

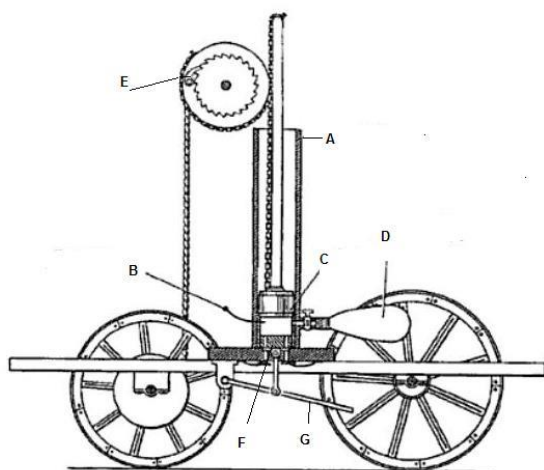
Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЧАСТИНА 1. ЛЕГКОВІ ВОДНЕВІ АВТОМОБІЛІ

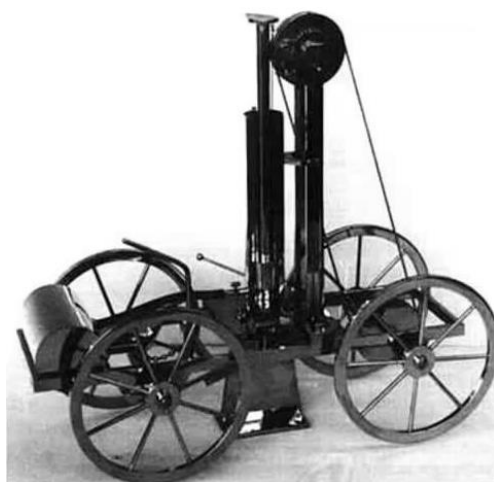
В роботі в стислій формі наведені деякі данні, що стосуються сьогоденного стану легкових автомобілів, що працюють на водневому паливі

В даній роботі продовжені напрацювання, що стосуються огляду автомобілів, що працюють на водневому паливі, а також досліджень пов'язаних з водневою стійкістю матеріалів [1-42]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування водневих та споріднених технологій, що пов'язані з автомобільною галуззю.

Перша згадка про «воднемобіль» відноситься до 1807 року, коли француз Франсуа Ісаак де Ріваз (фр. François Isaac de Rivaz) запатентував саморушний візок з ручним приводом клапаном, що дозволяв дозувати водень і повітря [43].



а



б

Рисунок 1 – Автомобільний екіпаж де Ріваза (1807) [44-47]

Двигун автомобільного екіпажу де Ріваза працював на водні, мав шатунне-поршневу систему роботи й іскрове запалювання, як у сучасних ДВЗ. Циліндр приводився в рух детонацією суміші водню і кисню електричною іскрою. Іскра подавалася в ручну коли поршень повністю опускався. Даний примітивний двигун мав дуже низький ККД і не був комерційно успішним [46].

Паливний елемент створює електрику, перетворюючи енергію, що виділяється, коли позитивно заряджені іони водню реагують з киснем. Цей принцип був вперше продемонстрований понад 200 років тому в 1801 році [48].

Паливні елементи були відкриті британцем Уільямом Робертом Гроув в 1839 році [43]. Цей випускник Оксфорда показав, що процес електролізу – розщеплення води на водень і кисень під дією електричного струму – є оборотним. Іншими словами, водень і кисень можуть бути з'єднані хімічним шляхом з утворенням електричних зарядів. Побудоване Гроувом обладнання було досить простим: два електроди розміщувалися в камері, в яку подавалися під

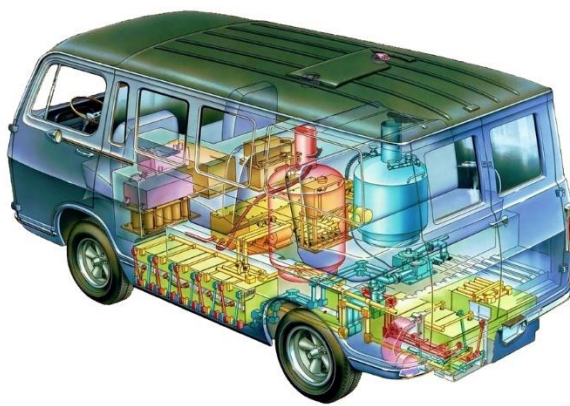
тиском обмежені порції чистого водню і кисню. В силу невеликих обсягів газу, а також завдяки хімічним властивостям вугільних електродів в камері відбувався не вибух, а повільна реакція з виділенням тепла, води й, найголовніше, з утворенням різниці потенціалів між електродами [49].

На початку 1960-х років паливні елементи були застосовані до практичної роботи, їх почали використовувати супутники НАСА (NASA).

Робота над Електрованом (GM Electrovan) (рис. 2) розпочалася в січні 1966 року і була завершена вчасно для демонстрації на шоу "Сила прогресу" (Progress of Power show) в жовтні. Команда з 200 робітників працювала в три зміни на добу, щоб вкластись в термін (дедлайн) [48].



