

**ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТУ**

На правах рукопису

Іщенко Вадим Миколайович

УДК 629.463.125

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ
РЕФРИЖЕРАТОРНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Брайковська Надія Сергіївна
кандидат технічних наук, доцент

Київ – 2009

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕФРИЖЕРАТОРНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЯК ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Огляд наукової літератури з питань забезпечення працездатності рефрижераторного рухомого складу	Error! Bookmark not defined.
1.2 Оцінка стану перевезень швидкопсувних вантажів рефрижераторним рухомим складом залізниць	Error! Bookmark not defined.
1.3 Досвід використання технологій альтернативних холодоагентів в рефрижераторному рухомому складі	Error! Bookmark not defined.
1.4 Аналіз використання засобів технічної діагностики в умовах діючої системи ремонту та обслуговування рефрижераторного рухомого складу	Error! Bookmark not defined.
1.5 Мета і завдання дослідження	Error! Bookmark not defined.
1.6 Висновки за 1-м розділом	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ СТОСОВНО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕФРИЖЕРАТОРНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	Error! Bookmark not defined.
2.1 Етапність проведення досліджень стосовно підвищення ефективності функціонування рефрижераторного рухомого складу.	Error! Bookmark not defined.
2.2 Аналіз конструктивних особливостей холодильного обладнання рефрижераторного рухомого складу	Error! Bookmark not defined.

2.3 Аналіз термодинамічної та фазової поведінки альтернативних холодоагентів **Error! Bookmark not defined.**

2.4 Дослідження характеристик холодильних машин з урахуванням властивостей альтернативних холодоагентів. **Error! Bookmark not defined.**

2.5 Моделювання характеристик холодильної машини, що працює на альтернативної сумішній композиції холодоагентів **Error! Bookmark not defined.**

2.6 Класифікація несправностей і оцінка їх впливу на робочий процес холодильної машини **Error! Bookmark not defined.**

2.7 Удосконалення процедури діагностування холодильного обладнання, що працює на альтернативної сумішній композиції холодоагентів **Error! Bookmark not defined.**

2.8 Висновки за 2-м розділом **Error! Bookmark not defined.**

РОЗДІЛ 3 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ "НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ – РЕФРИЖЕРАТОРНИЙ ВАГОН – ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ РЕФРИЖЕРАТОРНОГО ВАГОНУ – ВАНТАЖ" **Error! Bookmark not defined.**

3.1 Види енергетичних систем рефрижераторних вагонів і критерії оцінки їх ефективності **Error! Bookmark not defined.**

3.2 Оцінка зміни теплоізоляційних характеристик кузова вагону в процесі експлуатації **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Дослідження перехідних процесів у навантаженому і порожньому рефрижераторному вагоні..... **Error! Bookmark not defined.**

3.4 Розробка енергетичної моделі системи "навколишнє середовище – рефрижераторний вагон – холодильне обладнання рефрижераторного вагону – вантаж" **Error! Bookmark not defined.**

3.6 Висновки за 3-м розділом.....	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АДЕКВАТНОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	Error! Bookmark not defined.
4.1 Розробка методики діагностики холодильного обладнання рефрижераторних вагонів, що працює на альтернативному холодоагенті	Error! Bookmark not defined.
4.2 Експериментальна перевірка надійності засобів технічної діагностики	Error! Bookmark not defined.
4.3 Висновки за 4-м розділом.....	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКОЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ І ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ	Error! Bookmark not defined.
5.1 Основні види ефективності результатів дисертаційної роботи	Error! Bookmark not defined.
5.2 Висновки за 5-м розділом.....	Error! Bookmark not defined.
ВИСНОВКИ	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК А	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Б	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК В	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Г.....	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Д.....	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Е.....	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Е.....	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Ж	Error! Bookmark not defined.
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	1

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

РРС	Рефрижераторний рухомий склад
ШПВ	Швидкопсувний вантаж
РС	Рефрижераторна секція
РВ	Рефрижераторний вагон
АРВ	Автономний рефрижераторний вагон
БМЗ	Брянський машинобудівний завод
ДП УДЦЗРП	Державне підприємство Український державний центр залізничних рефрижераторних перевезень
R12	Холодоагент хладон 12
ДЕТУТ	Державний економіко-технологічний університет транспорту
НДР	Науково дослідна робота
ЗТД	Засоби технічної діагностики
ОРР	Озоноруйнуюча речовина
ТО	Технічне обслуговування

ВСТУП

Актуальність теми. Найважливішою задачею діяльності залізничного транспорту є масове перевезення вантажів і пасажирів. Складовою частиною залізничного транспорту є рефрижераторний рухомий склад (РРС), який забезпечує основну частку перевезень швидкопсувних вантажів (ШПВ).

