

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЧАСТИНА 2. ВАНТАЖНІ ВОДНЕВІ АВТОМОБІЛІ

В роботі в стислій формі наведені деякі данні, що стосуються сьогоденного стану вантажних 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.

Автомобілебудівна корпорація Toyota у 2013 році почала активно просувати водневі технології, які поширилися з серійного автомобіля Toyota Mirai [43-47]. Також корпорація Toyota разом із дочерню компанією Hino домовилась про спільну розробку вантажівки, яка буде їздити на водні [48].

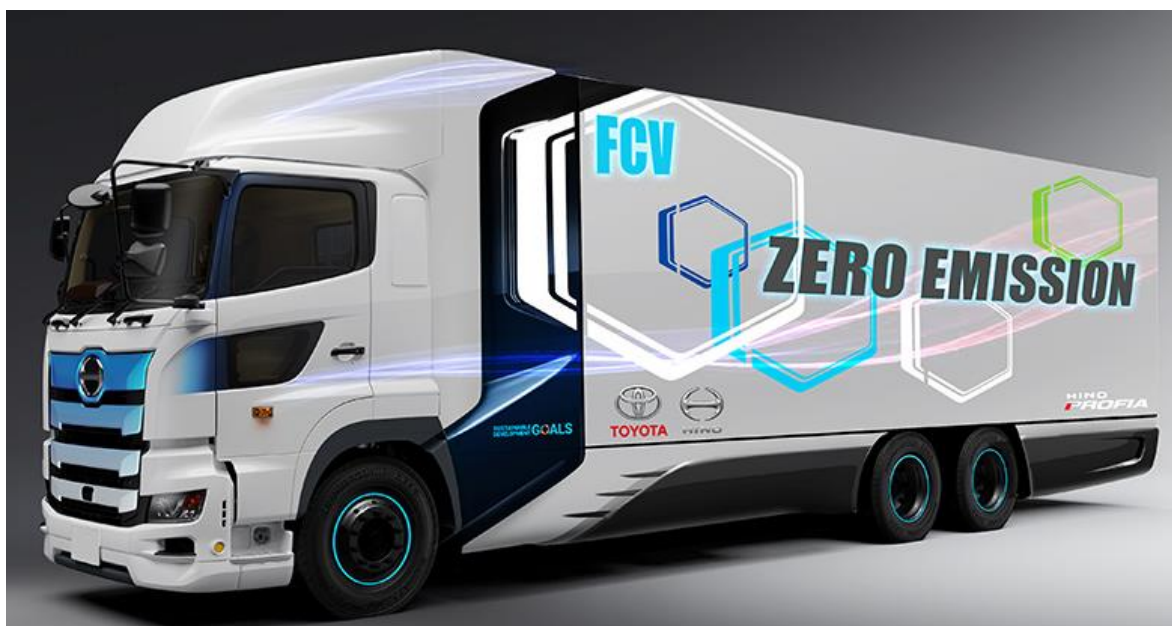


Рисунок 1 – Heavy-Duty Fuel Cell Truck [48]

У вантажівці будуть використані ті ж паливні елементи, що і в легковому авто компанії – Mirai [43- 47, 50]. Але паливних елементів і баків для водню у вантажівки буде більше.

Крім паливних елементів, вантажівка буде оснащена електричним двигуном, літій-іонним акумуляторним блоком і резервуаром для зберігання водню великої місткості. Очікується, що однієї заправки вантажівки вистачить приблизно на 600 км шляху.

У Toyota вважають, що для вантажівок, які щодня проїжджають кілька сотень кілометрів, електричний двигун і акумулятори підходять не кращим чином. А водень дозволить досить швидко заправляти такі машини, що гарантує велику автономність [49].

Попередню версію цієї вантажівки Toyota представила в 2017 році. Вона мала запас ходу 320 км. У поліпшеному варіанті цей показник вдалося збільшити майже до 500 км. Потужність двигуна - 670 к.с., а максимальний обертовий момент - 1800 Н*м.



Рисунок 2 – Beta Truck від японського автовиробника [49]

Також Toyota повідомила, що у неї буде спеціально доопрацьоване шасі, яке забезпечить «оптимальне упакування» для паливних елементів і відповідних компонентів. Конструкція Nino Profia також отримає «всебічне зниження ваги» для забезпечення достатньої вантажопідйомності [50].

