

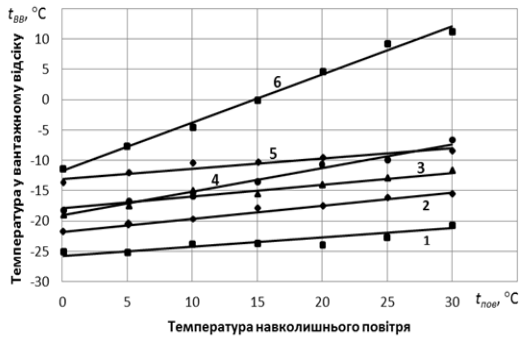
$$t_{BB} = -23,25 + 0,32(t_{нов} - (-18)). \quad (5)$$

Аналітичний вид залежності  $t_{BB} = f(t_{нов})$  для автомобілів IVECO 59-12 з холодильною установкою евтектичного типу набуде вигляду:

$$t_{BB} = -25,82 + 0,21(t_{нов} - (-25)). \quad (6)$$

Залежність температури повітря у вантажному відсіку від часу розвантаження при різних температурах навколишнього повітря для автомобіля-рефрижератора IVECO 59-12 із бічними дверима представлена на рис. 2.

Як видно з графіків зі збільшенням кількості зупинок для розвантаження, отже, і сумарного часу розвантаження, температурний режим вантажного відсіку підвищується. Особливо інтенсивно це підвищення відбувається за високих температур навколишнього повітря. Так, наприклад, при температурі навколишнього повітря +30 °С зі збільшенням часу розвантаження від 7 хвилин до 196 хвилин температурний режим підвищиться на 12 °С, а при температурі навколишнього повітря 0 °С – всього на 7 °С.

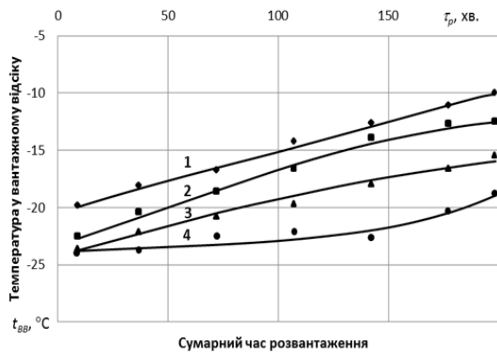


**Рис. 1.** Вплив температури навколишнього повітря на температуру повітря у вантажному відсіку автомобіля-рефрижератора:

1 – IVECO 59-12 ( $\tau_p = 7$  хв); 2 – IVECO 59-12 ( $\tau_p = 105$  хв); 3 – АФ-37170А із боковими дверима ( $\tau_p = 7$  хв);

4 – АФ-37170А із задніми дверима ( $\tau_p = 7$  хв); 5 – АФ-37170А із боковими дверима ( $\tau_p = 105$  хв); 6 – АФ-37170А із задніми дверима ( $\tau_p = 105$  хв)

**Fig. 1.** Influence of the ambient air temperature on the air temperature in the cargo compartment of the refrigerated truck: 1 – IVECO 59-12 ( $\tau_r = 7$  min); 2 – IVECO 59-12 ( $\tau_r = 105$  min); 3 – AF-37170A with side doors ( $\tau_r = 7$  min); 4 – AF-37170A with a rear door ( $\tau_r = 7$  min); 5 – AF-37170A with side doors ( $\tau_r = 105$  min); 6 – AF-37170A with rear door ( $\tau_r = 105$  min)



**Рис. 2.** Вплив часу розвантаження на температуру повітря у ВВ автомобіля IVECO 59-12:

1 –  $t_{нов} = 30$  °С; 2 –  $t_{нов} = 20$  °С; 3 –  $t_{нов} = 10$  °С; 4 –  $t_{нов} = 0$  °С

**Fig. 2.** Influence of the unloading time on the air temperature in the IVECO 59-12 car's internal combustion engine:

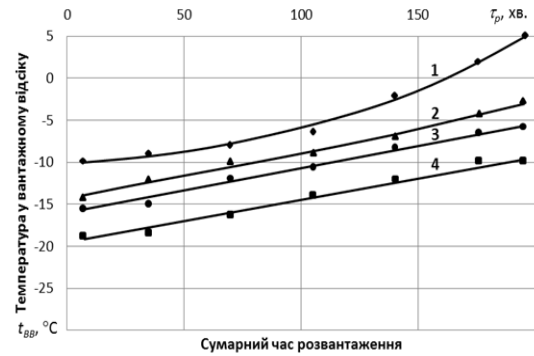
1 –  $t_{пов} = 30$  °С; 2 –  $t_{пов} = 20$  °С; 3 –  $t_{пов} = 10$  °С; 4 –  $t_{пов} = 0$  °С

Залежність температури повітря у ВВ від часу розвантаження за різних температур навколишнього повітря для автомобіля-рефрижератора АФ-37170А з бічними дверима представлена на рис. 3.

$$t_{BB}^{IVECO} = -30,05 + 0,15(t_{нов} + 25) + 1,48\tau_p - 5,63\tau_{pxe}\tau_p + 0,04(t_{нов} + 25)\tau_p + 1,48(t_{нов} + 25)\tau_{pxe}; \quad (7)$$

$$t_{BB}^{AF} = -18,84 + 8,92(t_{нов} + 18) + 3,15\tau_p - 3,07\tau_{pxe}\tau_p + 7,09(t_{нов} + 18)\tau_p + 0,12(t_{нов} + 18)\tau_{pxe}. \quad (8)$$

Значення статистичних характеристик багатofакторних математичних моделей представлені в табл. 4.