В сучасних умовах змінюються напрямки та об'єми перевезень ШПВ, посилюються жорсткі екологічні вимоги до робочих речовин холодильного обладнання, зростає конкуренція з боку інших видів транспорту. Всі ці обставини та стан існуючого РРС потребує необхідності вирішення економічних, технічних, технологічних, екологічних і управлінських задач щодо його оновлення, утримання, ремонту і ефективного використання та функціонування при перевезеннях ШПВ.

Відповідно до рішень Монреальського протоколу та інших міжнародних домовленостей щодо речовин, які руйнують озоновий шар, холодильний агент хладон-12 (R12), який застосовувався в холодильному обладнанні РРС протягом багатьох років, визнаний озоноруйнуючою речовиною і його виробництво і використання в теперішній час заборонено.

У ситуації, що склалась, актуальним є не тільки розв'язання наукового завдання щодо забезпечення працездатності, але й підвищення ефективності функціонування рефрижераторних вагонів (РВ) при їх експлуатації на альтернативному R12 холодоагенті в умовах діючої системи ремонту та обслуговування РРС.

Це викликає необхідність проведення досліджень характеристик холодильного обладнання, технологічних тривалостей охолодження вантажів в РВ, енергетичних показників РРС з урахуванням технічного стану холодильних машин та теплотехнічних показників огороження кузова РВ, удосконалення процедури діагностування та регулювання холодильного обладнання, що працює на альтернативному холодоагенті. Але поки що ці питання досліджені недостатньо, без урахування зміни в процесі експлуатації теплотехнічних

якостей огородження кузова РВ, а також зношування елементів компресора холодильних машин РРС, що призводить до зниження холодопродуктивності холодильної машини та енергетичних показників РВ в цілому.

Таким чином, дослідження характеристик холодильного обладнання, технологічної тривалості охолодження вантажу в РВ та показників енергоспоживання РРС, що працює на альтернативному холодоагенті, є актуальними, першорядними та сприяють вирішенню завдань, які стоять перед залізничним транспортом.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі вагонів Державного економіко-технологічного університету транспорту в період 2005-2009 рр. відповідно до “Програми припинення в Україні виробництва та використання озоноруйнуючих речовин” (Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 1996 року №1274), Державної програми реформування залізничного транспорту на 2008-2015 рр., концепція якої схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 року №651-р, планів науково-дослідних робіт Державного економіко-технологічного університету транспорту, що виконуються згідно державних та галузевих програм: НДР “Розробка методики проведення діагностики холодильного обладнання рухомого складу залізниць України, що працює на альтернативному холодоагенті” (ДР№ 0107U 000736, 2006 р), “Розробка пропозицій удосконалення критих з утепленим кузовом вагонів з метою покращення їх теплотехнічних якостей” (ДР№ 0109U 006605, 2009 р).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування РРС залізниць при використанні альтернативного холодоагенту і засобів технічної діагностики.

Дисертаційна робота містить постановку та вирішення наступних задач:

– оцінити стан перевезень ШПВ рефрижераторним рухомим складом залізниць та досвід використання технологій альтернативних холодоагентів в РРС;