Над створенням вантажівок також працюють в Nikola Motor Company, що знаходиться в Фініксі, штат Арізона (США). 18-колісна гібридна вантажівка Nikola Motor Company на водневих паливних елементах має потужність в 1000 кінських сил. У неї встановлений паливний бак з вуглецевого волокна. Запас ходу без підзарядки становить приблизно 1200 км, а маса вантажівки – 9 тонн. Представники автоконцерну підкреслюють, що для створення електровантажівки з такими ж потужністю і запасом ходу буде потрібно літій-іонний акумулятор, який збільшить його масу приблизно на 2,2 тону [51].

Пивоварна компанія Anheuser-Busch InBev планує в найближчому майбутньому відмовитися від вантажівок з двигуном внутрішнього згорання і вже замовила у Nikola Motor Company 800 гібридних фур. Виробник пива Budweiser візьме гібридні вантажівки в оренду на 7 років. Вартість оренди одного тягача (враховуючи паливо) складе до \$ 1 млн. Якщо автоконцерну Мілтона вдасться вчасно поставити вантажівки, Anheuser-Busch InBev буде використовувати їх для перевезення пива Budweiser із Західного узбережжя в дистрибуційні центри, розташовані за сотні кілометрів звідти. Якщо виробник поставить пивоварній компанії 800 тягачів, вантажоперевізники начебто U.S. Xpress також оформлять передзамовлення на суму в \$ 10 млрд [51].



Рисунок 3 – Вантажівки від Nikola Motor Company [51]

Водень може стати хорошою паливною альтернативою для вантажівок, які обслуговують порти США. Сьогодні екологи фіксують все більший рівень забруднення повітря в районі портів зокрема близько таких великих, як Лос-Анджелес і Лонг-Біч. Ці порти обслуговуються в цілому 16 000 вантажівок, і, за прогнозами, за найближчі 10 років це число подвоїться. Водневі ж технології дозволять пережити це подвоєння з меншою шкодою для навколишнього середовища [49].

Корейський конгломерат Hyundai Group інвестував \$ 6,7 млрд в розробку автомобілів на водневих паливних елементах. У липні виробник дизельних двигунів Cummins поглинув компанію Hydrogenics, яка займається виготовленням паливних елементів. У 2020 році гіганти автомобільної промисловості General Motors і Honda відкриють в Мічигані завод для масового виробництва паливних елементів, в будівництво якого вони інвестували \$ 85 млн. Японський автогігант Toyota відкрив в американському місті Лонг-Біч завод, на якому з коров'ячого гною будуть виробляти водневе паливо для вантажівок, розроблених спільно з автомобілебудівною компанією Kenworth [51].

До 2028 року планується розширити мережу заправних станцій і побудувати 700 заправок для гібридних вантажівок по всій території США. Також планується, що вартість виробництва кілограма стисненого газоподібного водню буде знижена до \$ 2,5 (цей обсяг еквівалентний 3,7 літрам дизельного палива) [51].

Влада провінції Хебей, яка знаходиться на сході Китаю, затвердили 43 водневих проєктів по виробництву паливних елементів, обладнання та запуску АЗС на суму 8,75 млрд юанів (\$ 1,23 млрд) [52, 53].

Уряд Хебей також заявив, що буде підтримувати сталеплавильний центр Tangshan і Nandan для запуску пілотних проєктів по споживанню водню. HBIS Group, другий за величиною виробник сталі в Китаї, в листопаді минулого року підписав Меморандум про взаєморозуміння (MoU) з італійської гірничодобувної сервісною компанією Tenova Group, щоб побудувати перший в світі демонстраційний проєкт з водневої металургії з виробничою потужністю 1,2 млн тонн.

HBIS планує створити в Ханьдань проєкт з виробництва 3 тонн водню з коксового газу і 380 тонн скрапленого природного газу шляхом рясного процесу охолодження в день. А також запустити чотири станції заправки воднем. У Хебеї також планують створити п'ять ліній з виробництва водневих паливних елементів і два проєкти з виробництва автомобілів на водневому паливі [52].

