

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

УДК 629.45.7.048

С. Р. КОЛЕСНИКОВ^{1*}

^{1*}Каф. «Вагони та вагонне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 19, ел. пошта ser.koles13@gmail.com, ORCID 0000-0002-0487-9257

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО РУХОМОГО СКЛАДУ: ОГЛЯД ПАТЕНТІВ

Мета. Удосконалення основних систем життєзабезпечення, в т. ч. забезпечення параметрів якісного мікроклімату в вагоні рухомого складу, знаходяться в фокусі уваги винахідників і дослідників світу. Дослідження спрямовано на огляд та аналіз патентів у напрямі системи клімат-комфورت, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ССНВАС) залізничних пасажирських вагонів (хронологічні рамки: 2011-2017 рр. з дня публікації). **Методика.** У ході дослідження був виконаний огляд патентів (зарубіжних і вітчизняних) в області ССНВАС у пасажирських транспортних засобах, зокрема таких, як залізничні вагони, їх оптимізації та способів управління ними. Патентний пошук проведено за певними пошуковими критеріями: ключовими словами, часовими рамками та в різних патентних системах світу. Використано міждисциплінарний підхід. **Результати.** За підсумками пошуку знайдено 157 патентів, із яких вибрано для аналізу 21 документ. Патенти систематизовані в три групи: «Нові технічні та технологічні рішення у системах і засобах функціонування HVAC», «Нові та удосконалені рішення для управління системою HVAC в транспортному засобі», «Озонування повітря в пасажирських вагонах». Встановлено, що всі патенти одним із аспектів мають вирішення питань більш екологічного, енергоефективного та безпечного застосування систем ССНВАС на залізничному транспорті. **Наукова новизна.** Доведено високий рівень проникнення зв'язків між різними технічними областями, до яких відносяться патенти з ССНВАС. Встановлено, що для них характерним є призначення більшості патентних рішень для використання не в суто залізничній галузі, а взагалі на транспорті. **Практична значимість.** Підтвердження високого рівня проникнення зв'язків між різними технічними областями дозволить відображати наявність технічних проблем із ССНВАС та технологій їх вирішення в усьому світі. Це сприятиме більш інтенсивному технологічному підйому в удосконаленні систем життєзабезпечення пасажирського рухомого складу.

Ключові слова: пасажирський рухомий склад; залізничний вагон; патент; система клімат-комфорт; опалення, вентиляція та кондиціонування повітря; HVAC

Вступ

Рівень комфортності проїзду пасажирів на залізничному транспортному засобі в багатьох випадках залежить від мікроклімату салону вагона. Саме параметри мікроклімату (температура, вологість, хімічний склад повітря, фізіологічні показники – вміст мікробів, мікроорганізмів, пилу) безпосередньо впливають на самопочуття пасажирів, суб'єктивне сприйняття ними тривалості подорожі та, врешті-решт, прийняття ними позитивного рішення щодо подальшого користування даним видом транс-

порту або певним маршрутом.

Комфортні умови та зручність проїзду пасажирів також є одним із критеріїв класифікації залізничних вагонів пасажирського парку: спальні, купейні чи некупейні (відкритого типу), із кріслами чи жорсткими місцями для сидіння. Удосконалення основних систем життєзабезпечення, в т. ч. забезпечення параметрів якісного мікроклімату у вагоні, знаходяться у фокусі уваги дослідників світу.

Система клімат-комфорт, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря має загальновідому міжнародну аббревіатуру – ССНВАС

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

(акронім від англ. Climate Comfort, Heating, Ventilation and Air Conditioning). При цьому опалення, вентиляція та кондиціонування (ОВК) повітря – це технології підтримки в заданих межах параметрів повітря: температури, вологості та хімічного складу у внутрішніх приміщеннях і салонах транспортного засобу (HVAC – <https://en.wikipedia.org/wiki/HVAC>).

Наприклад, кондиціонований простір включає в себе будь-який простір, який повинен мати регульоване змінне середовище (температура, вологість, якість повітря та ін.). Умовний простір може бути й у вагоні залізничного транспортного засобу. Показники температури, вологості, якості повітря та інші параметри умовного простору можна контролювати, наприклад, для комфорту пасажирів (клімат-контроль). Але не варто забувати, що зовсім недавно система кондиціонування вважалася найбільш неефективною в плані енергозбереження та однією з найбільш дорогих систем [2].

Багато країн вважають за доцільне проводити модернізацію старих вагонів, де системи кондиціонування взагалі не існувало (це переважно жорсткі вагони відкритого типу, які й перевозять основну масу пасажирів) [5, 17, 28]. Витрати на модернізацію одного старого вагона виявляються приблизно втричі нижчими, ніж на будівництво нового [11].

На сьогодні у ВАТ «Федеральная Пассажи́рская Компания» (Росія) налічується близько 22,8 тис. вагонів, із них системою кондиціонування повітря (ВКВ) обладнані понад 12 тис., тобто трохи більше половини (53 %) парку [2].

Слід зазначити, що термін служби більшості пасажирських вагонів, які експлуатуються на українських залізницях, вже закінчується, бо більша їх частина побудована у 70-80 рр. ХХ століття. До того ж, аналіз ефективності рухомого складу свідчить не лише про знос, але й про те, що він є технічно, конструктивно і морально застарілий, оскільки основна частина вагонів побудована згідно з технічними вимогами 60-70 рр. минулого століття [6]. За умов обмеженого фінансування виконання відновлювальних ремонтів вагоноремонтними заводами й залізницями актуальним є завдання оснащення вагонів після модернізації сучасними системами життєзабезпечення [11, 13]. При цьому схемні рішення та підходи до забезпе-

чення комфортних умов для пасажирів можуть бути реалізовані у вже існуючому парку пасажирських вагонів і не вимагають істотного переобладнання вже встановлених систем [9]. Одночасно з цим вчені, визнаючи, що існуючі системи контролюють температуру, а не тепловий комфорт, пропонують декілька моделей енергоефективного управління комфортом у транспортному засобі [32].