- виконати аналіз використання засобів технічної діагностики в умовах діючої системи ремонту та обслуговування РРС;
- виконати дослідження характеристик холодильних машин РРС з урахуванням властивостей альтернативних холодоагентів;
- розробити математичну модель для побудови холодопродуктивності компресора холодильних машин РВ з урахуванням властивостей альтернативної сумішної композиції холодоагентів;
- отримати аналітичні залежності холодопродуктивності компресора холодильних машин, що працюють на альтернативній сумішній композиції холодоагентів, від тиску кипіння та конденсації;
- обґрунтувати вибір процедури діагностування, яка забезпечує контроль характеристик холодильної машини та визначає її технічний стан з урахуванням властивостей альтернативного холодоагенту;
- оцінити зміни теплоізоляційних характеристик кузова РВ в процесі експлуатації;
- розробити математичну модель взаємодії елементів в системі «навколишнє середовище – рефрижераторний вагон – холодильне обладнання рефрижераторного вагона - вантаж»;
- отримати аналітичні залежності технологічної тривалості процесів охолодження вантажів від властивостей альтернативної сумішної композиції холодоагентів та умов транспортування;
- удосконалити метод проведення моніторингу технологічної тривалості охолодження та енергоспоживання РВ при перевезенні ШПВ;
- розробити рекомендації щодо оцінки термодинамічної ефективності холодильних машин та енергетичної ефективності РВ при застосуванні альтернативних холодоагентів.

Об'єкт дослідження – процес функціонування РРС при використанні альтернативного холодоагенту і засобів технічної діагностики.

Предмет дослідження – розрахунки і моделювання характеристик РРС та його холодильного обладнання при експлуатації на альтернативному холодоагенті.

Методи дослідження. Для виконання поставлених у дисертації задач теоретичні дослідження холодопродуктивності компресора холодильної машини при використанні альтернативного холодоагенту базувалися на математичному моделюванні і експериментальних перевірках коректності основних результатів на натурних об'єктах. Дослідження технологічної тривалості охолодження вантажів та енергоспоживання РРС виконувались з застосуванням математичного моделювання теплових процесів в системі охолодження РВ, яке базувалося на двох фундаментальних рівняннях теплопередачі та теплового балансу.

Дослідження, які пов'язані з забезпеченням технічних показників холодильними машинами РВ, що працюють на альтернативному холодоагенті, виконувались експериментальним методом.

Отримані у роботі наукові результати, висновки і рекомендації є обґрунтованими і достовірними. Підставою для цього є коректна постановка завдання, використання сучасних апробованих методів математичної статистики та теорії імовірності, математичного моделювання, регресійного аналізу та експериментальних досліджень на натурних зразках РВ. Достовірність отриманих результатів обґрунтована задовільною збіжністю теоретичних та експериментальних досліджень, позитивними результатами їхньої перевірки в умовах експлуатації на залізничному транспорті України.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в вирішенні науково-прикладного завдання підвищення ефективності функціонування РРС з урахуванням його експлуатації на альтернативній сумішній композиції холодоагентів та використання засобів технічної діагностики.

Вперше:

– розроблено та теоретично обґрунтовано математичну модель для побудови холодопродуктивності компресора, яка визначає основну зовнішню

характеристику холодильної установки РВ, що працює на альтернативній сумішній композиції холодоагентів. На відміну від існуючої моделі для моноречовини хладон 12 (R12) розроблена математична модель враховує особливості альтернативних сумішних композицій холодоагентів та визначається значеннями тиску кипіння та конденсації замість значень відповідних температур;

– отримані аналітичні залежності холодопродуктивності компресора холодильних машин РРС від тисків кипіння та конденсації, які працюють на альтернативній сумішній композиції холодоагентів. Ці залежності використовуються при удосконаленні процедури діагностування та регулювання холодильного обладнання;

– розроблено математичну модель взаємодії елементів в системі «навколишнє середовище-рефрижераторний вагон-холодильне обладнання рефрижераторного вагону-вантаж», яка на відміну від існуючих, забезпечує уточнення технологічної тривалості охолодження ШПВ та визначення енергоспоживання РВ в залежності від умов транспортування.