Через 30 років у більшості регіонів світу водень буде вироблятися за допомогою сонячної й вітрової електроенергії та коштуватиме \$0,8 – 1,6 за кілограм. Такий прогноз зробила дослідницька компанія BloombergNEF, про це йдеться у її доповіді «Перспективи водневої економіки» (Hydrogen Economy Outlook) [54, 55].

Названа вартість «зеленого» водню приблизно відповідає нинішнім цінам на природний газ в енергетичному еквіваленті (\$6-12 за млн БТЕ). Вартість може бути ще нижчою у країнах зі значним потенціалом використання поновлюваних джерел енергії.

У джерелі [56] інформується, що більше третини електрики в світі надходить з поновлюваних джерел і це новий рекордний показник. За даними аналітиків, 72% всіх введених в експлуатацію в 2019 році джерел енергії були поновлюваними. Велика частина цього зростання припала на Азію – 54% приросту потужності відновлюваних джерел енергії. При цьому в Європі та США за цей період відкрилося більше електростанцій, що працюють на викопному паливі, ніж відкрилося.

Враховуючи вартість зберігання і транспортної інфраструктури, вартість відновлюваного водню з доставляння у Китай, Індію і Західну Європу може впасти приблизно до \$2/кг (\$15/млн БТЕ) у 2030 році та \$1/кг (\$7,4/млн БТЕ) у 2050 році.

Bloomberg NEF зазначає, що падіння цін дозволить «зеленому» водню забезпечувати до 2050 року 24% світових потреб в енергії й скоротити глобальні викиди від викопного палива у промисловості на третину.

«Необхідна велика політична підтримка і 150 мільярдів доларів субсидій до 2030 року, щоб стимулювати розширення ринку, — зазначають аналітики BloombergNEF. – Розширити застосування водню також допоможе введення вуглецевого податку, а також колосальне будівництво об'єктів відновлюваної енергетики».

Так, для сталеливарної промисловості вуглецевий податок повинен скласти \$50 за тону CO_2 , для виробництва цементу — \$60, для хімікатів, у тому числі аміаку, потрібно \$78, а для використання водню у якості палива для суден — 145 доларів.

На додачу, для забезпечення зеленим воднем 24% глобальних потреб в електроенергії необхідно щороку виробляти 60000 ТВт*год сонячно-вітрової електроенергії (без ГЕС). При цьому 31320 ТВт*год електроенергії буде направлятися безпосередньо на живлення електродізерів.

Сьогодні вироблення ВДЕ становить 3000 ТВт*год, а все виробництво електрики на Землі не перевищує 30000 ТВт*год.

«Зберігання водню у великих кількостях буде одним з найбільш серйозних викликів для майбутньої водневої економіки, — зазначають у BloombergNEF. - Кількість недорогих великомасштабних варіантів, таких як соляні каверни, обмежена, а вартість використання альтернативних технологій зберігання часто може перевищувати вартість виробництва самого водню».