У той же час світові тенденції наукових розвідок у напрямі ССНВАС передбачають принципово нові технічні та технологічні рішення для сучасних високошвидкісних поїздів – від дизайну конструкцій для колективних середовищ до індивідуально контрольованих умов, персоналізованих мікро-екологічних систем. Це, наприклад, прагнення перейти на природні хладагенти, що надають мінімальний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини [24], активні розробки транспортних систем кондиціонування повітря на вуглекислому газі (концерни BMW і Daimler) [2]. З метою енергозаощадження при максимально комфортному середовищі розроблені й впроваджуються SMART-технології для пасажирських вагонів електротранспорту Німеччини, а саме – паливних елементів розширеного діапазону НТ-РЕМ, що забезпечать електричну та теплову потужність із високим ступенем ефективності [29]. Пропонується також застосування технології фотовольтаїки (PV) для використання відновлюваних джерел енергії й проведення заходів щодо підвищення комфортності та енергоефективності залізничних транспортних засобів [33]. У системах кондиціонування повітря високошвидкісних поїздів застосування альтернативних хладагентів (наприклад, R1234yf та R1234ze) ґрунтується на дослідженнях щодо оцінки енергозбереження та умов динамічного навантаження (з точки зору температури оточуючого середовища, сонячного випромінювання, швидкості руху поїзда, кількості пасажирів) [24].

Складна економічна ситуація в останні роки змушує винахідників і виробників залізничної техніки підлаштовуватися під ринкові реалії та енергійно шукати інноваційні технічні рішення з удосконалення систем життєзабезпечення пасажирського рухомого складу.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Але, якщо наукометричні дослідження, спрямовані на отримання нових знань щодо розвитку окремих напрямків HVAC на залізничному транспорті, існують [3], то відповідного аналізу патентів, де б висвітлювалися характерні особливості патентних рішень, автором не знайдено.

Мета

Враховуючи вищевикладене, дослідження спрямовано на огляд та аналіз патентів у напрямі опалення, вентиляції та кондиціонування залізничних пасажирських вагонів (хронологічні рамки: 2011-2017 рр. з дня публікації).

Методика

У ході дослідження був проведений огляд патентів (зарубіжних і вітчизняних) в області систем HVAC у пасажирських транспортних засобах, зокрема таких, як залізничні вагони, їх оптимізації та способів управління ними.

На початковому етапі для можливості визначення загального стану світових досліджень у галузі опалення, вентиляції та кондиціонування пасажирських вагонів, автором був проведений патентний пошук (ПП). ПП – це процедура відбору відповідної певному запиту інформації про патенти, яка може здійснюватися за однією або декількома підставами.

Автором був обраний предметний пошук (лексичний і систематичний) за певними ключовими словами й часовими рамками. Крім того, алгоритм роботи з уже отриманими результатами пошуку включав уточнення відомостей шляхом перегляду додаткової інформації (опису, зображень, авторів, що найчастіше зустрічаються в отриманому матеріалі тощо). Потрібно підкреслити, що аналіз цитування патентів не проводився; досліджувалися сучасний стан і тенденції нових техніко-технологічних рішень у напрямку HVAC.

Патентний пошук проводився за різними патентними системами світу: Цифрова патентна бібліотека України, Google-патент (пошук за патентами), FPO, FRESHPatents: New Patents & Technology; Google Академія; Банк патентів: новые изобретения российских изобретателей; Патенты России; FindPatent.ru: Патентный поиск, поиск патентов и изобретений РФ и СССР;

Espacenet: Patent search; Derwent Innovations Index (Web of Science).

Було встановлено глибину патентного пошуку: 2011-2017 рр. з дня публікації. Пошук здійснювався за ключовими словами, які знаходились у назві патенту або його рефераті:

– «**HVAC**» (Heating, Ventilation, & Air Conditioning) + «**Railway (rail*) passenger car**» + «**Carriage**» + «**Coach**» – у міжнародних системах;

– «**ОВК**» (Опалення, вентиляція та кондиціонування) + «**залізничний пасажирський вагон**» – в українській системі;

– «**ОВК**» (Отопление, вентиляция и кондиционирование) + «**железнодорожный пассажирский вагон**» – у російських системах.

У результаті пошуку за даними системами і встановленими пошуковими критеріями було знайдено 157 патентів, із яких вибрано для аналізу **21 патент**.

Слід підкреслити, що для аналізу було використано міждисциплінарний підхід, оскільки в системі клімат-комфورت, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря наявні міцні системні зв'язки з, наприклад, новими технічними рішеннями в процесах пасажирських перевезень, конструкціях вагонів, комп'ютерних науках, енергетичних процесах і системах тощо.

Це підтверджується зверненням до Міжнародної патентної класифікації (МПК, англ. International Patent Classification – IPC), що має відображення на сайті WIPO – World Intellectual Property Organization [22].

Наприклад, згідно МПК, патент на винахід «Модульная система кондиционирования воздуха пассажирского вагона» має клас F24F 3/00 [10]. При цьому область «F» – це Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting (Машинобудування; Освітлення; Опалення; Двигуни і Насоси; Зброя та Боєприпаси; Вибухові роботи). Подальша деталізація вказує, що: F24 – це «Нагрівання; вентиляція; печі та плити»; F24F – це «Кондиціонування повітря; зволоження повітря; вентиляція; використання повітряних потоків для екранування»; F24F 3/00 – це «Системи кондиціонування повітря, в яких первинне кондиціоноване повітря подається від однієї або декількох центральних станцій до розподільних точок в приміщеннях або

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

просторах, де воно може бути вдруге оброблено; пристрої, призначені для таких систем».

Патент «HVAC systems for electrically-powered vehicles» [21] має клас B60 H 1/00 та відноситься до загальних транспортних засобів (B 60 – Vehicles in General), тобто може мати використання як в залізничному, так і автомобільному, водному, авіаційному транспорті.

Враховуючи причинно-наслідкові зв'язки між технічними проблемами та технологіями їх вирішення (включаючи засоби для досягнення цілей, пристроїв та принципів роботи), було прийнято рішення про систематизацію патентів по трьох групах. Такими групами на основі аналізу нових рішень в області систем і способів для функціонування та управління системами HVAC в пасажирських салонах транспортних засобів та їх оптимізації стали (за умовною назвою) наступні групи патентів.

Група «Нові технічні та технологічні рішення у системах і засобах функціонування HVAC». Група об'єднує патенти, які спрямовані (прямо чи опосередковано) в основному на вирішення технічних питань забезпечення необхідних параметрів мікроклімату в салонах вагонів: очищення повітря від пилу і шкідливих газів, охолодження його при високих зовнішніх температурах і підігрівання при низьких; зволоження й осушення, переміщення, змішування й розподілу повітря, а також для регулювання його параметрів та їх контролю.

Патентні документи віднесені до двох класів: 1) до класу «B» – Performing Operations; Transporting (підкласів: B60 Транспортування транспортними засобами взагалі та B61 залізничне транспортування; B01 Фізичні чи хімічні процеси та апарати); 2) до класу «F» – Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting (підкласів: F24 Опалення й Вентиляція; F25 Охолодження, Комбіновані системи опалення й охолодження, Теплові насоси; F28 Теплообмін взагалі).