**Рис. 3.** Вплив часу розвантаження на температуру повітря у ВВ автомобіля АФ-37170А із бічними дверима:

1 –  $t_{нов} = 30$  °С; 2 –  $t_{нов} = 20$  °С; 3 –  $t_{нов} = 10$  °С; 4 –  $t_{нов} = 0$  °С

**Fig. 3.** Influence of the unloading time on the air temperature in the interior of the AF-37170A car with side doors:

1 –  $t_{пов} = 30$  °С; 2 –  $t_{пов} = 20$  °С; 3 –  $t_{пов} = 10$  °С; 4 –  $t_{пов} = 0$  °С

Із графіків бачимо, що для будь-якого поєднання факторів температури навколишнього повітря і часу розвантаження на розвізному маршруті доставки ВП можна визначити відповідне значення температури повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора. Необхідно зазначити, що температура повітря у ВВ досягне критичної температури (для морозива мінус 14 °С [5; 14]) у автомобіля-рефрижератора АФ-37170А вже за час розвантаження 35 хв, а у автомобіля-рефрижератора IVECO 59-12 за час розвантаження 185 хв в умовах того самого розвізного маршруту при температурі навколишнього повітря +15 °С.

Аналіз результатів дослідження показав, що за умови підвищення температури повітря і сумарного часу розвантаження підвищується температура повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора. Встановлено, що найменший вплив високих температур навколишнього повітря та час розвантаження на температурний режим вантажного відсіку характерні для автомобілів IVECO 59-12 з холодильною установкою евтектичного типу.

Аналітичний вигляд багатofакторних моделей для автомобілів IVECO 59-12 з холодильною установкою евтектичного типу, для автомобіля АФ-37170А з холодильною установкою компресорного типу:

**Таблиця 4.** Статистичні характеристики математичних моделей впливу температури навколишнього повітря і часу розвантаження на температуру повітря у вантажному відсіку

**Table 4.** Statistical characteristics of mathematical models of ambient air temperature and unloading time influence on the air temperature in the cargo compartment

Назва характеристики	Чисельні значення для автомобілів-рефрижераторів	
	IVECO 59-12	АФ-37170А
Коефіцієнт множинної кореляції $R$	0,99	0,98
Коефіцієнт множинної детермінації $D$	0,98	0,96
t-статистика коефіцієнта кореляції	52,15	32,2
Рівень значимості коефіцієнта кореляції	0,93	0,99
Середня похибка апроксимації $S$ , %	2,25	8,52
Середнє квадратичне відхилення $S_y$	4,32	5,29
Дисперсійне відношення Фішера $F$	62,47	23,73
Критерій Фішера $F_{0,99}$	2,11	2,11
Рівень адекватності $P(F)$	0,99	0,99

Дисперсійне відношення Фішера більше за табличне значення з ймовірністю 0,99, що свідчить про адекватність математичних моделей експериментальним даним і підтверджує висунуту раніше гіпотезу. Чисельні значення коефіцієнта детермінації вказують на повноту врахування факторів у моделі. Значимість параметра чутливості до зміни температури навколишнього повітря і сумарного часу розвантаження перевірені за критерієм Стюдента. Розрахункові значення t-статистики більші табличних з ймовірністю 0,95.

Аналіз результатів досліджень показав, що найменший вплив високих температур навколишнього повітря та часу розвантаження на температурний режим вантажного відсіку, з числа досліджених, характерний для автомобілів IVECO 59-12 з холодильною установкою з евтектичних пластин. Такі автомобілі найбільше пристосовані до високотемпературних умов перевезення вантажів, що швидко псуються, на розвізних маршрутах із частими зупинками. Найбільший вплив високі температури навколишнього повітря та час розвантаження на температурний режим вантажного відсіку відповідає автомобілю АФ-37170А із задніми дверима у фургоні з холодильною установкою «Thermo king V-190». Тому для перевезення вантажів, що швидко псуються, на розвізних маршрутах із частими зупинками для вивантаження вантажу при високих температурах навколишнього повітря доцільніше застосовувати автомобілі IVECO. Це дозволить забезпечити збереження вантажу та підвищити ефективність використання рухомого складу.

**Висновки.** Виконане науково-практичне завдання, спрямоване на підвищення ефективності експлуатації автомобілів-рефрижераторів на розвізних маршрутах перевезення швидкопсувального вантажу в літній період на основі встановлення та практичного використання законо-

мірностей зміни температури повітря у вантажному відсіку за різних умов експлуатації.