а



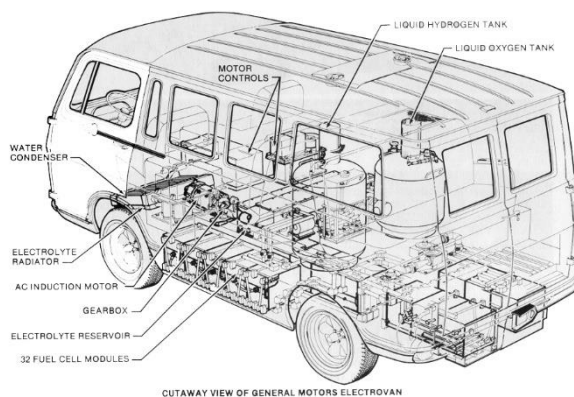
б

Рисунок 2 – GM Electrovan Concept 1966 [48, 50, 51]

Хоча струнка і сексуальна спортивна машина, можливо, була би більш привабливою базою для системи паливних елементів, команді довелося використовувати фургон просто тому, що пакет був настільки величезний, що зайняв весь вантажний простір фургона (рис. 2 б). Керував проектом доктор Craig Marks (рис. 3) [52].



а



б

Рисунок 3 – GM Electrovan Concept 1966 [52]

Він був першим автомобілем на водневих паливних елементах. Паливну установку розробила компанія Union Carbide, вона була заснована на застосуванні рідкого водню і кисню для вироблення електрики, яке і призводило в рух колеса. У середині фургона розташовувалися

дві великі місткості (ємності), одна для кисню й одна для водню. Автомобіль розвинув досить не погану швидкість в 63 - 70 миль на годину. Запас ходу становив приблизно 120 миль. Після ряду випробувань і презентацій серед журналістів, а так само тривалому процесу експлуатації на території заводів General Motors, компанія прийшла до висновку про недоцільність масового виробництва через відсутність інфраструктури та високу ціну проєкт [52].

У 1979 році компанія BMW випустила перший автомобіль (рис. 4), який цілком успішно їздив на водні, який випускав з вихлопної труби водяну пару. В епоху посилення боротьби зі шкідливими вихлопами машина була сприйнята як виклик консервативному автомобільному ринку. Слідом за BMW в екологічну сторону потягнулися й інші виробники. До кінця століття кожна автокомпанія, що себе поважає, мала в запаснику хоча б один концепт-кар, який працює на водневому паливі [53, 54].



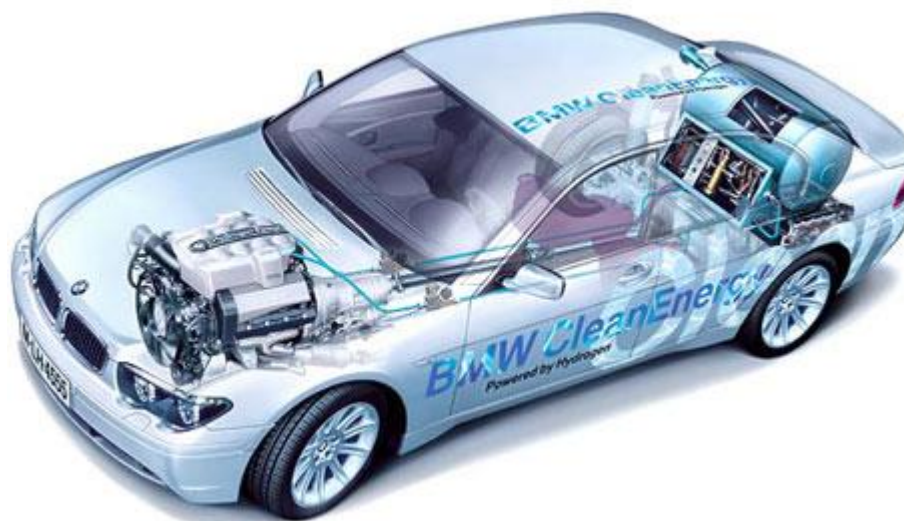
Рисунок 4 – Автомобіль на водні BMW 520h [54]

У 1984 році компанія BMW представила експериментальний седан BMW 745i з двигуном, що працює на водні. З того часу компанія неодноразово демонструвала оригінальні конструкції з використанням водню. У 1997 році компанія BMW почала дослідження в області створення водневих паливних елементів (fuel cell). У 2006 році компанія налагодила малосерійний випуск седана BMW Hydrogen 7 [55].



Рисунок 5 – BMW Hydrogen 7 [56]

BMW Hydrogen 7 став одним з самих передових автомобілів, тому коштував приблизно півтора мільйона доларів [57].



Рисцнок 6 – BMW Hydrogen 7 [57]

В процесі розробки Hydrogen 7 були поєднані воднева технологія і характерні для моделей баварської марки динамічність, плавність роботи й люксове оснащення. Потужність інноваційного 12-циліндрового силового агрегату, який працює як на водні, так і на звичайному бензині, становила 191 кВт/260 к.с. при 5100 об/хв і крутному моменті 390 Нм при 4300 об/хв [56].

Седан розганявся до 100 км/год за 9,5 сек. Максимальна швидкість машини складала 230 км/г і обмежувалася електронікою. Завдяки системі управління роботою мотора його потужність залишалася однаковою незалежно від виду споживаного палива. При цьому, за інформацією BMW, на 100 км в середньому витрачалось всього 3,6 кг рідкого водню (в BMW відзначають, що це еквівалентно 13,3 л традиційного палива), в той час як при русі автомобіля на бензині на 100 км споживається 13,6 л палива. Hydrogen 7 оснащувався шестисхідчастою автоматичною трансмісією з приводом на задні колеса. Довжина BMW Hydrogen становить 5179 мм при ширині 1902 мм і висоті 1489 мм [56].



Рисунок 7 – 12-циліндровий двигун BMW Hydrogen 7 об'ємом 6 літрів [58]

Водень зберігався в рідкій формі при температурі не вище -253°C . Бак для зберігання водню двошаровий. Між шарами в вакуумі розташовані 70 шарів спеціальної піни. BMW спільно з South German Technical Inspection Authority (TÜV) провели серію випробувальних тестів для системи зберігання водню. Тести розробляла Magna Steyr (дочірнє підприємство Magna International). В ході випробувань водневий бак руйнували під високим тиском, нагрівали на відкритому вогні до температури 1000°C протягом 70 хвилин, деформували твердими й важкими предметами.