Удосконалені і набули подальшого розвитку:

– процедури діагностування та регулювання холодильного обладнання, які на відміну від існуючих, враховують реальний технічний стан холодильної машини, властивості альтернативної сумішної композиції холодоагентів і дозволяють забезпечити раціональні значення холодопродуктивності установки РВ;

– метод моніторингу технологічної тривалості охолодження вантажу та енергоспоживання рефрижераторного вагону, який дозволяє виявити резерви економії паливно-мастильних матеріалів при перевезенні ШПВ в РРС.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

– побудовані залежності холодопродуктивності компресора холодильної машини типу ВР18х2-1-2 рефрижераторної секції РС-4 при застосуванні альтернативної сумішної композиції холодоагентів С10М1 використовуються

при виконанні технічного діагностування і регулювання холодильного обладнання в умовах вагоноремонтного підприємства;

– отримані технологічні тривалості процесу охолодження ШПВ в РВ в залежності від умов транспортування, які забезпечують моніторинг енергоспоживання та визначення витрат дизельного пального рефрижераторними секціями, що сприяє економії паливно-мастильних матеріалів при перевезенні вантажів;

– удосконалено процедури діагностування і регулювання холодильного обладнання РРС, що забезпечили здійснення ремонту холодильного обладнання РВ за фактичним станом та зменшило кількість і об'єм поточного та планового видів ремонту та витрати на запасні частини.

Результати проведених досліджень і матеріали дисертаційної роботи впроваджені на експлуатаційних та ремонтній дільницях Державного підприємства Український державний центр залізничних рефрижераторних перевезень «Укррефтранс» при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті РВ, що в теперішній час експлуатуються на альтернативній сумішній композиції холодоагентів, а також у навчальному процесі підготовки студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями «Спеціаліст» і «Магістр» у Державному економіко-технологічному університеті транспорту.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатках до дисертації.

Особистий внесок здобувача. Мета роботи сформульована разом з науковим керівником. Автор самостійно сформулював завдання досліджень, наукові положення, провів теоретичні та експериментальні дослідження. Основні положення та результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача такий:

[1] - виконана оцінка термодинамічних параметрів холодоагентів, які визначають раціональний вибір альтернативної заміни для забезпечення робочих характеристик холодильної машини;

[3] - збір даних за результатами випробувань компресорів холодильних машин, перевірка адекватності запропонованої моделі тестів;

[4] - уточнені показники комплексної оцінки ефективності холодильної установки і вантажного приміщення РВ і визначені формули для їх розрахунку.

Стаття [2] написана без співавторів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертації доповідалися, обговорювалися і отримали схвалення на:

– III міжнародній науково-практичній конференції «Проблемы и перспективы развития вагоностроения» (Російська Федерація, Брянськ, 2006р.);

– 69 науково-технічній конференції з міжнародною участю «Рухомий склад та безпека руху на транспорті» (Харків, 2007р.);

– IV науково-технічній конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки і технології» (Одеса, 2007р.);

– III міжнародній науково-технічній конференції «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Російська Федерація, Санкт-Петербург, 2007р.);

– IV міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології» (Київ, 2008р.).

Дисертаційна робота в повному обсязі доповідалась та була схвалена на:

– міжкафедральному семінарі за участі кафедр Державного економіко-технологічного університету транспорту: «Вагони», «Тяговий рухомий склад», «Управління процесами перевезень», «Загальне машинознавство», «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології транспорту», «Екологія та безпека життєдіяльності», а також Державного науково-дослідного центру залізничного транспорту України, Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», Головного управління вагонного господарства Укрзалізниці (Відділу нової техніки та випробувань

вантажних вагонів і контейнерів головного управління вагонного господарства Укрзалізниці, Державного підприємства Українського державного центру залізничних рефрижераторних перевезень «Укррефтранс»)(Київ, 2009р.);

– науковому семінарі кафедри «Вагони» Української державної академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої вченої ради Д64.820.04 (Харків, 2009р.).

Публікації. Основні положення та результати дисертації викладено в чотирьох статтях у виданнях, які входять до переліку ВАК України, з яких одна опублікована без співавторів. Інші результати – у тезах доповідей міжнародних конференцій (5).

Структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та 7 додатків.

