



УДК 004.2

**TRANSPORTATION OF CARGO BY HEAVY HAUL TRUCKS
ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ВЕЛИКОВАГОВИМИ АВТОПОЇЗДАМИ****Vikovych I.A. / Вікович І.А.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: ORCID 03-0281-158X

Prykhodko V.E. / Приходько В.Е.*postgraduate student / аспірант*

ORCID: 0000-0002-7582-1693

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Bandery 12, 79000**Національний університет «Львівська політехніка», Бандери 12, 79000*

Анотація. У роботі детально розглянуто переваги використання великовагових автопоїздів у порівнянні з вантажними автомобілями, зокрема їхню вантажопідйомність та ефективність у навантажувально-розвантажувальних операціях. Подано різноманітні схеми тягово-зчпних пристроїв та проведено аналіз найбільш перспективних з них з точки зору збільшення вантажності та адаптації до різних умов перевезення. Виділено основні типи компоновальних схем багатоланкових автопоїздів та їхню експлуатаційну ефективність. Також розглянуто класифікацію активних автопоїздів, зокрема застосування систем з активізацією причіпних ланок для підвищення маневреності та продуктивності. Особливу увагу приділено перспективним розробкам, таким як Euro Combi, водневі та сонячні автопоїзди, а також безпілотні технології, що мають великий потенціал у сучасній логістиці та перевезеннях.

Ключові слова: великовагові, вантажі, вантажівки, вантажність, перевезення, контейнери, компоновання, схеми, класифікація.

Вступ.

Автопоїзди - це основні транспортні засоби автомобільного типу, які призначені для перевезення різних вантажів та з'єднані з тягачем через причепа або напівпричепа. Вони вважаються найголовнішими та найпрогресивнішими в автомобільній індустрії завдяки високим техніко-економічним показникам, зокрема, підвищеній рентабельності. Серед популярних вантажів для перевезень автопоїздами є автомобілі, устаткування, будівельні матеріали, продукти харчування та багато іншого. В розвинених країнах обмеження на корисну вантажність автотранспортних засобів становить близько 20 тонн і пов'язані з максимальною масою, допустимим навантаженням на осі та габаритами. У кожній країні світу існують власні дорожні обмеження, які визначають витрати на логістичний комплекс для перевезення вантажів та пасажирів.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми.

Сьогодні разом із широким і ефективним застосуванням автопоїздів для перевезення вантажів значна увага надається безпеці руху автопоїздів та їхній вплив на довкілля загалом, а також аналізу і оцінці ризиків під час перевезення небезпечних вантажів. при цьому особливо важливу роль відіграє транспортна логістика.

Джерело: [1, 3, 5, 7, 9]



Останнім часом у різних країнах відбуваються дослідження щодо взаємозв'язку між транспортною інфраструктурою та ефективністю залізничних і автомобільних вантажних перевезень, зокрема на прикладі Японії та окремих європейських країн.

Джерело: [4,10,12]

Сьогодні і надалі залишається проблема щодо максимального допустимого навантаження на осі транспортних засобів, зокрема стосовно автопоїздів для перевезення великовагових вантажів.

Джерело: [5,8]

Деякою проблемою сьогодні є також експлуатація дещо застарілих вантажних автомобілів, зокрема автопоїздів для перевезення найрізноманітніших вантажів.

Джерело: [4,11]

Зі зростанням обсягів вантажоперевезень автомобільним транспортом виробники автотранспорту збільшують габарити і вантажність вантажних автомобілів, що призводить до збільшення допустимого навантаження на осі і дорожнє полотно. Це призвело до поширення використання великовагових автопоїздів, які мають більшу кількість осей і мостів, що розподіляє вагу вантажу рівномірно, запобігаючи руйнуванню дорожнього покриття. Особливо ефективні в цьому відношенні є багатоланкові автопоїзди.

Цілі та задачі дослідження.

У статті аналізується застосування різноманітних типів великовагових автопоїздів, таких як бензинові, дизельні, гібридні, електричні, з сонячними елементами, активні автопоїзди з керованими причепами та напівпричепами, безпілотні та спеціалізовані, для перевезення різних вантажів, включаючи об'ємні та модульні контейнери. Визначаються кращі схеми тягово-зчіпних пристроїв та основні типи компоновальних схем багатоланкових автопоїздів для підвищення їхньої вантажності та пристосованості до навантажувально-розвантажувальних робіт. Також працюється над удосконаленням класифікації спеціального рухомого складу з урахуванням загальних конструктивних особливостей та виявленням найбільш поширених і сучасних типів, що мають найкращу якість і ефективність у вантажних перевезеннях.