До травня 2007 року BMW зробила 100 автомобілів Hydrogen 7. З них 70 продані в лізинг в Європі, а 25 - в США. Всього автомобілі BMW Hydrogen 7 до березня 2008 року проїхали в усьому світі понад 2 мільйонів км. 31 березня 2008 BMW представила монопаливну версію BMW Hydrogen 7, що працює тільки на водні [59].

Toyota Mirai вперше був представлений публіці в листопаді 2013 року на Токійському автосалоні [60]. Це водневий гібридний автомобіль на паливних елементах. 16 листопада 2014 року президент компанії Toyota Акіо Тойода офіційно оголосив, що автомобіль буде називатися Toyota Mirai. Автомобіль заснований на концепт-карі Toyota FCV [60]. Продажі в Японії стартували 15 грудня 2014 за ціною 6 700 000 японських ієн (близько 57 500 доларів США), а в США і Європі в четвертому кварталі 2015 року [60, 62].



Рисунок 8 – Toyota Mirai [63]

Обсяг продажів Toyota Mirai в США склав 1 700 автомобілів у 2018 році й 1 502 автомобілі у 2019 році [62]. У жовтні 2019 року компанія Toyota представила друге покоління Toyota Mirai 2021 модельного року [64]. Технічні характеристики: модель кузова - ZBA-JPD10-CEDSS. Мінімальний дорожній просвіт - 130 мм. У базовій комплектації йдуть легкосплавні диски R17, а розмір шин 215/55. Мінімальний радіус повороту - 5,7 м.

Серцем автомобіля є гібридна установка на водневих паливних елементах під назвою FC stack, модель установки - FCA110. В результаті хімічної реакції взаємодії водню і кисню виробляється електроенергія. Реакція відбувається без процесу горіння. Максимальний ККД перетворення водню в електричний струм складає 83%. Для порівняння 1,3-літровий бензиновий двигун VVT-iE компанії Toyota, який був розроблений на початку 2014 року має максимальний ККД 38%, що зараз є найвищим показником у світі серед автомобільних ДВЗ. На практиці ж, середньостатистичний двигун компанії Toyota має ККД 23% [65].



Рисунок 9 – Toyota Mirai fuel cell sedan [64]

Максимальна потужність установки становить 114 кіловатів. Вторинна батарея — це нікель-метал-гідридний акумулятор з максимальною вихідною потужністю 21 кіловат. В акумуляторі зберігається енергія від рекуперативного гальмування. У разі, коли автомобілю необхідна максимальна потужність, наприклад при різких прискореннях, на допомогу електромотору приходить енергія вторинного акумулятора. На автомобіль встановлюється синхронний електродвигун змінного струму, розроблений компанією Toyota. Даний двигун працює як генератор при гальмуванні, регенеруючи енергію у вторинний акумулятор. Максимальна потужність електродвигуна становить 113 кіловатів (154 л. С.). Електричний струм, що виробляється на паливних елементах проходить через підвищувальний перетворювач, в якому постійний струм перетвориться в змінний, а напруга збільшується до 650 вольтів [64].

Блок управління живленням складається з інвертора, який перетворює постійний струм в змінний. Блок живлення здійснює точний контроль над вихідною потужністю паливних елементів в залежності від стилю водіння. Під днищем автомобіля розташовуються 2 резервуари для зберігання водню під тиском 70 МПа. Один балон знаходиться в передній частині автомобіля, його ємність (місткість) 60,0 літрів, а другий балон місткістю 62,4 літра знаходиться ззаду. Всього у два балони вміщається до 5 кілограмів водню. Максимальна дальність поїздки на одній заправці становить 650 кілометрів в режимі JC08 (японський метод вимірювання витрати палива). Час повної заправки двох балонів становить 3 хвилини. Максимальна швидкість 175 км/г [64].

У Франкфурті (2019 р.) дебютував BMW X5 і Hydrogen Next - концепція, яка демонструє можливості впровадження технології паливних елементів, що працюють на водні. У 2022 році компанія має намір запустити дрібносерійне виробництво таких автомобілів, а масовий випуск почнеться не раніше, ніж у 2025 році [66, 67].



Рисунок 10 – BMW X5 i Hydrogen Next [66, 67]

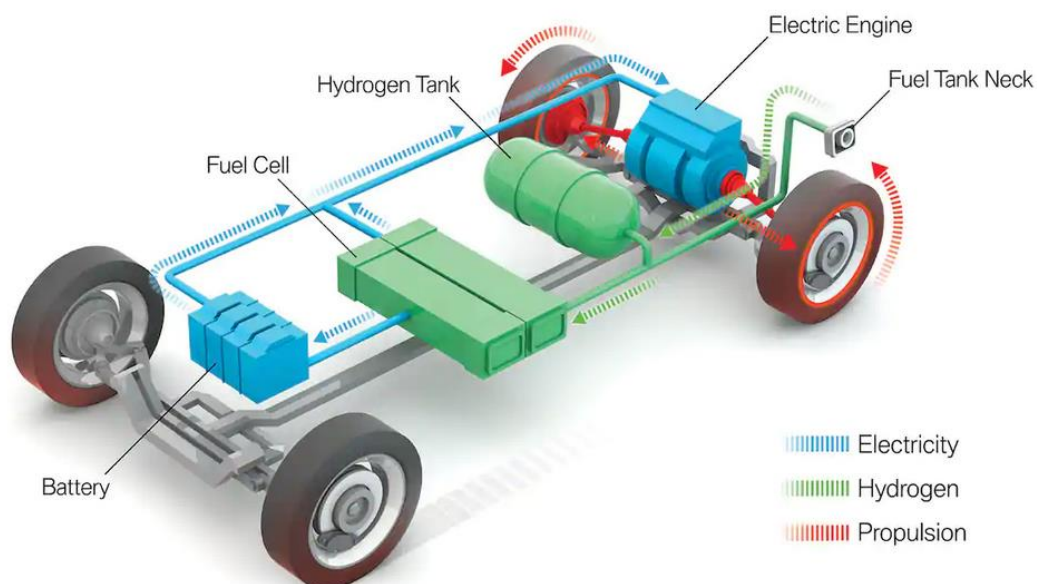


Рисунок 11 – Компоновка «водневого» автомобіля [67]