Повний обсяг роботи складає 154 сторінки. Робота ілюстрована 32 рисунками, наведено 18 таблиць. Список використаних джерел складає 90 найменувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про транспорт» // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – №51. – с.446.
2. Закон України «Про залізничний транспорт» // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – №40. – с.186.
3. Концепція та програма реконструкції на залізничному транспорті України. – К.: НАБЛА, 1998. – 145с.
4. Богомолова Н.І. Стан і протиріччя розвитку залізничних холодотранспортних перевезень // Проблеми інформації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 7. – К.: НАУ, 2003. – с.75-78.
5. Мироненко В.К. Теоретические основы совершенствования условий перевозок скоропортящихся грузов. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени доктора тех. наук. СПб., ПИИТ, 1992.
6. Клюка В.П. Совершенствование системы ремонта рефрижераторных пятивагонных секций с учетом их надежности и факторов эксплуатации: Дис. канд. тех. наук / 1981.
7. Пирожинский В.Н. Совершенствование системы ремонта и технического обслуживания рефрижераторных секций немецкой постройки в условиях депо. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени доктора тех. наук. М., ВНММЖТ, 1997.
8. Соколов М.М. Диагностирование вагонов. – М.: Транспорт, 1990. – 197с.
9. Борзилов І.Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики (Частина 1); Навчальний посібник. – Харків, Укр ДАЗТ, 2003.– 91с.
10. Борзилов І.Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики (Частина 2); Навчальний посібник. – Харків, Укр ДАЗТ, 2003.– 83с.

11. Науменко С.Н. Повышение эффективности энерго-холодильного оборудования рефрижераторного подвижного состава железных дорог и его экологической безопасности: Дис. канд. тех. наук / ВНИИЖТ – М.1999, 154с.
12. Панферов В.И. Науменко С.М. Коковихин О.В., Дуганов О.Г. Результаты испытаний холодильных машин рефрижераторных вагонов при работе на альтернативном R12 хладагенте. – Межвузовский сб. научн. тр., ДИИТ, 1997, вып. 219, с. 41 – 44.
13. Панферов В.И., Науменко С.Н., Исследование параметров и выбор озоносберегающего хладагента для энергохолодильного оборудования подвижного состава. Сб. научных трудов РГОТУПС по материалам 5 межвузовской н-т конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития ж.д. тр-та, 4.1, 2000, с. 78 – 79.
14. Панферов В.И., Науменко С.Н. Способ применения смеси хладагентов. Патент на изобретение 3 2137056, ФИПС Роспатент, М., приоритет от 28.10.1997.
15. Панферов В.И., Науменко С.Н., Жариков В.А. Рабочий агент для холодильной установки. Патент на изобретение № 2137055, ФИПС Роспатент, М., приоритет от 31.10.1997.
16. Комплексные испытания рефрижераторного подвижного состава с энергосберегающим хладагентом (ЭХ): Отчет о НИР/ВНИИЖТ, Рук. С.Н.Науменко, М., 2002, тема № 23.1.22, 50 с.
17. Перспективы использования энерго-и ресурсосберегающих модификаторов на железнодорожном транспорте /Науменко С.Н., Постников И.В., Мартынов Л.К. и др.// Весник ВНИИЖТ. 2005. № 1. С. 23...26.
18. Разработка и исследование альтернативного хладагента группы C10M для применения взамен хладона 12 в действующем холодильном оборудовании: Отчет о НИР/РНЦ ПХ, Рук. В.С. Зотиков, СПб., 1997, 60 с.