Результати досліджень.

Автопоїзди ефективно перевозять різноманітні вантажі, включаючи будівельні матеріали та великовагові товари. Вони мають високу стійкість та маневреність. Останнім часом їх використовують для перевезення небезпечних, цінних та великогабаритних вантажів. Україна використовує різні моделі автомобілів для цієї мети, такі як ЯАЗ-210Г, MAN, VOLVO, та МАЗ. Хоча є обмеження щодо розмірів, автопоїзди залишаються популярними для вантажних перевезень. Вони мають багато переваг, включаючи збільшення вантажопідйомності та підвищення продуктивності.

Підвищення вантажності та пристосованості до навантажувально-розвантажувальних робіт автопоїздів можна досягнути раціональним їх компонованням (рисунок 1).

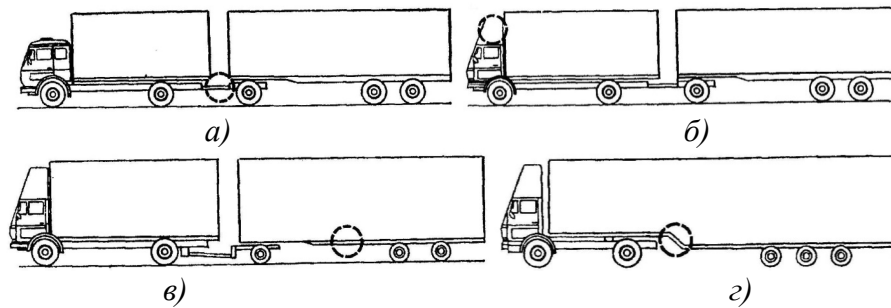
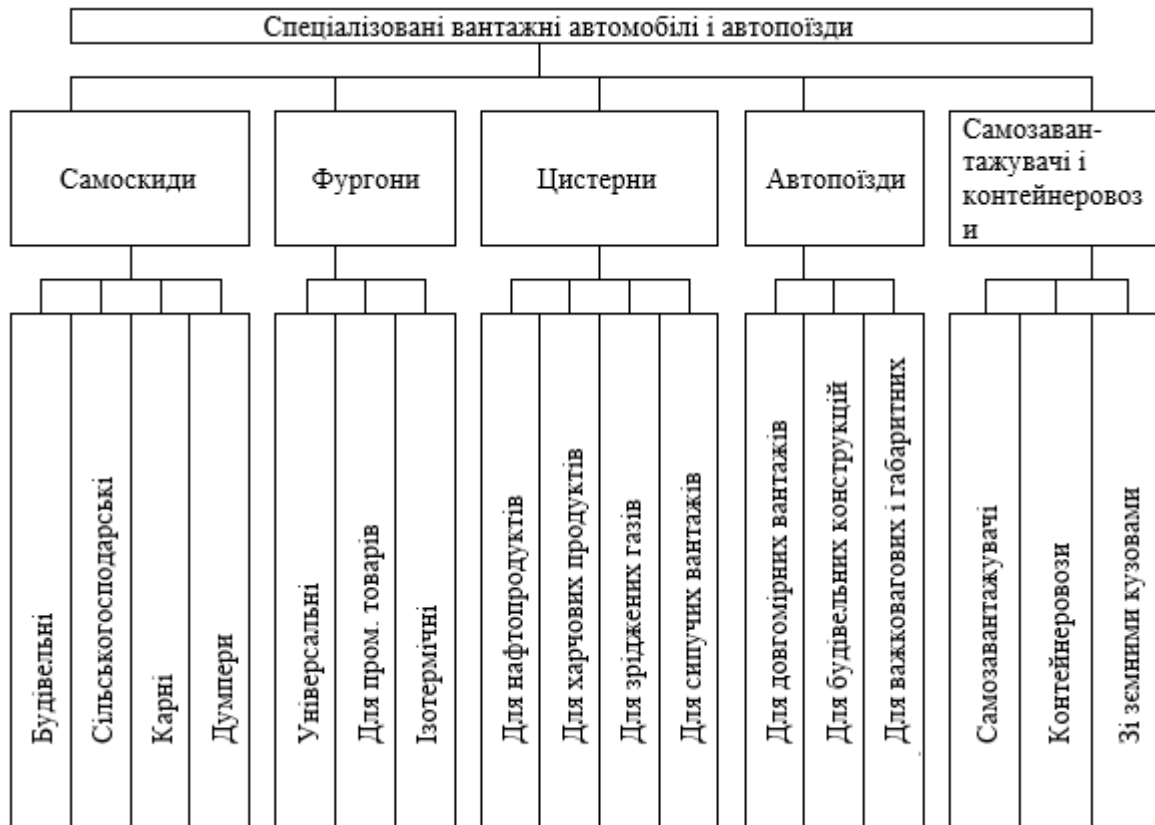