Група «Нові та удосконалені рішення для управління системою HVAC в транспортному засобі». Завданням патентів цієї групи є створення загальних та індивідуальних комфортних умов для пасажирів у кліматичній системі транспортного засобу (в т. ч. пасажирському вагоні поїзда), завдяки новим технічним і технологічним рішенням в управлінні систе-

мою HVAC. Група об'єднує патентні документи з управління системами класу «B» – Performing Operations; Transporting та класу «F» – Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting. Підкласи є аналогічними першій групі.

Група «Озонування повітря в пасажирських вагонах». Ряд патентів, що пов'язані з системами кондиціонування повітря, пропонують обробку повітря іншими способами, ніж шляхом нагріву, охолодження, фільтрації, стерилізації. Це, наприклад, спосіб озонування повітря у замкненому приміщенні, якими є салони/вагони транспортних засобів. Іонізований повітряний потік може, наприклад, доставлятися в кондиціонований повітряний простір HVAC-системою або може генерувати негативні іони самогенерацією з використанням двигуна вентилятора випарника, що особливо актуально для високошвидкісних поїздів (high-speed) [14].

За міжнародною патентною класифікацією патенти цієї групи в основному належать до класу «A» – Human Necessities (людські потреби), підкласу «A61» – Medical or Veterinary Science; Hygiene з подальшою деталізацією «A61L» Methods or Apparatus for... Disinfection, Sterilisation, or Deodorisation of Air.

Результати

В результаті проведення дослідження встановлено, що всі зусилля винахідників, закріплені їх технічними рішеннями, спрямовані на забезпечення підвищення безпеки та комфорту, зменшення негативного впливу на оточуюче середовище, використання відновлюваних джерел енергії, енергоефективність.

Так, наприклад, у роботах українських дослідників [7, 8] розглядається можливість і робляться конкретні пропозиції щодо включення в автономні мережі електропостачання пасажирських вагонів поновлюваних джерел електричної енергії, зокрема вітрогенераторів, сонячних батарей або їх сукупність.

Згідно МПК, до технічних областей, близьких до теми нашого дослідження, належать декілька класів. Це, перш за все, основний клас «B» – Performing Operations; Transporting; а також клас «F» – Mechanical Engineering;

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Lighting; Heating; Weapons; Blasting; клас «А» – Human Necessities; клас «Н» – Electricity.

Група «Нові технічні та технологічні рішення у системах і засобах функціонування HVAC» включає патенти:

1. Vehicle air system with high efficiency filter. No. US 20170056806 A1 (опубліковано 2017.03.02; винахідники Mardall Joseph та Maser Adam). МПК B01D46/42, B01D46/00 [35].

2. HVAC systems for electrically-powered vehicles. No. US 20160355068 A1 (опубліковано 2016.12.08; винахідники Andrew D. Sutherland та Stevem M. Myers). МПК B60H1/00, B60L1/02, B60H1/22, B60L1/00 [21].

3. Air distribution box and associated rail vehicle. No. EP 2977288 A1 (опубліковано 2016.01.27; винахідник György Kalman). МПК B60H1/00, B61D27/00 [15].

4. Refrigerant management in a HVAC system. No. US 20140223936 A1 (опубліковано 2014.08.14; винахідники Jonathan Phillip Hartfield, Harry Kenneth Ring, Michael William Groen, Stephen Anthony Kujak, Ronald Maurice Cosby II; США). МПК F28F13/02, F28F13/18, F25B39/02 [31].

5. Carwash hot-water heating system outside winter storehouse. No. CN 205878601 (U) (опубліковано 2017.01.11; винахідники Xue Qiang; Ruan Zhigang; Shui Chunyu; Fan Yinghong; Shen Jun; Hong Wei; Zhou Liming; Yu Xiaoying; Li Peng; КНР). МПК B60S3/04; F24D17/02; F24H4/02; F24H9/20 [16].

6. Powered distribution systems for powered rail vehicles. No. US 8772962 B2 (опубліковано 2014.07.08; винахідник Ajith Kuttannair Kumar). МПК B60L3 / 00 , B60L11 / 02 , B60L1 / 00 , B60L15 / 32 , B60R16 / 03 [30].

7. Система комфортного клімату пасажирського вагона. № UA 70622 U (опубліковано 2012.06.25; винахідники Христян Є. В., Мямлін С. В., Новіков М. М., Трудов С. Б., Габриниць В. О., Титаренко І. В.; Україна). МПК B60H 1/00 [9].

8. Система кондиціонування воздуха в купе пасажирського вагона. № RU 2488747 C2 (опубліковано 2013.07.27; винахідники Рожков Андрей Олегович, Олефиренко Андрей Васильевич, Овчинников Виктор Васильевич; РФ). МПК F24F 3/00 [10].

9. Установка кондиционирования воздуха салонов вагонов. № RU 135601 (опубліковано 2013.12.20; винахідники Закатов Алексей Сергеевич, Жаров Антон Андреевич, Старкова Марина Геннадьевна; РФ). МПК B61D [12].

Група «Нові та удосконалені рішення для управління системою HVAC в транспортному засобі» включає патенти:

1. Energy control mechanisms for an electric vehicle. No. US 9352635 B1 (опубліковано 2016.05.31; винахідники Seneca A. Schepmann, Robert Clippard, Tim Stafford; США). МПК B60L11/00, B60L11/18, B60H1/00 [18].

2. EV Multi-Mode Thermal Management System. No. US20160107504 A1 (опубліковано 2016.04.21; винахідник Vincent George Johnston; США). МПК B60H1/00278 [19].

3. Fresh air control for a transport refrigeration unit. No. WO 2015076872 A1 (опубліковано 2015.05.28; винахідники Petr Trutnovsky, Lubos Forejt, Radim Cermak). МПК B60H1/24, B60H1/00 [20].

4. System for operating an air conditioning compressor from alternative sources. No. US 8491274 B2 (опубліковано 2013.07.23; винахідники Taylor, Richard D., Harris, Paul E.; США). МПК F04B49/00; F04B9/14; F25B27/00 [34].

5. Vehicular HVAC control systems and methods. No. US 7918100 B2 (опубліковано 2011.04.05; винахідники David S. Breed, Wendell C. Johnson, Wilbur E. DuVall; США). МПК B60H1/32, F24F11/00, B60H1/00 [36].

6. Модульная система кондиционирования воздуха пассажирского вагона. № RU 2 512 068(13) C2 (опубліковано 2014.04.10; винахідники Рожков Андрей Олегович, Олефиренко Андрей Васильевич, Овчинников Виктор Васильевич; РФ). МПК F24F 3/00 (2006.01) [4].