19. Перспективы развития парка рефрижераторных вагонов контейнеров. В.М. Анисимов, Н.П. Екимовский, Н.С. Теймуразови др.// Весник ВНИИЖТ. 2001. №1. с44 – 48.
20. Концепція реформування транспортного сектора України / Ю.М Цветов, Л.М. Соколов, Ю.М. Федюшин та ін. – К.: ІКТП – Центр, 1999. – 67с.
21. Андропов Л.П. Грузоведение и стивидорные операции. – М.: Транспорт, 1975. – 376с.
22. Белоусов Л.Н., Корхов Л.Г. Технология морских перевозок грузов. – М.: Транспорт, 1972. – 320с.
23. Демьянков Н.В., Маталасов С.Ф. Хладотранспорт. – М.: Транспорт, 1976. – 248с.
24. Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / под ред. Н.С. Коларев. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1994. – 559с.
25. Котеменець В.І. та ін. Організація перевезень вантажів. – Житомир: Полісся, 1993. –162с.
26. Леонтьев А.П., Тертеров М.Н. Подготовка и перевозка скоропортящихся грузов. – М.: Транспорт, 1991. – 175с.
27. Экономический справочник железнодорожника. – М.: Транспорт, 1978. Т.2. – 415с.
28. Экономическая эффективность использования рефрижераторного подвижного состава / Сб. статей под ред. Проф. С.К. Данилова. – М.: МИИТ, 1971. – 121с.
29. Правила перевезення вантажів залізничним транспортом України Частина 1. Укрзалізниця, 2001. ТОВ «Видавничий дім «САМ».
30. Статут Укрзалізниці України. – К.: КУЕТТ, 2004. – 82с.
31. Л.М. Петренко, В.В. Габа. Перевезення вантажів залізничним транспортом. – К.: КУЕТТ, 2003. – 316с.
32. Богомолова Н.І. Ефективність підвищення якості доставки швидкопсувної продукції // Вісн. Черніг. держ. технолог. ун-ту. – 2002. – №17, с.20-24.

33. Васильев Ф.В., Голубев А.Г., Дюбко А.П. Каган Б.А., Левшин Б.С., Леонтьев А.П., Худяновский Ю.К., Шаловасинко М.Н. Железнодорожный хладотранспорт. Справочник. – М.: Транспорт, 1971. – стр. 304.
34. Перевозка скоропортящихся грузов. Справочник. А.П. Леонтьев, В.Д. Ткачев, И.И. Батранов и др. – М.: Транспорт, 1986, –304с.
35. Тертеров М.Н., Лысенко Н.Е., Панферов В.Н. Железнодорожный хладотранспорт. – М.: Транспорт, 1987. – 255с.
36. Ю.М. Бакрадзе, В.Е. Кржимоский, В.В. Скрипник, Е.Е. Сорокин, В.И. Храшов. Рефрижераторный подвижной состав. – М.: Транспорт, 1971. – 332с.
37. Постарнак С.Ф., Зуев Ю.Ф. Холодильные машины и установки. – М.: Транспорт, 1982. – 335с.
38. Кржимовский В.Е., Скрипкин В.В., Филютин Г.И. Рефрижераторные секции отечественной постройки. – М.: Транспорт, 1983. – 184с.
39. Юрьев Ю.М., Лаврик-Кармазин Л.Б. Изотермические вагоны постройки ГДР. – М.: Транспорт, 1989. – 180с.
40. Машина холодильно-нагревательная ВР18х2-1-2. Паспорт ВР18х2-1-2ПР.
41. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. ЮНЕП: Программа ООН по окружающей среде. Монреаль. 1987. – 24с.
42. Бабакин Б.С. Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. – М.: Колос, 2000 – 160с.: Ил.
43. Киотский протокол к рамочной конвенции организации объединенных наций об изменении климата, ООН, совершено 11.12.97.
44. Цветков О.Б. Хладагенты и экологическая безопасность. // Холодильная техника – 1997. – №1 – С. 20 – 22.
45. Морли Дж. Хладагенты для рефрижераторного транспорта // Холодильная техника – 1999. – №8 – С. 20 – 22.