Рис. 1. Схеми тягово-зчіпних пристроїв для підвищення вантажності автопоїздів і пристосованості їх до навантажувально-розвантажувальних робіт: а – застосування скорочених тягово-зчіпних пристроїв; б – переміщення спальних місць у надбудову кабіни; в – застосування низькорамних причепів; г – застосування напівпричепів із східчастою підлогою
 Джерело: [2,11]

Використання скорочених тягово-зчіпних пристроїв сприяє підвищенню вантажопідйомності автопоїздів. Основні напрямки збільшення вантажності включають підвищення осьових навантажень, зменшення ваги та збільшення кількості мостів. Спеціалізований рухомий склад забезпечує кращу збереженість вантажів, більшу механізацію та здатність перевозити різні види вантажів, що покращує економічні показники автотранспортних підприємств.

Розроблену удосконалену нами класифікацію щодо загальних конструктивних особливостей спеціального і спеціалізованого рухомого складу (таблиця 1).

Таблиця 1. Класифікація і загальні конструктивні особливості спеціального рухомого складу





Використання спеціалізованого рухомого складу надає такі переваги порівняно з рухомим складом загального призначення: збереження якості вантажів завдяки використанню ізотермічних контейнерів та цистерн; підвищена механізація процесів завантаження та розвантаження за допомогою самоскидів, самозавантажувачів та іншого спеціального обладнання; можливість перевезення різних видів вантажів, таких як рідкі, довгомірні, важковагові тощо; зменшення витрат за рахунок відсутності тари; уникнення додаткових операцій з пристосування та кріплення вантажів.

Використання спеціалізованого рухомого складу може не завжди збільшувати продуктивність і знижувати собівартість перевезень, але загалом сприяє підвищенню економічних показників автотранспортних підприємств.

Особливості перевезення вантажів великоваговими автопоїздами в Європі та світі

Транспортування негабаритних і великовагових вантажів сьогодні важливе для різних галузей, таких як промисловість, будівництво і сільське господарство. Оптимізація перевезень автопоїздами стає ключовою для ефективного та економічного переміщення великих обсягів вантажів. Експлуатація автопоїзда вимагає відповідності причепа тягачу та інших технічних факторів.

Компонування автопоїздів здійснюють за такими схемами, рисунок 2–4:

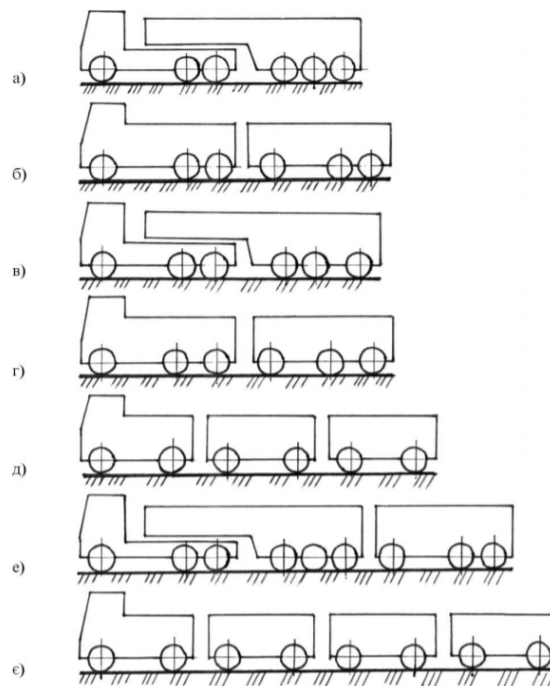


Рис.2. Головні типи компонувальних схем багатоланкових автопоїздів

Аналіз показує, що оптимальною є компонувальна схема триланкового автопоїзда з напівпричепом та причепом, яка має найбільше число осей і менший тиск на дорожнє покриття. Активні автопоїзди з активізацією причіпних ланок є особливо ефективними, класифікуються за видом і типом приводу, складом, схемою керування та способом активізації рисунок 5.