7. Система керування асинхронним генератором у складі вітроелектротехнічного комплексу. № UA 84633 (опубліковано 2013.04.29; винахідники Щербак Марина Анатоліївна, Бойко Сергій Миколайович, Михайличенко Дмитро Анатолійович, Сінчук Олег Миколайович; Україна). МПК H02P 9/00 [8].

Група «Озонування повітря в пасажирських вагонах» об'єднує патенти:

1. Air cleaner for high-speed railway. KR101037798B1 (опубліковано 2011-05-27; винахідники Old Young Jin, Kim Goo, Kim Woo-

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

seop, Kim Sang Soo, Kim Chang-Hoon, Park Chang Young, Yoon Hyun Chul, Choi Gil-yong, Choi Yoo Mi; Korean). МПК А61L9/22 [14].

2. Ion generator device. US9289779B2 (опубліковано 2016-03-22; винахідники Charles Houston Waddell, Joseph Anton Christiansen; отримувач Global Plasma Solutions). МПК А61L9/22, F16M13/02, B03C3/41, H01J37/16, H01J27/02, H01T23/00, H01J37/30, B03C3/011, F02M27/04 [23].

3. Method for using ozone as a disinfectant. EP2051743B1 (опубліковано 2013-04-10; винахідники Nigel Boast, Douglas Heselton, Jim Hudson, Gordon Esplin. = Bulletin 2013/15. EUROPEAN PATENT SPECIFICATION). МПК А61L2/20, А61L2/26, А61L9/015, А61L101/10 [26].

4. Method and device for decontaminating a confined space. WO2017121767A1 (опубліковано 2017-07-20; винахідник Philippe Saroul). МПК А61L2/202 Ozone [25].

5. Method of disinfecting one or more surfaces and/or sterilizing air, and an apparatus for use in the method. US9511163B2 (опубліковано 2016-12-06; винахідник Jimmy Kjølby Larsen, отримувач Jimco A/S). МПК А61L9/20, А61L9/015, А61L2/10, G01N23/00, F24F3/16, А62B7/08, А61L9/12, А61L2/20, А61N5/00, А61L9/04, А61L2/24 [27].

В результаті дослідження також встановлено, що характерним для ССНВАС є призначення більшості патентних рішень для використання не в суто залізничній галузі, а взагалі на транспорті. При цьому до групи «Озонування повітря в пасажирських вагонах», де провідною є тема забезпечення необхідних потреб людини – її здоров'я (А 61 Медична або ветеринарна наука. Гігієна) належать патенти, технічні рішення яких можуть використовуватися взагалі в замкнених приміщеннях (транспортні пасажирські салони, офіси в будівлях, туалети, санітарні кімнати тощо).

Таким чином, можна констатувати, що патентним документам із удосконалення систем життєзабезпечення пасажирського рухомого складу призначаються одночасно різні коди Міжнародної патентної класифікації (МПК; англ. International Patent Classification), бо вони одночасно можуть стосуватися кількох технічних областей і технологій.

На основі цього можна припустити ймовірність високого рівня проникнення зв'язків у різних технічних областях, до яких належать Система клімат-комфарту, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря (ССНВАС – Climate Comfort, Heating, Ventilation and Air Conditioning). Саме ці зв'язки можуть відображати наявність технічних проблем у системах життєзабезпечення в усьому світі та визначати технології їх вирішення.

Наукова новизна та практична значимість

Доведено високий рівень проникнення зв'язків у різних технічних областях, до яких відносяться патенти зі ССНВАС. Автором, враховуючи причинно-наслідкові зв'язки між технічними проблемами та технологіями їх вирішення, проаналізовані патенти були систематизовані за трьома групами. Це «Нові технічні та технологічні рішення у системах і засобах функціонування HVAC», «Нові та удосконалені рішення для управління системою HVAC в транспортному засобі», «Озонування повітря в пасажирських вагонах». Встановлено, що характерним для ССНВАС є призначення більшості патентних рішень для використання не в суто залізничній галузі, а взагалі на транспорті.

Підтвердження високого рівня проникнення зв'язків у різних технічних областях дозволить відображати наявність технічних проблем із ССНВАС в усьому світі та презентувати технології їх вирішення. Це сприятиме більш інтенсивному технологічному підйому в удосконаленні систем життєзабезпечення пасажирського рухомого складу.

Висновки

Інноваційний техніко-технологічний підйом на залізничному транспорті неможливий без удосконалених систем клімат-комфарту, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. На основі проведеного дослідження, спрямованого на огляд та аналіз патентів у напрямі опалення, вентиляції та кондиціонування залізничних пасажирських вагонів (2011-2017 рр. із дня публікації), зроблені наступні висновки:

1. Усі патенти одним із аспектів мають вирішення питань більш екологічного, енергое-

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

фективного та безпечного застосування систем CCHVAC на залізничному транспорті.

2. Патентні документи з удосконалення систем життєзабезпечення пасажирського рухомого складу одночасно можуть мати різні коди Міжнародної патентної класифікації (англ. International Patent Classification), як такі, що стосуються кількох технічних областей і технологій.

3. Врахування інтересів і переваги кожного пасажера, прагнення до поліпшення користувацького клієнтського досвіду призводять до появи нових рішень в області Climate Comfort, Heating, Ventilation and Air Conditioning не тільки для колективних середовищ, але й до індивідуально контрольованих умов, персоналізованих мікро-екологічних систем.

4. Патентні рішення передбачають для вже існуючих транспортних засобів створення ро-

зумних систем, які б відслідковували і самостійно оптимізували параметри мікроклімату та рівень використання енергії.

5. Простежується відхід від системи централізованого кондиціонування, в т. ч. за рахунок роздільного контролю прихованих та явних теплонадходжень.

6. Автори патентів пропонують нові підходи й рішення, що засновані на адаптивних системах вентиляції. Перспективним є перехід на адаптивні системи зі змінною витратою повітря, регульовані за фактичною наповнюваністю салонів пасажирами, з індикацією за датчиками присутності або концентрації вуглекислого газу.