В області приводної системи з використанням технології водневих паливних елементів BMW співпрацює з Toyota. Компанії підписали відповідну угоду про партнерство ще у 2016 році [66].

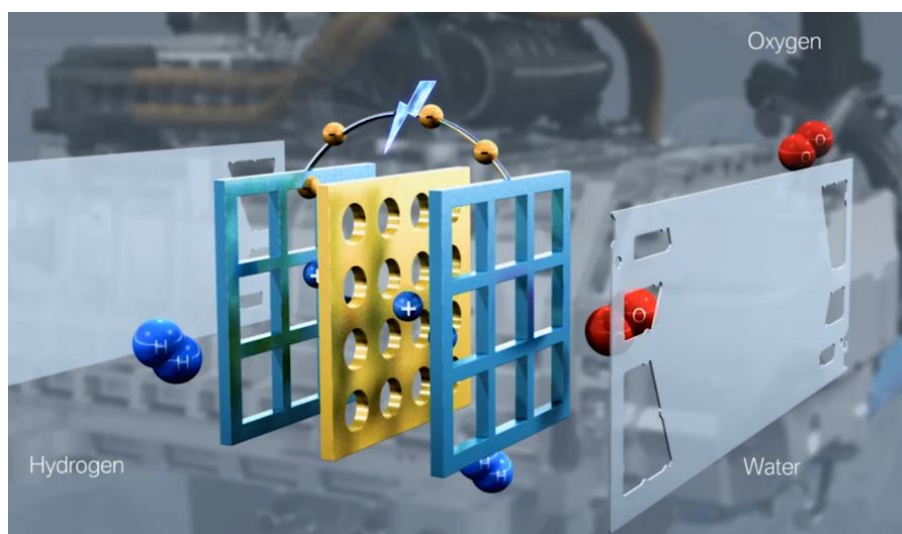


Рисунок 12 – Схема роботи водневого паливного елемента [67]

У січні 2017 року BMW Group і Toyota об'єдналися з 11 провідними енергетичними, транспортними й промисловими компаніями для запуску глобальної ініціативи, що отримала назву «Воднева рада». Її метою стало «створення єдиного бачення енергетичної революції» і її просування. Сьогодні до складу ради входять приблизно 60 компаній [66].

Китайські компанії до 2023 року планують вкласти у водневу галузь понад 17 млрд доларів. Уряд хоче, щоб за 10 років дорогами Піднебесної їздив 1 млн водневих авто. Основні підприємства, що працюють у цьому напрямку, — Anhui Mingtian Hydrogen Energy Technology Co., Shanghai Shenli Technology Co, Sunrise Power Co. та Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology [68].

Компанія Grove Hydrogen Automotive Co Ltd вперше продемонструвала новий розкішний автомобіль з водневими паливними елементами на презентації в своїй штаб-квартирі в китайській Кремнієвій долині в Ухані (кит. упр. 武汉, пиньинь: Wǔhàn) [69].



Рисунок 13 – Водневий хетчбек з запасом ходу більше 1000 км від Grove Hydrogen Automotive [69]

Серійно випускати автомобілі під маркою Grove китайці мають намір вже з 2020 року. Свою назву бренд отримав на честь англійського фізика Вільяма Роберта Гроува (про нього мова йшла на початку публікації), винахідника гальванічного елемента.

Представлений хетчбек обладнаний силовою установкою на водневих паливних елементах і здатний на одному баку проїжджати понад 1000 кілометрів (водневий Honda Clarity Fuel Cell проїжджає 590, а Toyota Mirai - 502 кілометри). Кузов автомобіля зроблений з вуглепластику, а всі чотири двері розчиняються вгору і в бік [69].

Проект машини на паливних елементах з'явився у китайських розробників у вересні 2016 року. Їх первістком став спортивний Activity Vehicle, який продемонстрував на Шанхайському автосалоні у квітні 2019 року неперевершений запас ходу на одній заправці. Уже в найближчі кілька років компанія має намір випустити цілий ряд моделей на своїй інноваційній технологічній платформі [69, 70].



Рисунок 14 – Китайський водневий автомобіль [70]

Grove Hydrogen вийшла з тіні на Шанхайському автошоу, де представила три моделі водневих автомобілів. Це стандартна для початківців китайських стартапів лінійка: два кросовера, що відрізняються розмірами і купе [70]. Також є спортивний варіант Granite зі зміненим дизайном кузова [71].

Заправка водневого бака займає всього лише три хвилини, а при їзді з вихлопної труби виходить екологічно безпечна водяна пара. Багато хто може подумати, що Grove Obsidian схожий на пересувну водневу бомбу, але це помилкова думка. Паливний бак спроектований так, щоб витримувати будь-які аварії. Якщо в ньому утворюється отвір, водень випливає з нього в стислому рідкому вигляді, згоряє за півтори хвилини і розігріває кузов максимум до 47 градусів Цельсія [71].