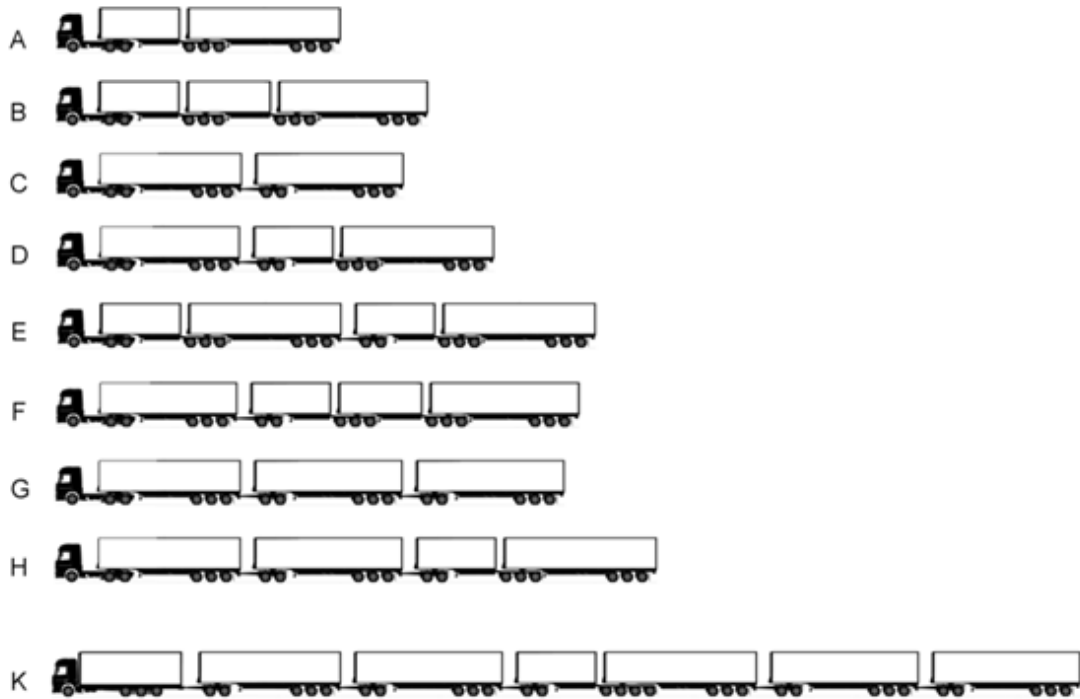
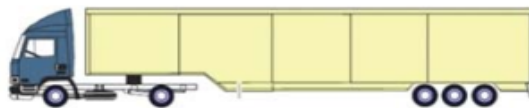


Рис.3. Лінійні конфігураційні, компонувальні схеми автопоїздів у світі



1. Sattelzugmaschine mit Sattelanhänger (Sattelkraftfahrzeug) bis zu einer Gesamtlänge von 17,80 Metern



2. Sattelkraftfahrzeug mit Zentralachsanhänger bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 Metern



3. Lastkraftwagen mit Untersetzachse und Sattelanhänger bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 Metern



4. Sattelkraftfahrzeug mit einem weiteren Sattelanhänger bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 Metern



5. Lastkraftwagen mit einem Anhänger bis zu einer Gesamtlänge von 24,00 Metern

Рис.4. Компонувальні схеми автопоїздів за програмою «ЄвроКомбі»

Джерело: [9,11]