7. Одним із головних показників комфорту для пасажирів транспортних засобів є якість повітряного та теплового режимів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Габринец, В. А. Концепция оптимального по энергозатратам пассажирского вагона с использованием нетрадиционных источников энергии / В. А. Габринец, И. В. Титаренко // Наука та прогрес транспорту. – 2014. – № 4 (52). – С. 111–118. doi: 10.15802/stp2014/27326.
2. Киселев, И. Г. О выборе хладагента для климатических установок пассажирского подвижного состава / И. Г. Киселев, М. Ю. Кудрин, В. П. Приймин // Современные технологии транспорта. – 2014. – № 3. – С. 85–90.
3. Колесникова, Т. О. Розвиток напряму «кондиціонування повітря» на залізничному транспорті: наукометричний аспект / Т. О. Колесникова, О. В. Помінова, С. Р. Колесников // Наука та прогрес транспорту. – 2016. – № 3 (63). – С. 7–19. doi: 10.15802/stp2016/74708.
4. Модульная система кондиционирования воздуха пассажирского вагона [Електронний ресурс] : пат. RU 2512068 С2 : МПК F24F3/00 / Рожков А. О., Олефиренко А. В., Овчинников В. В. (Российская Федерация). – № 2512068 ; заявл. 14.02.11 ; опубл. 10.04.14. – Режим доступу: <http://www.freepatent.ru/images/patents/510/2512068/patent-2512068.pdf>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
5. Мокроусов, С. Д. Модернизация пассажирского подвижного состава в Великобритании (обзор зарубежной печати) / С. Д. Мокроусов, Б. Г. Цыган, А. Б. Цыган // Вагонный парк. – 2013. – № 11 (80). – С. 52–60.
6. Пономаренко, О. В. Перспективи поліпшення технічного стану вагонного парку на залізницях України / О. В. Пономаренко // Наука та прогрес транспорту. – 2017. – № 1 (67). – С. 88–95. doi: 10.15802/stp2017/93162.
7. Синчук, О. Н. Особенности заряда аккумуляторных батарей в составе ветроэнергетического комплекса в условиях пассажирских вагонов [Електронний ресурс] / О. Н. Синчук, С. Н. Бойко, В. С. Дяченко // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2014. – № 9. – Спец. вып. Т. 1 : Силовая электроника и энергоэффективность. – С. 92–97. – Режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/14643>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
8. Система керування асинхронним генератором у складі вітроелектротехнічного комплексу [Електронний ресурс] : пат. 84633 Україна : МПК H02P 9/00 / Щербак М. А., Бойко С. М., Михайличенко Д. А., Синчук О. М. (Україна). – № 201305538 ; заявл. 29.04.13 ; опубл. 25.10.13, Бюл. № 20. – Режим доступу: <http://uapatents.com/5-84633-sistema-keruvannya-asinkhronnim-generatorom-u-skladivitroelektrotekhnichnogo-kompleksu.html>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
9. Система комфортного клімату пасажирського вагона [Електронний ресурс] : пат. 70622 Україна : МПК B60H 1/00 / Христян Є. В., Мямлін С. В., Новіков М. М., Трудов С. Б., Габринець В. О., Титаренко І. В. (Україна). – № u 201111933 ; заявл. 11.10.11 ; опубл. 25.06.12, Бюл. № 12. – Режим доступу:

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

- <http://uapatents.com/6-70622-sistema-komfortnogo-klimatu-pasazhirskogo-vagona.html>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
10. Система кондиціонування воздуха в купе пассажирского вагона [Електронний ресурс] : пат. RU 2488747 С2 : МПК F24F 3/00 / Рожков А. О., Олефиренко А. В., Овчинников В. В. (Российская Федерация). – № 2011134218/12 ; заявл. 15.08.11 ; опубл. 27.07.13, Бюл. № 21. – Режим доступу: <http://bankpatentov.ru/node/370491>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 11. Труфанова, А. В. Технічне діагностування системи кондиціонування повітря в пасажирських вагонах / А. В. Труфанова, В. В. Шаблій, Я. І. Гавенда // Зб. наук. пр. Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків, 2016. – Вип. 164. – С. 118–126.
 12. Установка кондиционирования воздуха салонов вагонов [Електронний ресурс] : пат. RU 135601 : МПК В61D27/00 / Закатов А. С., Жаров А. А., Старкова М. Г. (Российская Федерация). – заявл. 27.09.13 ; опубл. 20.12.13. – Режим доступу: <http://bankpatentov.ru/node/561549>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 13. Хоменко, І. Ю. Використання режиму теплового насоса для опалення плацкартних вагонів, після їх модернізації зі встановленням кондиціонера / І. Ю. Хоменко // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2013. – № 2 (191). – С. 121–124.
 14. Air cleaner for high-speed railway [Електронний ресурс] : Patent KR 101037798 B1 : IPC A61L9/22 / Old Young Jin, Kim Goo, Kim Woo-seop, Kim Sang Soo, Kim Chang-Hoon, Park Chang Young, Yoon Hyun Chul, Choi Gil-yong, Choi Yoo Mi; Korean. – № 20100087660 ; App. Date 07.09.10 ; Pub. Date 27.05.11. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/KR101037798B1/en?q=rail&q=passenger+car&q=HVAC&page=16>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 15. Air distribution box and associated rail vehicle [Електронний ресурс] : Patent EP 2977288 A1 : IPC В60Н1/00, В61D27/00 / György Kalman. – № EP20140178247 ; App. Date 24.07.14 ; Pub. Date 27.01.16. – Режим доступу: <https://encrypted.google.com/patents/EP2977288A1?cl=tr>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 16. Carwash hot-water heating system outside winter storehouse [Електронний ресурс] : Patent CN 205878601 U : IPC В60S3/04; F24D17/02; F24H4/02; F24H9/20 / Xue Qiang; Ruan Zhigang; Shui Chunyu; Fan Yinghong; Shen Jun; Hong Wei; Zhou Liming; Yu Xiaoying; Li Peng. – № CN 201620865134 ; App. Date 10.08.16 ; Pub. Date 11.01.17. – Режим доступу: <https://www.google.com/patents/CN205878601U?cl=en&hl=ru>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 17. Cordner, K. Modernization of passenger trains in the UK / K. Cordner // Modern Railways. – 2002. – № 9. – P. 39–42.
 18. Energy control mechanisms for an electric vehicle [Електронний ресурс] : Patent US 9352635 B1 : IPC В60L11/00, В60L11/18, В60Н1/00 / Seneca A. Schepmann, Robert Clippard, Tim Stafford. – № US 14/675,200 ; App. Date 31.03.15 ; Pub. Date 31.05.16. – Режим доступу: <https://www.google.com/patents/US9352635>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 19. EV Multi-Mode Thermal Management System [Електронний ресурс] : Patent US 20160107504 A1 : IPC В60Н1/00278 / Vincent George Johnston. – № 14/519,448 ; App. Date 21.10.14 ; Pub. Date 21.04.16. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/US20160107504A1/en?q=rail&q=passenger+car&q=HVAC&page=29>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 20. Fresh air control for a transport refrigeration unit [Електронний ресурс] : Patent WO 2015076872 A1 : IPC В60Н1/24, В60Н1/00 / Petr Trutnovsky, Lubos Forejt, Radim Cermak. – № PCT/US2014/040706 ; App. Date 03.06.14 ; Pub. Date 28.05.15. – Режим доступу: <http://www.google.ch/patents/WO2015076872A1?cl=en>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 21. HVAC systems for electrically-powered vehicles [Електронний ресурс] : Patent US 2016/0355068 A1, IPC В60Н1/00, В60L1/02, В60Н1/22, В60L1/00 / Andrew D. Sutherland, Stevem M. Myers. – № US 14/729,989 ; App. Date 03.06.15 ; Pub. Date 08.12.16. – Режим доступу: <http://www.freepatentsonline.com/20160355068.pdf>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 22. International Patent Classification [Електронний ресурс] // World Intellectual Property Organization. – Режим доступу: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20170101&symbol=none&menulanguage=en&lang=en&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 23. Ion generator device [Електронний ресурс] : Patent US 9289779 B2 : IPC A61L9/22, F16M13/02, В03С3/41, Н01J37/16, Н01J27/02, Н01Т23/00, Н01J37/30, В03С3/011, F02М27/04 / Charles Houston