А з 2021 року Grove сподівається вивести на дороги країни близько 10 000 своїх автомобілів. Уже названа приблизна ціна старшої моделі кросовера — близько \$ 112 тис., що можна порівняти з Tesla Model X.

Керівництво Grove сподівається, що до моменту появи їх автомобілів на дорогах проблеми з числом заправних станцій не буде. Відомо, що уряд підтримує плани державних і приватних компаній щодо розгортання мереж водневих заправок. Якщо програми реалізують, то в Шанхаї до 2025 року буде близько 50 станцій [70].

Компанія Mingtian Hydrogen, назва якої перекладається як «Водень завтрашнього дня», планує інвестувати 363 млн доларів у створення промислового парку в провінції Аньхой. Серійне виробництво водневих паливних елементів тут має розпочатися наступного року. До 2022 року щорічно буде випускатися 100 тис. комплектів, а до 2028 року - 300 тис. [71].

Концерн Mercedes-Benz також випустив власний водневий електрокар [72, 73]. Максимальна швидкість становить 160 км/год.



Рисунок 15 – Водневий електрокар від Mercedes-Benz [72]

Mercedes-Benz GLC F-CELL - унікальний гібрид «плагінів», окрім електрики, він також може працювати на чистому водні. Позашляховик — це повністю електричний автомобіль, придатний для повсякденного використання, який не викидає CO₂ під час роботи. Взаємодія між акумулятором і паливом, довгий діапазон і короткі терміни заправки роблять GLC F-CELL автомобілем, який може похвалитися високою повсякденною практичністю. Дві цистерни з вуглецевого волокна у підлозі автомобіля вміщують 4,4 кг водню. Завдяки глобалізованій стандартизованій технології на 700 барів резервуар водню можна поповнити протягом всього трьох хвилин — так швидко, як заведено, коли заправляють автомобіль з двигуном, що працює на бензині чи дизелі. При споживанні водню близько 1 кг/100 км GLC F-CELL досягає приблизно 430 кілометрів за циклом NEDC; в гібридному режимі він додатково забезпечує до 51 км від повністю зарядженого акумулятора. Водночас, потужність складає 155 кВт та допомагає забезпечити високу динаміку руху [72, 73].

Висновки. В роботі стисло розглянуті деякі шляхи становлення легкових водневих автомобілів. На думку фахівців, водень є дуже перспективним енергоносієм, оскільки його кількість в природі практично необмежено. Крім того, оскільки він є компонентом води й більшості органічних сполук, його використання не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Список літературних джерел

1. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. // Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels. Водневе окрихчення зварних з'єднань Cr–Mn аустенітних сталей // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів Problems of corrosion and ckrksion protection of materials Physicochemical mechanics of materials.– Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.
2. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17 - 29.
3. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008.-s.91-102. [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c\\$1&qt=IN_PAGE](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c$1&qt=IN_PAGE).
4. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ściernie i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16. Режим доступу: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0033-0023>.
5. .Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/oddziaływanie-wodoru-na-kształtowanie-i-odprowadzenie-wiorow-w-obrobce-skrawaniem-stali-wysokostopowych-z-uzyciem-ekologicznych-ciecz-smarujaco-chlodzacych.html>.
6. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.
7. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607. Режим доступу: <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>
8. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27. [10.1109/ELIT.2019.8892275](https://doi.org/10.1109/ELIT.2019.8892275)
9. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008. - s.91 - 102. Режим доступу: [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c\\$1&qt=IN_PAGE](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c$1&qt=IN_PAGE).
10. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля //Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2.– С.170 - 175.
11. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводораживания // Тези Всеукраїнської конференції молодих вчених "Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології" (СММТ-2008). – Киев. 2008. С. 73. Режим доступу: <http://www.smmt2008.nas.gov.ua/ScientificProgram/12/Pages/posters1.aspx>.
12. Колесников В.А., Калинин. А.В. Водородный фактор износа в узлах трения

автомобилей // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009. – С. 111 – 115.

13. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.

14. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576 - 581.

15. Колесніков В.О., Калінін О. В., Манченко М. В. Вплив воденьовмісних середовищ на зношування вузлів тертя навантажених механізмів / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С.254 – 257.

16. Колесніков В.О., Дев'яткін Ю. С., Дев'яткін Д. С. Комп'ютерне моделювання сплавів з урахуванням впливу водню / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С. 258 – 261.

17. Балицкий О.И., Колесников В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фізико -хімічна механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.

18. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводороживания // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання , 2009. – № 5.

19. Колесников В.А., Балицкий А.И., Хмель Я. Особенности морфологии продуктов износа высокоазотистых сталей до наводороживания и после, в условиях сухого трения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 6(136). – Частина 2. – С.185 - 192.

20. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OL PAN, 2010, 10A, 271 - 275 p. Режим доступу: <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TMot10a/Kolesnikov.pdf>.

21. Балицкий О.И., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельников С.Д. Водневостійка сталь. Патент 47554 на корисну модель № України, МПК C22C 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл. № 3, 2010 - 4 с.

22. Колесников В.А. Влияние водородсодержащих сред на эксплуатационную стойкость оборудования пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, 3-4 листопада 2010 року в СХУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 20 - 21.

23. Манченко М.В., Колесников В.А. Новые сплавы для пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, (3-4 листопада 2010 р. СХУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 27 - 28.

24. Триботехнические свойства азотистых марганцевых сталей в условиях трения качения при добавлении в зону контакта порошков (GaSe) [x]In[1-x] [Текст] / А. А. Балицкий, В. А. Колесников, О. Б. Вус // Металлофизика и новейшие технологии. - 2010. - Т. 32, N 5. - С. 685 - 695.