46. Разработка исходных требований к технологии перевода холодильных машин РПС эксплуатационного парка на экологически безопасный хладагент (бинарная смесь R22/142): Отчет о НИР/ВНИИЖТ, Рук. С.Н.Науменко, М., 1994,г.р. УДК 629.463.125,43 с.
47. Панферов В.И., Науменко С.Н. О возможности использования масла марки ХФ12-16 при переводе установок рефрижераторных вагонов на озонобезопасные хладагенты.// Вестник ВНИИЖТ, 1998,№2,с. 45-47.
48. Подчерняев О.Н., Лунин А.И., Юдин Б.В. Новые озонобезопасные рабочие вещества для холодильных машин//Холодильная техника. 1995.№ 6.
49. Науменко С.Н. Результаты испытаний холодильных установок рефрижераторных вагонов при их работе на переходном хладагенте. (Рукопись депонирована в ЦНИИ ТЭИ МПС) № 6187- жд 98,-М., 1998.
50. Панферов В.И., Науменко С.Н. Исследование параметров и выбор озоносберегающего хладагента для энерго-холодильного оборудования подвижного состава. Сб. научных трудов РГОТУПС по материалам 5 межвузовской н-т конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития ж.д. тр-та, ч.1, 2000. с. 78-79.
51. Технические условия на хладагент С10М1, ТУ 2412-003-32837395-98, С-Петербург, АОЗТ «Астор», 1998 г., 25.
52. Науменко С.Н., Панферов В.И., Беляев А.Ю. Композиция хладагента для железнодорожного холодильного оборудования . Патент на изобретение № 2177491, ФИПС Роспатент, М., приоритет от 16.11.99.
53. Комплексные испытания рефрижераторного подвижного состава с энергосберегающим хладагентом (ЭХ): Отчет о НИР/ВНИИЖТ, Рук. С.Н.Науменко, М., 2002, тема № 23.1.22, 50 с.
54. Разработка альтернативных хладагентов – заменителей хладона 12. Отчет о НИР/РНЦ «Прикладная химия»; Рук. В.С. Зотиков, С-Пб., 1996, 46 с.
55. Технология перекачки, заправки и эксплуатации холодильного оборудования рефрижераторного подвижного состава, переведенного на

оптимизированный состав хладагента C10M1 (Астрон 12^{di}), М., МПС России, 2003 г., 21с.

56. Инструкция по переводу холодильно-нагревательных установок рефрижераторных вагонов с хладона 12 на озоносберегающие хладагенты, М., МПС России, 2000г., 16с.
57. Инструкция по порядку выполнения деповского ремонта рефрижераторных секций и контроля за их пробегом и фактически техническим состоянием оборудования. №ЦВКТМ – 16/49 от 14.09.98.
58. Инструкция по эксплуатации рефрижераторного подвижного состава в международном сообщении между государствами – участниками Содружества: Латвийской Республикой, Литвийской Республикой, Эстонской Республикой. №ДЧ – 479, 1998.
59. Іщенко В.М. Аналіз функціонування рефрижераторних секцій у сучасних умовах експлуатації . / В.М.Іщенко // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту - 2007 . – Вип.86. –С.155-160.
60. Холодильные машины и установки. Демьянков Н.В. – М.: Транспорт, 1976. –360с.
61. В.Е. Кржимовский, В.М. Васильев, В.В. Скрипкин, Е.Е. Сорокин. Рефрижераторные вагоны отечественной постройки. – М.: Транспорт, 1976. – 263с.
62. Компрессоры 2ФУУБС-18, 2ФУУБС-25. Техническое описание и инструкция по эксплуатации $\frac{2ФУУБС\ 18}{2ФУУБС\ 25}ТО$.
63. Секция пятивагонная рефрижераторная с машинным охлаждением и электроотоплением. Модель 16-380. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 380.00.00.000 ТОІ, 1978, 122 с.
64. Техническое описание холодильного агрегата ФАЛ056/7, ЦБ5 – 659/89 – ФЕБ МАБ Шкойдиц ГДР – 7144, 1989, 92 с.

65. Ю.М. Бакрадзе, В.В. Скрипкин, В.Н. Храмов, В.Н. Васильев, Ю.О. Фаерштейн. Рефрижераторные вагоны постройки ГДР. – М.: Транспорт, 1977. – 272с.
66. Коковихин А.В., Петрушин А.Д., Ворон О.А., Смачный Ю.Г. Перспективы развития изотермических вагонов. Железнодорожный транспорт, 2001 – №5 – с.53 – 56.
67. Singh R.R., Pham H.T., Shankland I.R. Same Issues in the Use of Refrigerant Mixtures // Proc. 1994 Int. Refrig. Conf., -Purdue Univ., U.S. 1994/07/19 – 22 – p. 455 – 463.
68. Ищенко В.Н. Термодинамические аспекты альтернативной замены холодильного агента в холодильных системах подвижного состава./В.Н.Ищенко, Н.С. Брайковская //Збірник наукових праць Київського університету економіки і технології транспорту – 2005 . – С.53-57.
69. Бадылькес И.С. Обобщенный методы расчета термодинамических свойств холодильных агентов. М.: Госториздат, 1963, 51 с.
70. Steimle F. Tendencies in CFC Development // Proc. Int. Int. Conf. “CFC’s, TheDay After” Joint Meeting of 11 R Commissions B1, B2. E1, and E2, – Padova 21 – 23 Sept. – 1994, – p. 3 – 10.
71. Энергетика изотермического подвижного состава. Бартош Е.Т. М.: Транспорт, 1976 – 304с.
72. Холодильные машины. Под общей редакцией д-ра тех. наук, проф. Н.И. Кошкина – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 512с.
73. Н.Г. Кондратова, Н.Г. Лашутина. Холодильно-компрессорные машины и установки. – М.: Высшая школа, 1984. – 335с., ил.
74. Ищенко В.Н. Прогнозирование энергетических характеристик холодильных компрессоров на основе искусственных нейронных сетей./В.Н.Ищенко, И.Н.Красновский, А.А.Самсоненко [та ін.]//Збірник наукових праць Київського університету економіки і технології транспорту – 2007.-Вип.11.-С.137-142.