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

- Waddell, Joseph Anton Christiansen. – № US 14/480,120 ; App. Date 08.09.14 ; Pub. Date 22.03.16. – Режим доступу: <https://www.google.ch/patents/US9289779>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
24. Mastrullo, R. Refrigerant Alternatives for High Speed Train A/C Systems: Energy Savings and Environmental Emissions Evaluation under Variable Ambient Conditions / R. Mastrullo, A. W. Mauro, C. Vellucci // *Energy Procedia*. – 2016. – Vol. 101. – P. 280–287. doi: 10.1016/j.egypro.2016.11.036.
 25. Method and device for decontaminating a confined space [Електронний ресурс] : Patent WO 2017121767 A1 : IPC A61L2/202 / Philippe Saroul. – № PCT/EP2017/050501 ; App. Date 11.01.17 ; Pub. Date 20.07.17. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/WO2017121767A1/en?q=high-speed&q=trains&q=HVAC&page=14>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 26. Method for using ozone as a disinfectant [Електронний ресурс] : Patent EP 2051743 B1 : IPC A61L2/20, A61L2/26, A61L9/015, A61L101/10 / Nigel Boast, Douglas Heselton, Jim Hudson, Gordon Esplin. – № 07785025.3 ; App. Date 02.08.07 ; Pub. Date 10.04.13, Bull. № 2013/15 – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/EP2051743B1/en?q=high-speed&q=trains&q=HVAC&page=14>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 27. Method of disinfecting one or more surfaces and/or sterilizing air, and an apparatus for use in the method [Електронний ресурс] : Patent US 9511163 B2 : IPC A61L9/20, A61L9/015, A61L2/10, G01N23/00, F24F3/16, A62B7/08, A61L9/12, A61L2/20, A61N5/00, A61L9/04, A61L2/24 / Jimmy Kjølbj Larsen. – № US 14/436,318 ; App. Date 19.10.12 ; Pub. Date 06.12.16. – Режим доступу: <https://www.google.com/patents/US9511163#classifications>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 28. Modernization of passenger cars with the replacement of the body // *International Railway Journal*. – 1998. – No. 10. – P. 58.
 29. Philipps, F. Thermal, Power and Packaging Design of an HT-PEM Fuel Cell Application for Climatization and Range Extension in Future Vehicle Concepts / Franz Philipps // 2015 International Conference on Sustainable Mobility, Applications, Renewables and Technology (SMART) (23–25 Nov. 2015). doi: 10.1109/SMART.2015.
 30. Powered distribution systems for powered rail vehicles [Електронний ресурс] : Patent US 8772962 B2 : IPC B60L3/00, B60L11/02, B60L1/00, B60L15/32, B60R16/03 / Ajith Kuttannair Kumar. – № US 13/800,393 ; App. Date 13.03.13 ; Pub. Date 08.07.14. – Режим доступу: <https://www.google.com/patents/US8772962>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 31. Refrigerant management in a HVAC system [Електронний ресурс] : Patent US 20140223936 A1 : IPC F28F13/02, F28F13/18, F25B39/02 / Jonathan Phillip Hartfield, Harry Kenneth Ring, Michael William Groen, Stephen Anthony Kujak, Ronald Maurice Cosby II. – № US 14/347,521 ; App. Date 26.09.12 ; Pub. Date 14.08.14. – Режим доступу: <https://www.google.com/patents/US20140223936>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 32. Reinforcement learning-based thermal comfort control for vehicle cabins [Електронний ресурс] / James Brusey, Diana Hintea, Elena Gaura, Neil Beloe // *Mechatronics*. – 2017. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 33. Study on the feasibility of solar powered railway system for light weight urban transport [Електронний ресурс] / S. H. Jaffery, H. A. Khan, M. Khan and S. Ali // *Proc. World Renewable Energy Forum*. – 2012. – P. 1892–1896. – Режим доступу: https://ases.conferenceservices.net/resources/252/2859/pdf/SOLAR2012_0039_full%20paper.pdf. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 34. System for operating an air conditioning compressor from alternative sources [Електронний ресурс] : Patent US 8491274 B2 : IPC F04B49/00; F04B9/14; F25B27/00 / Taylor, Richard D., Harris, Paul E. – Pub. Date 23.07.13. – Режим доступу: <http://www.freepatentsonline.com/8491274.pdf>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 35. Vehicle air system with high efficiency filter [Електронний ресурс] : Patent US 20170056806 A1 : IPC B01D46/42, B01D46/00 / Mardall Joseph, Maser Adam. – № US 14/836,852 ; App. Date 03.06.15 ; Pub. Date 02.03.17. – Режим доступу: <https://www.google.com/patents/US20170056806>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.
 36. Vehicular HVAC control systems and methods [Електронний ресурс] : Patent US 7918100 B2 : IPC B60H1/32, F24F11/00, B60H1/00 / David S. Breed, Wendell C. Johnson, Wilbur E. DuVall. – № US 11/550,926 ; App. Date 19.10.06 ; Pub. Date 05.04.11. – Режим доступу: <http://www.google.ch/patents/US7918100>. – Назва з екрана. – Перевірено : 18.01.2018.