25. Колесников В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. Современные представления об атоме водорода // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.

26. Колесников В.А., Балицкий А.И. Повышение водородной стойкости

холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: 36. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СНУ.- 2011. – С. 81 – 87.

27. Балицький О. І., Колесніков В.О., Хмель Я. Вплив водню на експлуатаційні властивості сталевих деталей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. м. Краснодар. – С. 14 - 16.

28. Курылев В.О., Тупельняк О.Л. Колесников В.А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 104 - 107.

29. Коровин Я.В., Савченко Е.О., Колесников В.А. Влияние водорода на эксплуатационные свойства деталей из металлических сплавов // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 108 - 111.

30. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження зносотривкості високоазотних сталей за умов сухого тертя ковзання // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2012, 48. – № 5. – С. 78 – 82.

31. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32 - 37.

32. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О. Сучасні уявлення про водневе матеріалознавство та водень // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 32 - 38.

33. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // Materials Science, Vol. 48, No. 5, March, 2013 P. 642 – 646.

34. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 366 - 368.

35. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 369 - 371.

36. Бихдрикер А.С., Калинин А.В, Колесников В.А. Магнитометрическая система взвешивания автопоездов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 371 - 375.

37. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.

38. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р. 92 - 100 с.

39. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 216 - 223.

40. Балицький О.І., Барна Р.А., Іваськевич Л.М., Колесніков В.О. Тріщиностійкість та довговічність нікель- кобальтових сплавів у водні // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-

- технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 24 – 26.
41. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.
42. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 – 83.
43. Щербак Г.М. Автомобили на водородных топливных элементах на примере Toyota Mirai. Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27910/Avtomobili_na_vodorodnyh_toplivnyh_elementah_na_primere_Toyota_Mirai.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
44. Риваз, Франсуа Исаак де. Вікіпедія. Свободная энциклопедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%B7,%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%B0%D0%98%D1%81%D0%B0%D0%B0%D0%BA%D0%B4%D0%B5>.
45. Автор: François Isaac de Rivaz 1752–1828) -1804 patent in the Republic of Valais, Общественное достояние. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28>.
46. Первый двигатель внутреннего сгорания. Режим доступа: https://pikabu.ru/story/pervyy_dvigatel_vnutrennego_sgoraniya_6177462.
47. The History of the Automobile - The Internal Combustion Engine and Early Gas-Powered Cars. Режим доступа: <https://www.thoughtco.com/who-invented-the-car-4059932>.
48. GM's Electrovan hydrogen fuel cell vehicle turns 50. Режим доступа: <https://www.motor1.com/news/100867/first-hydrogen-fcv-gm>.
49. Андрей Борзенко. Топливные элементы для мобильных устройств. Режим доступа: <https://www.computer-museum.ru/technlgy/fuelcell.htm>.
50. GM Electrovan Concept 1966. Режим доступа: https://www.autowp.ru/gm/c_electrovan_concept/pictures/bnt7z3.
51. Автомобили на водородном топливе: создание, развитие, перспективы. Режим доступа: <https://ev-avto.ru/vodorodnye/avtomobili-na-vodorodnom-toplive-sozdanie-razvitie-perspektivy>.
52. Экология по Американски – Проект GM Electrovan. Режим доступа: <https://www.drive2.ru/c/915998>.
53. Водородные автомобили. Режим доступа: <http://900igr.net/prezentatsii/khimija/Vodorod/017-Vodorodnye-avtomobili.html>.
54. First Details on the BMW i Hydrogen NEXT Fuel Cell Vehicle BMW is keeping the faith in fuel cell technology, with an assist from Toyota. Режим доступа: <https://www.designnews.com/batteryenergy-storage/first-details-on-bmw-i-hydrogen-next-fuel-cell-vehicle/20529667362735>.
55. BMW 5-Series Gran Turismo стала водородной. Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/news/novinka/bmw-5-series-gran-turismo-stala-vodorodnoy-48324.html>.
56. Водородный BMW Hydrogen 7 готов к серийному производству... Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/5825a3c89a79474743127d57>.
57. BMW Hydrogen 7 – автомобиль будущего. Режим доступа: <https://autopoisk24.net/bmw/bmw-hydrogen-7-avtomobil-budushchego>.
58. Автор: Claus Ableiter - собственная работа, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3541727>.
59. BMW Hydrogen 7. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/BMW_Hydrogen_7.
60. Toyota Mirai — серийный автомобиль на водороде. Режим доступа: <https://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle/>
61. Toyota Shows Off Fuel-Cell Automobile. Режим доступа:

https://www.nytimes.com/2013/11/21/business/international/toyota-unveils-fuel-cell-concept-automobile.html?_r=0.

62. Toyota Mirai Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Toyota_Mirai.

63. Автор: Turbo-туу-з - собственная работа, CC BY-SA 4.0. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38391539>.

64. Toyota Ushers in the Future with Launch of 'Mirai' Fuel Cell Sedan. Режим доступа: <https://global.toyota/en/detail/4198334>.

65. Toyota Develops Engines with Improved Thermal, Fuel Efficiency. Режим доступа: <https://global.toyota/en/detail/mail/1693527>.

66. У BMW появился X5, который работает на водороде. Режим доступа: <https://motor.ru/news/bmw-x5-i-hydrogen-next-10-09-2019.htm>.

67. Hydrogen fuel cell cars: everything you need to know. Режим доступа: <https://www.bmw.com/en/innovation/how-hydrogen-fuel-cell-cars-work.html>.

68. Вадим Єрченко. Китай вкладе 17 млрд \$ у створення автомобілів на водні. Режим доступа: <https://tokar.ua/read/34700>.