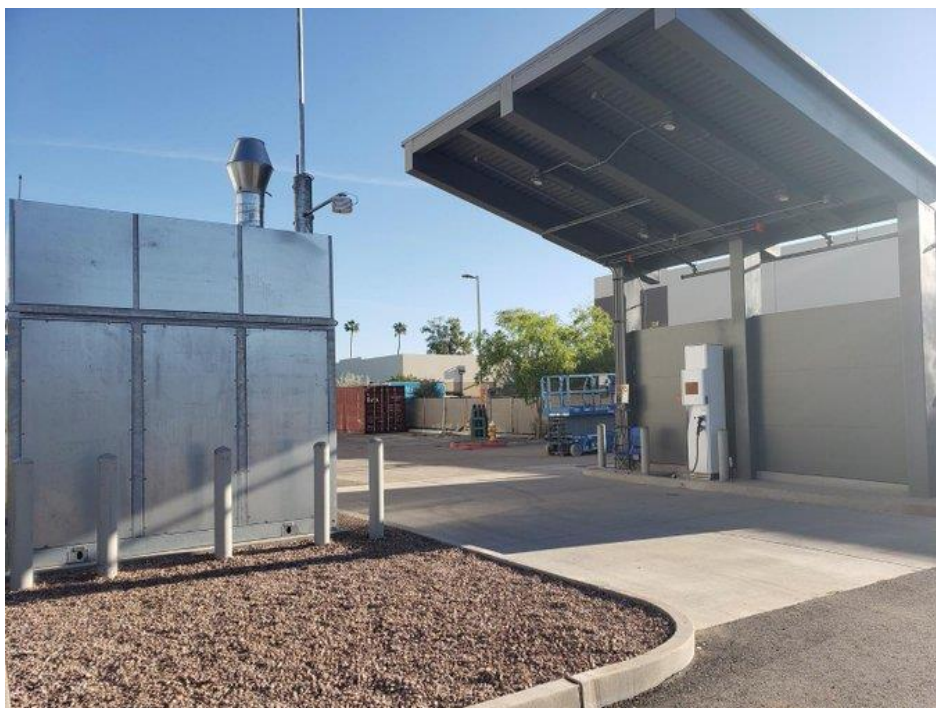


Рисунок 4 – Воднева заправна станція, де використовується й сонячна енергія [51]

В цілому, за оцінкою BNEF, до 2050 року буде потрібно понад 11 трильйонів доларів США інвестицій для створення інфраструктури, необхідної для забезпечення воднем 24% кінцевого споживання енергії у 2050 році [54].

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. Сонячні, вітрові та гідроенергетичні установки повинні замінити енергію з природних невідновлюваних ресурсів.

Висновки. В роботі стисло розглянуті деякі шляхи становлення вантажних водневих автомобілів. Застосування водневих технологій є дуже перспективним напрямком для великих транспортних засобів – таких як вантажівки, кораблі, поїзди та ін.

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 зєднань 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.
4. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ścierne i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16.
5. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów 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.
6. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Eliaz, 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.
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.
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). – К.: 2008. С. 73.
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 СНУ 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

manganes steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576 - 581.

15. Колесніков В.О., Калінін О. В., Манченко М. В. Вплив воденьвмісних 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. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.

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

19. Колесніков В.А., Балицький 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 – OLPAN, 2010, 10A, 271 - 275 p.

21. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент 47554 на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл. № 3, 2010 - 4 с.

22. Колесніков 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., Колесніков 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. Колесніков 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. Колесніков В.А., Балицький А.И. Повышение водородной стойкости холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СХУ.- 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. Краснодон. – С. 14 - 16.

28. Курьлев В.О., Тупельняк О.Л. Колесніков 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. Колесников 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. Toyota Mirai — серийный автомобиль на водороде. Режим доступа: <https://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle//>

44. 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.

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

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

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

48. Toyota создаст грузовик на водороде. Режим доступа: https://biz.censor.net.ua/news/3184363/toyota_sozdast_gruzovik_na_vodorode.

49. Toyota представила 36 тонный грузовик Beta Truck на водородном топливе и запасом хода на 500 км. Режим доступа: <https://building-tech.org/toyota-predstavila-36-tonnyj-gruzovik-beta-truck-na-vodorodnom-toplive-i-zapasom-hoda-na-500-km>.

50. Toyota and Hino to Jointly Develop Heavy-Duty Fuel Cell Truck. Режим доступа: <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/32024083.html/>

51. Аллен Онсмен. Как мормон-самоучка заработал \$1 млрд на водородных грузовиках // Forbes Contributor / Режим доступа: <https://www.forbes.ru/milliardery/383073-kak-mormon-samouchka-zarabotal-1-mlrd-na-vodorodnyh-gruzovikah>.

52. Китай выделит \$1,2 миллиарда на проекты по производству водорода. Режим доступа: https://biz.censor.net.ua/news/3187166/kitayi_vydelit_12_milliarda_na_proekty_po_proizvodstvu_vodoroda.

53. China's Hebei approves \$1.2 bln hydrogen production and consumption projects. Режим доступа: <https://www.nasdaq.com/articles/chinas-hebei-approves-%241.2-bln-hydrogen-production-and-consumption-projects-2020-04-03>.

54. Зелений водень може зрівнятися у ціні з природним газом до 2050 року. Режим доступа: https://glavcom.ua/new_energy/news/zeleniy-voden-mozhe-zrivnyatis-u-cini-z-prirodnim-gazom-do-2050-roku-671696.html.