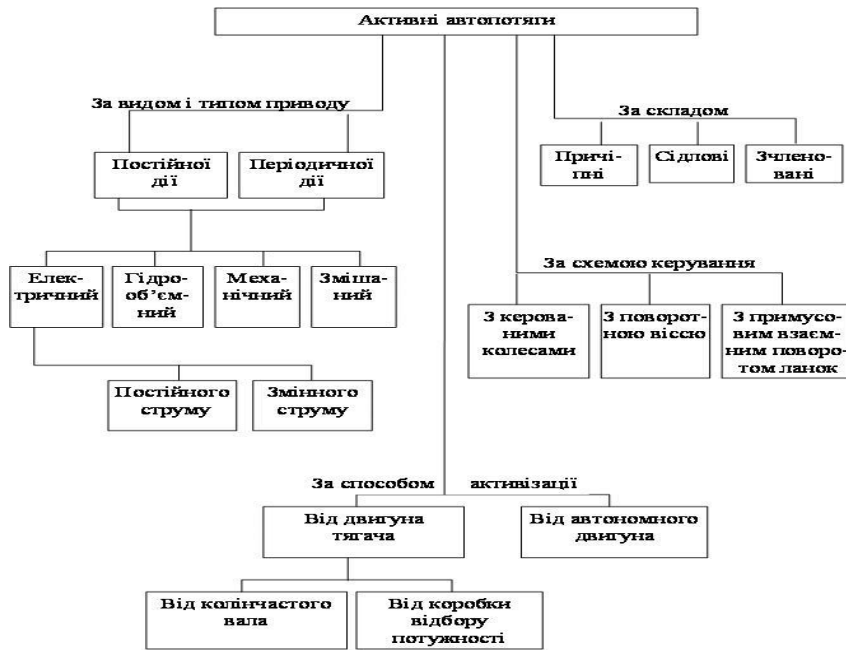


Рис.5. Класифікація активних автопоїздів

Активізацію причепів і напівпричепів можна здійснювати за допомогою різних типів приводів або застосуванням підставних тягових мостів. Найпростішим і ефективним способом є передача крутого моменту від двигуна тягача. Автопоїзди Euro Combi мають ряд переваг, зокрема, збереження осевих навантажень у межах норм, можливість використання стандартного рухомого складу, а також змінювану структуру автопоїзда в залежності від вантажу і дорожніх умов. Щодо виробників, компанії Kogel, Krone і Schmitz є провідними на європейському ринку, їхні продукти знайшли застосування також в Україні.

Автопоїзди з керованими причепами і напівпричепами (рисунок 6) широко застосовуються у країнах Західної Європи та США.

Джерело: [4,9]



Рис.6. Автопоїзд з багатоколісним керованим причепом - трейлером на дорогах Німеччини та автопоїзд з багатьма керованими причепами на дорогах США

Автопоїзди з керованими напівпричепами - звичайне явище на дорогах США і Канади, рисунок 7.

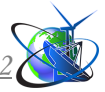


Рис.7. Автопоїзди з керованими напівпричепами

Транспортне законодавство в європейських країнах обмежує використання автопоїздів з керованим напівпричепом через жорсткі обмеження щодо повної маси і габаритної довжини. У США поширені автомобілі-тягачі типу «верблюд», які мають бортову платформу між кабіною та опорно-зчіпним пристроєм. Автопоїзди road train використовуються для перевезення великовагових вантажів у країнах з низькою інтенсивністю руху на визначених ділянках автомобільних доріг.

Автопоїзд-зерновіз, який експлуатується в Україні, у складі автомобіля HOWO T5G має колісну формулу 6x4 і блокування міжосьового та міжколісного диференціалів, що дає змогу експлуатувати автопоїзд - зерновоз на дорогах з твердим покриттям, ґрунтових і польових дорогах, рисунок 8.



Рис.8. Автопоїзд-зерновіз HOWO T5G, і автопоїзд-зерновози «Egritech» які експлуатуються в Україні

Автопоїзд-зерновоз HOWO T5G може перевозити до 70 м³ продукції, розподіленої між автомобілем та причепом. Автопоїзди-зерновози «Egritech» забезпечують маневреність та простоту експлуатації, мають обсяг кузова до 22 м³ та причепа до 24 м³.

Автовоз-напівпричіп вантажністю 25 т, завдовжки 20 м, на якому транспортують різну колісну техніку, зокрема легкові автомобілі тощо показано на рисунок 9.

Цей автовоз-напівпричіп використовується для внутрішньодержавних і міжнародних вантажоперевезень. Автотрейлер має платформу у вигляді напівпричепа, придатну для перевезення вантажів до 83 т.