69. Перший китайський автомобіль на водні Grove отримав запас ходу 1000 км. Режим доступа: <https://building-tech.org/pervyj-kitajskij-avtomobil-na-vodorode-grove-poluchil-zapas-hoda-1000-km>.

70. Grove Hydrogen показала сразу три водородных автомобиля. Режим доступа: <https://hightech.plus/2019/04/22/grove-hydrogen-pokazala-srazu-tri-vodorodnih-avtomobilya>.

71. Водородное будущее Китая. Режим доступа: <https://stimul.online/news/vodorodnoe-budushchee-kitaya/>.

72. Вадим Єрченко. Mercedes-Benz выпустила первый у світі водневий електрокар. Режим доступа: <https://tokar.ua/read/29205>.

73. Mercedes-Benz GLC F-CELL: Market launch of the world's first electric vehicle featuring fuel cell and plug-in hybrid technology. Режим доступа: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Mercedes-Benz-GLC-F-CELL-Market-launch-of-the-worlds-first-electric-vehicle-featuring-fuel-cell-and-plug-in-hybrid-technology.xhtml?oid=41813012>.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Житомирський державний технологічний університет
Технічний університет ім. Георгія Асакі, м. Ясси, Румунія
Університет Лінчопінга, Швеція
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

МАТЕРІАЛИ

**VIII-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**

14-15 квітня 2020

MATERIALS

**OF VIII-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL
INTERNET-CONFERENCE**

“PROBLEMS AND PROSPECTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT”

ВНТУ, Вінниця, 2020

УДК 629.3

Відповідальні за випуск **В. В. Біліченко, В. А. Кашканов**

Рецензенти: **Поляков А. П.**, доктор технічних наук, професор

Анісімов В. Ф., доктор технічних наук, професор

Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 320 с.

Збірник містить Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні системи, логістика, організація і безпека руху; сучасні технології організації та управління на транспорті; системотехніка і діагностика транспортних машин; стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

УДК 629.3

ЗМІСТ (CONTENTS)

<u>Аргун І. В., Гнатов А. В., Гнатова Г. А. Альтернативні джерела генерації електричної енергії для транспорту і його інфраструктури</u>	6
<u>Атаманюк Г. В., Горбачов П. Ф. Аналіз умов застосування пішохідних переходів та визначення затримок учасників руху поза зоною впливу перехрестя</u>	8
<u>Аулін В. В., Великодний Д. О., Кернус Р. О., Мосузенко Ю. А. Підвищення ефективності доставки вантажів у міжнародному сполученні</u>	13
<u>Аулін В. В., Великодний Д. О., Тирса Я. В., Кабак В. Д. Оцінка ефективності функціонування міського пасажирського транспорту з урахуванням вибору маршруту пасажиром</u>	15
<u>Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В., Замуренко А. С. Принципи самоорганізації автомобільних транспортних систем</u>	17
<u>Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О. Системна концепція аналізу автотранспортної техніки та зміни її технічного стану під час експлуатації</u>	20
<u>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1</u>	23
<u>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2</u>	31
<u>Бережна Н. Г., Волкова Т. В., Кутья О. В. Щодо обсягів перевезення пасажирів, тенденції їх зміни і прогнозування</u>	46
<u>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Антонюк В. Г. Аналіз впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива</u>	51
<u>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Бережнов Б. П. Зміна характеристик оливи в процесі експлуатації дизельних двигунів та методи їх поліпшення</u>	54
<u>Біліченко В. В., Пелипенко В. Л. Підвищення ефективності гальмівних систем автомобілів</u>	57
<u>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Базиль А. Ю., Коваль Р. В. Визначення якості пасажирських перевезень</u>	60
<u>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В. Методики визначення потреби в рухомому складі</u>	64
<u>Буренніков Ю. Ю. Застосування системи електронного навчання e-learning в підвищенні кваліфікації працівників підприємств автомобільного сервісу</u>	68
<u>Бурлака С. А. Робота двигуна Д-240 при використанні біопалива обробленого ультразвуком</u>	71
<u>Войтків С. В. Аналіз компоновальних схем електромобілів малої вантажопідйомності</u>	75
<u>Войтків С. В. Визначення параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності на стадії ескізного проектування</u>	84
<u>Войтків С. В. Типи і класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності</u>	91
<u>Володарець Н. В. Использование средств нейросетевого аппарата для информационной поддержки и управления условиями эксплуатации транспортных средств</u>	97
<u>Ву Д. М., Горбачёв П. Ф., Колий А. С., Свичинский С. В. Подход к распределению городских транспортных потоков на основе параметров светофорных циклов</u>	98
<u>Галушак О. О., Галушак Д. О., Антонюк В. Г. Аналіз способів усунення дисбалансу в одноциліндровому ДВЗ</u>	103
<u>Гальона І. І. Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів</u>	106