С. Р. КОЛЕСНИКОВ^{1*}

^{1*}Каф. «Вагоны и вагонное хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 375 15 71, эл. почта ser.koles13@gmail.com, ORCID 0000-0002-0487-9257

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА: ОБЗОР ПАТЕНТОВ

Цель. Совершенствования основных систем жизнеобеспечения, в т. ч. обеспечение параметров качественного микроклимата в вагоне подвижного состава, находятся в фокусе внимания изобретателей и исследователей мира. Исследование направлено на обзор и анализ патентов в сфере системы климат-комфорта, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ССНВАС) железнодорожных пассажирских вагонов (хронологические рамки: 2011-2017 гг. со дня публикации). **Методика.** В ходе исследования был проведен обзор патентов (зарубежных и отечественных) в области ССНВАС в пассажирских транспортных средствах, в частности таких, как железнодорожные вагоны, их оптимизации и способов управления ими. Патентный поиск производился по определенным поисковым критериям: ключевым словам, временным рамкам и в различных патентных системах мира. Использован междисциплинарный подход. **Результаты.** По итогам поиска найдено 157 патентов, из которых выбрано для анализа 21 документ. Патенты систематизированы в три группы: «Новые технические и технологические решения в системах и средствах функционирования HVAC», «Новые и усовершенствованные решения для управления системой HVAC в транспортном средстве», «Озонирование воздуха в пассажирских вагонах». Установлено, что все патенты одним из аспектов имеют решения вопросов более экологичного, энергоэффективного и безопасного применения систем ССНВАС на железнодорожном транспорте. **Научная новизна.** Доказан высокий уровень проникновения связей в различных технических областях, к которым относятся патенты по ССНВАС. Установлено, что для них характерным является назначение большинства патентных решений для использования не в сугубо железнодорожной отрасли, а вообще на транспорте. **Практическая значимость.** Подтверждение высокого уровня проникновения связей в различных технических областях позволит отражать наличие технических проблем по ССНВАС и технологий их решения во всем мире. Это будет способствовать более интенсивному технологическому подъему в совершенствовании систем жизнеобеспечения пассажирского подвижного состава.

Ключевые слова: пассажирский подвижной состав; железнодорожный вагон; патент; система климат-комфорта; отопление, вентиляция и кондиционирование; HVAC

S. R. KOLESNYKOV^{1*}

^{1*}Dep. «Cars and Car Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 375 15 71, e-mail ser.koles13@gmail.com, ORCID 0000-0002-0487-9257

IMPROVEMENT OF LIFE SUPPORT SYSTEMS OF PASSENGER ROLLING STOCK: PATENT REVIEW

Purpose. Inventors and researchers of the world are focused on improvements of basic life support systems including provision of quality microclimate parameters in a car of the rolling stock. The research is aimed at reviewing and analyzing patents in the field of climate comfort, heating, ventilation and air conditioning (CCHVAC) of railway passenger cars (the chronological framework: 2011-2017 from the date of publication). **Methodology.** During the study there were reviewed patents (foreign and domestic ones) in the field of CCHVAC in passenger vehicles, in particular railway cars, their optimization and ways of managing them. Patent search was carried out according to certain search criteria: keywords, time frames and in various patent systems of the world. An interdisciplinary approach was used. **Findings.** Based on the search results, 157 patents were found, 21 documents of which were selected for analysis. Patents are systematized into three groups: "New technical and technological solutions in systems and functioning facilities of HVAC", "New and improved solutions for HVAC system management in a vehicle", "Air ozonation in passenger cars". It is established that all patents have one of the aspects

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

that have solutions to the issues of more environmentally friendly, energy efficient and safe application of CCHVAC systems in railway transport. **Originality.** It was proved a high level of link penetration in various technical fields, which include patents with CCHVAC. It is established that it is characteristic for them to designate the majority of patent solutions for use not in the purely railway industry, but in transport in general. **Practical value.** Confirmation of the high level of link penetration in various technical fields will make it possible to reflect technical problems with CCHVAC and technologies for their solution throughout the world. This will contribute to a more intensive technological upgrade in the improvement of life support systems for passenger rolling stock.

Key words: passenger rolling stock; railway car; patent; climate-comfort system; heating, ventilation and air conditioning; HVAC