75. Jahnig, D.I, Reindl D.T, Klein S.A, A Semi-Empirical Method for Representing Domestic Refrigerator/Freezer Compressor Calorimeter Test Data ASHRAE Transactions 2000, V. 106.
76. ASHRAE. 1993. ASHRAE/ANSI Standard 23-1993, Methods of testing for rating positive displacement refrigerant compressors and condensing units. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
77. Анализ выявленных причин отказов части холодильного оборудования, переведенного на хладагент типа C10M1: Отчет о НИР/ВНИИЖТ, Рук. Н.С. Таймуразов, М., 2002, по заказу ГУП «Рефсервис МПС», 34 с.
78. Г.В. Нимич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. – К.: ТОВ «Видавничий «будинок» и Аванпост – Прим. 2003. – 603с.
79. Чурков Н.А. и др. Холодильные перевозки и содержание изотермического подвижного состава. Часть 2. Содержание подвижного состава для перевозки скоропортящихся грузов. – СПб: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2000. – 130с.
80. П.Б. Ломовцев, Е.В. Иванников, В.М. Новиков. Системная диагностика аммиачной холодильной установки // Холодильна техніка і технологія, №3(77), 2002.
81. Энергетика и технология хладотранспорта. Под редакцией Л.Я. Левенталя. – М.: Транспорт, 1993. – 228с.
82. И.П. Екимовский, А.В. Коковихин, Н.С. Таймуразов и др. Способ определения среднего коэффициента теплопередачи кузова транспортного средства. А.с. СССР № 1030713, 1983.
83. Науменко С.Н., Таймуразов Н.С. Способ определения среднего коэффициента теплопередачи кузова транспортного средства. Патент на изобретение № 2269768, ФИПС Роспатент, М., приоритет от 12.10.04.
84. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средств, предназначенных для

этих перевозок (СПС). ООН, Нью-Йорк и Женева, 2003, № R. 03.VIII.4, 97с.

85. Ищенко В.Н. Энергетическая эффективность рефрижераторных вагонов для перевозки скоропортящихся грузов./ В.Н.Ищенко, Н.С. Брайковская //Одеська державна академія холоду. Холодильна техніка і технологія. Науково –технічний журнал .-2007.№5(109)-С.40-46.
86. Хладотранспорт (с примерами решения задач) / М.Н. Тертеров, Н.Е. Лысенко, В.Н. Панферов и др. – М.: Транспорт, 1958. – 135с.
87. Шпильрайн Э.Э., Кессельман П.М. Основы теории теплофизических свойств веществ. М.: «Энергия», 1977,248 с.
88. Боярский М.Ю., Подчерняев О.Н., Зилькренеева Ю.Р. Выбор оптимальной структуры единых уравнений // Холодильная техника. 1996.№8.
89. Боярский М.Ю., Подчерняев О.Н., Прогнозирование свойств смесей хладагентов// Холодильная техника. 1996.№3.
90. Н.С. Кравцова, Л.Я. Петрушанская, В.Я. Якименко. Планирование эксперимента определения холодопроизводительности компрессора. // Холодильна техніка – 1996. – №8 – С. 22 – 25.