55. 'Hydrogen Economy' Offers Promising Path to Decarbonization. Режим доступа: <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization>.

56. Новый рекорд: мир получает более трети всей электроэнергии из возобновляемых источников. Режим доступа: https://telegraf.com.ua/ekologiya/5426807-novyy-rekord-mir-poluchaet-bolee-treti-vsey-elektroenergii-iz-vozobnovlyaemyih-istochnikov.html?fbclid=IwAR1eQeOCVM29SGMQ5susSyyWtj9_7WJwbmaOdMhMJXCdKMfXIENOpfXX2ms.

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><i>Аргун Ш. В., Гнатов А. В., Гнатова Г. А.</i> Альтернативні джерела генерації електричної енергії для транспорту і його інфраструктури</u>	6
<u><i>Атаманюк Г. В., Горбачов П. Ф.</i> Аналіз умов застосування пішохідних переходів та визначення затримок учасників руху поза зоною впливу перехрестя</u>	8
<u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Кернус Р. О., Мосузенко Ю. А.</i> Підвищення ефективності доставки вантажів у міжнародному сполученні</u>	13
<u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Тирса Я. В., Кабак В. Д.</i> Оцінка ефективності функціонування міського пасажирського транспорту з урахуванням вибору маршруту пасажиром</u>	15
<u><i>Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В., Замуренко А. С.</i> Принципи самоорганізації автомобільних транспортних систем</u>	17
<u><i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О.</i> Системна концепція аналізу автотранспортної техніки та зміни її технічного стану підчас експлуатації</u>	20
<u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1</u>	23
<u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2</u>	31
<u><i>Бережна Н. Г., Волкова Т. В., Кутья О. В.</i> Щодо обсягів перевезення пасажирів, тенденції їх зміни і прогнозування</u>	46
<u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Антонюк В. Г.</i> Аналіз впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива</u>	51
<u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Бережнов Б. П.</i> Зміна характеристик оливи в процесі експлуатації дизельних двигунів та методи їх поліпшення</u>	54
<u><i>Біліченко В. В., Пелипенко В. Л.</i> Підвищення ефективності гальмівних систем автомобілів</u>	57
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Базиль А. Ю., Коваль Р. В.</i> Визначення якості пасажирських перевезень</u>	60
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В.</i> Методики визначення потреби в рухомому складі</u>	64
<u><i>Буренніков Ю. Ю.</i> Застосування системи електронного навчання e-learning в підвищенні кваліфікації працівників підприємств автомобільного сервісу</u>	68
<u><i>Бурлака С. А.</i> Робота двигуна Д-240 при використанні біопалива обробленого ультразвуком</u>	71
<u><i>Войтків С. В.</i> Аналіз компоновальних схем електромобілів малої вантажопідйомності</u>	75
<u><i>Войтків С. В.</i> Визначення параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності на стадії ескізного проектування</u>	84
<u><i>Войтків С. В.</i> Типи і класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності</u>	91
<u><i>Володарець Н. В.</i> Использование средств нейросетевого аппарата для информационной поддержки и управления условиями эксплуатации транспортных средств</u>	97
<u><i>Ву Д. М., Горбачёв П. Ф., Колий А. С., Свичинский С. В.</i> Подход к распределению городских транспортных потоков на основе параметров светофорных циклов</u>	98
<u><i>Галушак О. О., Галушак Д. О., Антонюк В. Г.</i> Аналіз способів усунення дисбалансу в одноциліндровому ДВЗ</u>	103
<u><i>Гальона І. І.</i> 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>Грицук І. В., Погорлецький 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., Сульжук 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. Аналіз функціональних можливостей 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 постачання 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 згоряння</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 автотранспортних засобів з урахуванням використання прогресивних технологій обслуговування</u>	276
<u>Сауляк Л. В. Аналіз проблем розвитку логістики на автотранспорті</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>Свершюк 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., Окаевич О. М. Методи визначення конкурентоспроможності автосервісних 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

189. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні 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. 158 – 165. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf>.

https://kolesnikov.ucoz.com/load/kolesnikov_v_o_vodnevi_tekhnologiji_chastina_2_vantazhni_vodnevi_avtomobili/1-1-0-212