Рис.9. Автовоз-напівпричіп вантажністю 25 т, завдовжки 20 м і автотрейлер для перевезення великовагових і не стандартних вантажів та спецтехніки

Висновок

Сучасні автопоїзди є найпрогресивнішими та найефективнішими формами автомобільного транспорту, що забезпечують високу рентабельність та ефективність перевезення різноманітних вантажів. Зокрема, розвиток мультимодальних перевезень сприяє зростанню використання контейнерних автопоїздів, що є економічно вигідним та надійним напрямком. Однак, акцент тепер зроблено на безпеці руху та екологічних аспектах, особливо при перевезенні небезпечних вантажів. Продовжує залишатися проблема максимального навантаження на осі та експлуатація застарілих автопоїздів. Використання багатоланкових автопоїздів може сприяти зниженню транспортних витрат та собівартості перевезень. У цілому, сучасні автопоїзди підвищують продуктивність перевезень та залишаються перевіреним засобом для транспортування різних видів вантажів.

Література:

1. Вантажні перевезення. Управління вантажною і комерційною роботою: Підручник / С.В. Панченко, А.О. Каграманян, В.С. Блиндюк та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Ч. 2. – 462 с
2. Вікович І.А. Транспортні навантажувально – розвантажувальні засоби. Підручник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 680 с.
3. Вікович, Р. Зінько, О. Бадейнов, М. Остащук. Математична модель руху триланкового автопоїзда//Журнал “Технічні вісті”. – Львів: Вид-во НУЛП, 2021/1(, 2(50). – С. 35 –41.
4. Дыбская В.В. Логистика для практиков. – М.: Издательство «Флшфа-Пресс», 2005. – 208 с.
5. Зелена книга. Міжнародні вантажні автомобільні перевезення. Автори: Зоя Мельник, Марія Гринишин, Андрій Буковський. – Київ: Офіс ефективного регулювання (BRDO), 2020. – 96 с.
6. Оліскевич Мирослав. Організація автомобільних перевезень: у 2-х ч.: навч. посібник / М. С. Оліскевич. - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. - Ч. 1: Вантажні перевезення. — 336 с.
7. Batarlienè, N. (2008). Risk analysis and assessment for transportation of dangerous freight. *Transport*, 23(2), 98–103. ISSN 1648-4142.



8. Foerg A., Suessmann A., Wenzelis A. (2018). Lang LKW: Auswirkung auf Fahrzeugsicherheit und Umwelt. Muenchen: Vieweg Verlag. 212 s.

9. Hayton J. Logistics Transportation Systems / Joe Hayton. – Bowling Green, OH, USA: Bowling Green State University, 2021. – 444 c. – (ELSEVIER).

10. Jozef Gnap, Šimon Senko, Mariusz Kostrzewski, Mária Brídziková, Renáta Cz'odörová and Zdeněk Říha (2021). Research on the Relationship between Transport Infrastructure and Performance in Rail and Road Freight Transport—A Case Study of Japan and Selected European Countries. *Une Sustainability* 13(12):6654.

11. Lajčáková, G. and Melcer, J. (2015) Numerical Simulation of Moving Load on Concrete Pavements. *Transport and Telecommunication*, 16(2), 145-157.

12. Wilson, S. Permissible Maximum Weights of Lorries in Europe. Available online: <https://www.itf-oecd.org/permissible-maximum-weights-lorries-europe> (accessed on 26 January 2018).

Abstract. *The transportation of various cargoes by the most modern heavy haul trucks has been considered. The advantages of transporting heavy cargoes by multi-link trucks over freight vehicles have been substantiated. Diagrams of the traction-coupling devices of trucks are provided, and the best schemes for increasing their payload and adaptability to loading and unloading operations are highlighted. The main types of configuration schemes of multi-link trucks in Ukraine, Europe, and the world are presented, and their analysis regarding operational efficiency for cargo transportation has been carried out. An improved classification developed by us concerning the general constructive features of special and specialized rolling stock is presented; a classification of active truck trains with activation of trailer links by applying torque to individual wheels or all wheels; by the type and drive type, as well as by composition, control scheme, and method of activation. An analysis regarding the application of a wide nomenclature of heavy haul trucks, including gasoline, diesel, hybrid, electric with solar elements, active trucks with steerable trailers and semi-trailers, unmanned, specialized, etc., for transporting various cargoes, including bulky heavy ones and with modular containers, has been conducted. Significant attention is given to prospective Euro Combi trucks, which are designed, among other things, for transporting bulky and heavy cargoes, hydrogen trucks, trucks with solar panels, and unmanned truck trains.*

Key words: *road trains, heavy-duty, cargo, trucks, payload, transportation, containers, layout, schemes, classification.*

Науковий керівник: д.т.н., проф. Вікович І.А.

Стаття відправлена: 18.04.2024 р.

© Приходько В.Е.