REFERENCE

- Gabrinets, V. A., & Tytarenko, I. V. (2014). Concept of the minimum energy passenger car with use of unconventional energy sources. *Science and Transport Progress*, 4(52), 111-118. doi: 10.15802/stp2014/27326. (in Russian)
- Kiselev, I. G., Kudrin, M. Y., & Priymin, V. P. (2014). O vybore khladagenta dlya klimaticheskikh ustanovok passazhirskogo podvizhnogo sostava. *Sovremennye tekhnologii transportu*, 3, 85-90. (in Russian)
- Kolesnykova, T. O., Pominova, O. V., & Kolesnykov, S. R. (2016). Obtaining of new knowledge in concerning «air conditioning» at the railway transport: scientometric aspect. *Science and Transport Progress*, 3(63), 7-19. doi: 10.15802/stp2016/74708. (in Ukrainian)
- Rozhkov, A.O., Olefirenko, A.V., & Ovchinnikov, V.V. (2014). *RU Patent No. 2512068*. Moscow: Federalnaya sluzhba po intelektualnoy sobstvennosti Retrieved from <http://www.freepatent.ru/images/patents/510/2512068/patent-2512068.pdf>. (in Russian)
- Mokrousov, S. D., Tsygan, B. G., & Tsygan, A. B. (2013). Modernizatsiya passazhirskogo podvizhnogo sostava v Velikobritanii (obzor zarubezhnoy pechati). *Car Fleet*, 11(80), 52-60. (in Russian)
- Ponomarenko, O. V. (2017). The prospects for improving the technical state of rolling stock on the railways of Ukraine. *Science and Transport Progress*, 1(67), 88-95. doi: 10.15802/stp2017/93162. (in Ukrainian)
- Sinchuk, O. N., Boyko, S. N., & Dyachenko, V. S. (2014). Osobennosti zaryada akkumulyatornykh batarey v sostave vetroenergeticheskogo kompleksa v usloviyakh passazhirskikh vagonov. *Energy saving. Power engineering. Energy audit. Spetsialnyy vypusk: Silovaya elektronika i energoeffektivnost*, 9(1), 92-97. Retrieved from <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/14643>. (in Russian)
- Shcherbak, M.A., Boiko, S.M., Mykhailychenko, D.A., & Sinchuk, O.M. (2013). *UA Patent No. 84633*. Kyiv: Derzhavnyi departament intelektualnoi vlasnosti. Retrieved from <http://uapatents.com/5-84633-sistema-keruvannya-asinkhronnim-generatorom-u-skladi-vitroelektrotekhnichnogo-kompleksu.html>. (in Ukrainian)
- Khrystian, Y. V., Myamlin, S. V., Novikov, M. M., Trudov, S. B., Habrynets, V. O., & Tytarenko, I. V. (2012). *UA Patent No. 70622*. Kyiv: Derzhavnyi departament intelektualnoi vlasnosti. Retrieved from <http://uapatents.com/6-70622-sistema-komfortnogo-klimatu-pasazhirskogo-vagona.html>. (in Ukrainian)
- Rozhkov, A. O., Olefirenko, A. V., & Ovchinnikov, V. V. (2013). *RU Patent No. 2488747*. Moscow: Federalnaya sluzhba po intelektualnoy sobstvennosti. Retrieved from <http://bankpatentov.ru/node/370491>. (in Russian)
- Trufanova, A. V., Shablii, V. V., & Havenda, Y. I. (2016). Tekhnichne diahnostuvannya systemy kondytsinuvannya povitria v pasazhyrskykh vahonakh. *Collected Scientific Works of Ukrainian State University of Railway Transport*, 164, 118-126. (in Ukrainian)
- Zakatov, A. S., Zharov, A. A., & Starkova, M. G. (2013). *RU Patent No. 135601*. Moscow: Federalnaya sluzhba po intelektualnoy sobstvennosti. Retrieved from <http://bankpatentov.ru/node/561549>. (in Russian)
- Khomenko, I. Y. (2013). Vykorystannya rezhymu teplovoho nasosa dlia opalennia platskartnykh vahoniv, pislia yikh modernizatsii zi vstanovlenniam kondytsionera. *Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, 2(191), 121-124. (in Ukrainian)
- Old Young Jin, Kim Goo, Kim Woo-seop, Kim Sang Soo, Kim Chang-Hoon, Park Chang Young, ... Choi Yoo Mi (2011). *Patent KR 101037798 B1*. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/KR101037798B1/en?q=rail&q=passenger+car&q=HVAC&page=16>. (in English)
- Kalman, G. (2016). *Patent EP 2977288 A1*. Retrieved from <https://encrypted.google.com/patents/EP2977288A1?cl=tr>. (in English)
- Xue Qiang, Ruan Zhigang, Shui Chunyu, Fan Yinghong, Shen Jun, Hong Wei, ... Li Peng. (2017). *Patent CN 205878601 U*. Retrieved from <https://www.google.com/patents/CN205878601U?cl=en&hl=ru>. (in English)
- Cordner, K. (2002). Modernization of passenger trains in the UK. *Modern Railways*, 9, 39-42.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

18. Seneca A. Schepmann, Robert Clippard, & Tim Stafford (2016). *Patent US 9352635 B1*. Retrieved from: <https://www.google.com/patents/US9352635>. (in English)
19. Vincent George Johnston (2016). *Patent US 20160107504 A1*. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US20160107504A1/en?q=rail&q=passenger+car&q=HVAC&page=29>. (in English)
20. Petr Trutnovsky, Lubos Forejt, & Radim Cermak (2015). *Patent WO 2015076872 A1*. Retrieved from <http://www.google.ch/patents/WO2015076872A1?cl=en>. (in English)
21. Andrew D. Sutherland, & Stevem M. Myers (2016). *Patent US 2016/0355068 A1*. Retrieved from <http://www.freepatentsonline.com/20160355068.pdf>. (in English)
22. International Patent Classification. *World Intellectual Property Organization*. Retrieved from <http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20170101&symbol=none&menulanguage=en&lang=en&viewmode=f&fipccp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. (in English)
23. Charles Houston Waddell, & Joseph Anton Christiansen (2016). *Patent US 9289779 B2*. Retrieved from <https://www.google.ch/patents/US9289779>. (in English)
24. Mastrullo, R., Mauro, A.W., & Vellucci, C. (2016). Refrigerant Alternatives for High Speed Train A/C Systems: Energy Savings and Environmental Emissions Evaluation under Variable Ambient Conditions. *Energy Procedia*, 101, 280-287. doi: 10.1016/j.egypro.2016.11.036. (in English)
25. Saroul, P. (2017). *Patent WO 2017121767 A1*. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/WO2017121767A1/en?q=high-speed&q=trains&q=HVAC&page=14>. (in English)
26. Boast, N., Heselton, D., Hudson, J., & Esplin, G. (2013). *Patent EP 2051743 B1*. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/EP2051743B1/en?q=high-speed&q=trains&q=HVAC&page=14>. (in English)
27. Larsen, J. K. (2016). *Patent US 9511163 B2*. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US9511163#classifications>. (in English)
28. Modernization of passenger cars with the replacement of the body. (1998). *International Railway Journal*, 10, 58. (in English)
29. Philipps, F. (2015). Thermal, Power and Packaging Design of an HT-PEM Fuel Cell Application for Climatization and Range Extension in Future Vehicle Concepts. In. *2015 International Conference on Sustainable Mobility, Applications, Renewables and Technology (SMART)*. doi: 10.1109/SMART.2015. (in English)
30. Ajith Kuttannair Kumar (2014). *Patent US 8772962 B2*. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US8772962>. (in English)
31. Jonathan Phillip Hartfield, Harry Kenneth Ring, Michael William Groen, Stephen Anthony Kujak, & Ronald Maurice Cosby II (2014). *Patent US 20140223936 A1*. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US20140223936>. (in English)
32. Brusey, J., Hintea, D., Hintea, E., & Beloe, N. (2017). Reinforcement learning-based thermal comfort control for vehicle cabins. *Mechatronics*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics>. (in English)
33. Jaffery, S. H., Khan, H. A., Khan, M., & Ali, S. (2012). Study on the feasibility of solar powered railway system for light weight urban transport. *Proc. World Renewable Energy Forum*. 1892-1896. Retrieved from https://ases.conferenceservices.net/resources/252/2859/pdf/SOLAR2012_0039_full%20paper.pdf. (in English)
34. Taylor, Richard D., & Harris, Paul E. (2013). *Patent US 8491274 B2*. Retrieved from <http://www.freepatentsonline.com/8491274.pdf>. (in English)
35. Mardall Joseph, & Maser Adam (2017). *Patent US 20170056806 A1*. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US20170056806>. (in English)
36. David S. Breed, Wendell C. Johnson, & Wilbur E. DuVall (2011). *Patent US 7918100 B2*. Retrieved from <http://www.google.ch/patents/US7918100>. (in English)

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. В. О. Габрінцем (Україна)

Надійшла до редколегії: 09.10.2017

Прийнята до друку: 16.01.2018