<u>Горяинов А. Н. Возможности реализации стандартов образования транспортной и логистической направленности (образовательная программа, учебный план)</u>	108
<u>Гричук І. В., Погорлицький Д. С., Симоненко Р. В. Особливості формування системи теплової підготовки двохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі</u>	112
<u>Захарчук В. І., Захарчук О. В., Школярчук В. О. Покращення показників двигуна під час його роботи на альтернативному паливі</u>	116
<u>Зыбцев Ю. В. Изменение конфигурации кривой крутящего момента ДВС при разгоне автомобиля</u>	119
<u>Кашканов В. А., Сүльжук А. А. Аналіз методів діагностування автомобільних генераторів</u>	121
<u>Коваленко Р. І. Аналіз шляхів підвищення прохідності сучасних пожежних автоцистерн</u>	126
<u>Колесников В. А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной и энергомашиностроительных отраслей. Часть 2</u>	131
<u>Колесніков В. О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі</u>	144
<u>Колесніков В. О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі</u>	158
<u>Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування</u>	166
<u>Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань</u>	179
<u>Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні</u>	190
<u>Кравченко О. П., Титаренко В. Є., Шумляківський В. П., Барабаш С. С. Оцінка безпечності автомобільної дороги міста за станом протиаварійних засобів</u>	204
<u>Кривошапов С. И. Оценка точности определения расхода топлива в процессе стендовых испытаний автомобилей на стенде с беговыми барабанами</u>	210
<u>Кузель В. П., Буда А. Г., Нікіфоров Н. С. Перспективи вдосконалення зовнішніх форм кузова легкового автомобіля</u>	213
<u>Кукурудзяк Ю. Ю., Манджула Р. А. Діагностування системи подачі бензину порівнянням електричного та віброакустичного сигналів</u>	216
<u>Лаврентьєва О. О., Великодний Д. О., Токовило А. Д. Методика використання середовища Flexsim у професійному навчанні студентів автотранспортного профілю</u>	218
<u>Лужанська Н. О., Лебідь І. Г., Яцечко С. Р. Розробка стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами</u>	220
<u>Лук'янченко О. Ю. Концептуальні підходи в проектах створення автомобілів оперативних служб</u>	222
<u>Макаров В. А., Макарова Т. В. Аспекти підходу до підготовки спеціаліста в галузі транспорту</u>	226
<u>Маренич А. С., Ефименко А. Н. Анализ функциональных возможностей Matlab с расширением Simulink при исследовании движения автомобиля</u>	228
<u>Москаленко О. В., Кашканова А. А., Кашканов А. А. Аналіз чинників, що визначають технічний стан кузовів легкових автомобілів та впливають на безпеку руху</u>	231
<u>Мошноріз М. М., Постернак В. А. Інтелектуальна система пропуску автомобільного транспорту на територію підприємства</u>	237
<u>Музильов Д. О., Карнаух М. В. Останні тенденції при формуванні ланцюгів постачань для доставки сільськогосподарських вантажів</u>	240
<u>Назаров О. І., Шпінда Є. М. Підвищення ефективності гальмування легкових автомобілів, обладнаних АБС, що експлуатуються</u>	242

<u>Павленко В. М., Кужель В. П., Галак К. С., Шалавінська К. О. Огляд існуючих стандартів і методик випробування фрикційних пар гальм з метою дослідження стійкості руху автомобілів при гальмуванні</u>	245
<u>Павленко О. В., Анощенков В. Д. Формування критерію вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я</u>	249
<u>Павленко О. В., Волкова Т. В., Конькова Ю. О. Підхід по визначенню ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств</u>	254
<u>Павленко О. В., Іванченко Д. Є. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективного функціонування складської системи підприємства</u>	259
<u>Павленко О. В., Шарий С. В. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективної схеми доставки збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні</u>	263
<u>Подригало М. А., Подригало Н. М., Бобошко О. А., Коряк О. О. Вібростійкість моторно-трансмісійних установок з двигунами внутрішнього згорання</u>	268
<u>Поляков А. П., Мірний С. І. Вибір критеріїв оцінки ефективності застосування методу формування номенклатури та кількості запасних частин для проведення робіт з технічного обслуговування вантажних автомобілів</u>	272
<u>Поляков А. П., Мороз Л. В. Аналіз факторів, які впливають на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів</u>	274
<u>Сакно О. П., Колеснікова Т. М., Олло В. П., Медведєв Є. П. Моделювання зміни технічного стану автотransпортних засобів з урахуванням використання прогресивних технологій обслуговування</u>	276
<u>Сауляк Л. В. Аналіз проблем розвитку логістики на автотransпорті</u>	283
<u>Сахно В. П., Шарай С. М., Поляков В. М., Дехтяренко Д. О. Засади кластеризації в процесах управління діяльністю підприємств транспортної галузі</u>	284
<u>Свершок А. В. Застосування інтерактивних технологій при викладанні дисциплін, пов'язаних з галуззю автомобільного транспорту</u>	286
<u>Смирнов Є. В., Огневий В. О. Кооперація як стратегія розвитку виробничо-технічної бази на автомобільному транспорті</u>	292
<u>Сосик А. Ю., Щербина А. В., Дударенко О. В., Галайда Ю. Є. Система автоматичного керування кутів встановлення керованих коліс</u>	294
<u>Спірін А. В., Борисюк Д. В., Красовський С. В. Модель коливань коліс автомобіля ..</u>	297
<u>Терещенко О. П., Поляков А. П. Логістичні принципи постачання сировини та продукції</u>	300
<u>Худяков І. В., Грицук І. В., Матейчик В. П., Симоненко Р. В., Погорлецький Д. С., Черненко В. В., Манжелей В. С. Дистанційна ідентифікація режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів</u>	303
<u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Оцінка та розробка заходів по вирішенню проблеми експлуатації електромобілів в Україні</u>	309
<u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Розробка заходів для забезпечення безперервної їзди по міській вулиці</u>	312
<u>Цимбал С. В., Окаєвич О. М. Методи визначення конкурентоспроможності авто-сервісних підприємств</u>	315
<u>Цись О. О., Кучма О. І., Хлівний О. О. Аналіз можливостей застосування САД-системи Компас-3D у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю</u>	319

Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “*Problems and prospects of automobile transport*”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 144 – 157. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf>.

https://kolesnikov.ucoz.com/load/kolesnikov_v_o_vodnevi_tekhnologiji_chastina_1_legkovi_vodnevi_avtomobili/1-1-0-209