Встановлено закономірності зміни температури повітря у вантажному відсіку від температури навколишнього повітря, часу розвантаження, часу руху. Зазначені закономірності описуються математичними моделями лінійного типу. Проведені дослідження підтверджують, що за умови підвищення температури повітря і сумарного часу розвантаження підвищується температура повітря у ВВ автомобіля-рефрижератора. Зокрема, при температурі навколишнього повітря +30 °С зі збільшенням часу розвантаження від 7 хв до 196 хв температурний режим у ВВ підвищиться на 12 °С, а при температурі навколишнього повітря 0 °С – всього на 7 °С. Температура повітря у ВВ досягне критичної температури для морозива (мінус 14 °С) у автомобіля-рефрижератора АФ-37170А вже за час розвантаження 35 хв, а у автомобіля-рефрижератора IVECO 59-12 за час розвантаження 185 хв в умовах того самого розвізного маршруту при температурі навколишнього повітря +15 °С.

Аналіз результатів дослідження показує, що найменший вплив високих температур навколишнього повітря та часу розвантаження на температурний режим вантажного відсіку характерний для автомобілів IVECO 59-12 з холодильною установкою евтектичного типу. Ці автомобілі є найбільш пристосованими до високотемпературних умов перевезення вантажів, що швидко псуються, на розвізних маршрутах з частими зупинками.

Найбільший вплив високі температури навколишнього повітря та час розвантаження на температурний режим вантажного відсіку відповідає автомобілю АФ-37170А із задніми дверима у фургоні з холодильною установкою «Thermo king V-200». Тому для перевезення вантажів, що швидко псуються, на розвізних

маршрутах з частими зупинками для вивантаження вантажу при високих температурах навколишнього повітря доцільніше застосовувати автомобілі IVECO 59-12 або виконувати часткове завантаження автомобіля-рефрижератора. Це дозволить забезпечити збереження вантажу та підвищити ефективність використання рухомого складу.

#### Бібліографічний список

1. Бондарев С. І. Управління якістю автомобільних перевезень. Київ: ФОП Ямчинський О. В., 2019. 233 с.
2. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2010. 408 с.
3. Григорак М. Ю., Карпунь О. В. Логістичне обслуговування. Київ: НАУ-друк, 2010. 152 с.
4. Докуніхін В. З., Михайлович Я. М. Перевезення швидкопсувних вантажів в АПК. Київ: Нац. наук. центр «Ін-т аграр. Економіки», 2014. 354 с.
5. ДСТУ 4733:2007 Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.01.2008]. Вид. офіц. Київ, 2008. 14 с.
6. Дьомін О. А., Загурський О.М. Вантажні перевезення. Київ: ФОП Ямчинський О. В., 2020. 608 с.
7. Калініченко О. П. Рішення задач оперативного планування вантажних перевезень на автомобільному транспорті. Харків: ХНАДУ, 2015. 139 с.
8. Краснокутський В. М., Самородов В. Б., Селевич С.Г. Спеціалізований рухомий склад на автомобільному транспорті. Харків: Друкарня Мадрид, 2020. 240 с.
9. Кунда Н. Т., Олещук Н. В. Оптимізація схеми доставки дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом. *Вісник Національного транспортного університету*. 2018. № 1. С. 178–187.
10. Маяк М. М., Антонюк М. Я. Логістичний підхід до організації перевезень швидкопсувних вантажів. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції (25-27 жовтня 2021 року)*. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 148–151.
11. Москвітін Т. Логістичні рішення на ринку швидкопсувних товарів. *Товари і ринки*. 2012. №1. С. 15-23.
12. Поляков А. П., Галушак О. О., Галушак Д. О. Методика вибору рухомого складу, маршруту і графіка перевезення вантажів. *Наук. Праці ВНТУ*, 2011. Вип. 3. С. 112–118.
13. Процик О. П. Вибір спеціалізованого рухомого складу при заданих умовах експлуатації. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2010. №79. С. 70–73.
14. Сопочко О. Ю. Аналіз нормативно-правових актів, що визначають роботу зі швидкопсувними вантажами на різних видах транспорту. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. №29 (2). С. 100–105.
15. Сумець О. М., Войтов В. А. Логістичні системи і ланцюги постачань. Харків: КП «Міська друкарня», 2013. 194 с.
16. Ширяєва С. В., Ануфрієва Т. Г. Аналіз процесу перевезень швидкопсувних вантажів різними видами транспорту. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2010. Технічна серія 7. С. 324–327.
17. Kulig Ł., Tereszkievicz K., Kagan W. An assessment of the efficiency of selected refrigeration units of vehicles for food transport depending on the operating conditions. *Transport Problems*. T. 16. 2021. P. 71–82.
18. Ben Taher M.A., Kousksou T., Zeraouli Y., Ahachad M. Thermal performance investigation of door opening and closing processes in a refrigerated truck equipped with different phase change materials. *Journal of Energy Storage*. Vol. 42. 2021. 103097.
19. Kayansayan N., Alptekin E., Ezan M. A. Thermal analysis of airflow inside a refrigerated container. *International Journal of Refrigeration*. Vol. 84. 2017. P. 76–91.

Стаття надійшла 19.05.2024