

21. Daniya, T., Geetha, M., Suresh Kumar, K. (2020). Classification and regression trees with gini index. *Advances in Mathematics Scientific Journal*. 9. 1857-8438. DOI:10.37418/amsj.9.10.53. [in English].
22. Bauer, E., & Kohavi, R. (1999). An Empirical Comparison of Voting Classification Algorithms: Bagging, Boosting, and Variants. *Machine Learning* 36, 105–139. DOI:10.1023/A:1007515423169 [in English].

Viktoriiia Kotenko, post-graduate

Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, Ukraine

Machine Learning Algorithmic Models for Forecasting Fuel Consumption by Vehicles of the Grain Crops Delivery

The analysis of the state of development and use of machine learning algorithmic models in road transport logistics systems has been carried out.

The expediency of application of machine learning algorithmic model for predicting fuel consumption by vehicles during the grain crops delivery from agricultural enterprises to the grain elevator has been substantiated.

The regression machine learning algorithmic models: DT (Decision Tree) model and the RF (Random Forest) model for forecasting fuel consumption by vehicles is selected. On the basis of historical data of the enterprise that transports grain crops from agricultural enterprises to the elevator, forecasting of fuel consumption by vehicles with the use proposed models has been carried out. The resulting prediction of vehicle fuel consumption with the use the RF random forest model, as opposed to the values of individual decision trees, has a lower ability to retraining and greater flexibility to the limit of vehicle fuel consumption decisions.

Evaluation of the specified models for forecasting fuel consumption by vehicles during the grain crops delivery from agricultural enterprises to the grain elevator has been performed according the following criteria: mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE), Total time and Training time. It has been determined that the best prediction of fuel consumption by vehicles during the grain crops delivery from agricultural enterprises to the grain elevator is performed by the RF random forest model, which provides a relative error of the obtained results of 4.6% with a standard deviation of ± 0.1 and a total machine learning time of 4.8s.

The obtained results of the researches can be used for the selection of the most efficient means of transport for executing orders of the grain crops delivery from agricultural enterprises to the elevator.

machine learning model, fuel consumption, random forest model, decision tree model, grain crops transportation

Одержано (Received) 13.09.2022

Прорецензовано (Reviewed) 20.09.2022

Прийнято до друку (Approved) 26.09.2022

УДК 656.13.072

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6\(37\).1.182-187](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6(37).1.182-187)

А.В. Йовченко, доц., канд. техн. наук, **А.М. Крейда**, ст. викл., **Є.А. Усенко**

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

e-mail: a.yovchenko@chdtu.edu.ua, a.kreida@chdtu.edu.ua, yevhenii_ck@ukr.net

Аналіз існуючих такелажних засобів для переміщення, завантаження та розвантаження вантажу при транспортуванні

Виконано аналіз існуючих такелажних засобів для транспортування, завантаження та розвантаження великогабаритного та великовагового вантажу. Наведено фактори, які необхідно врахувати при виборі такелажних візків для зменшення травм та підвищення ефективності транспортування вантажів. Надано вимоги для ефективного та безпечного транспортування вантажу.

такелажний візок, транспортування, ролики, великогабаритний вантаж, великоваговий вантаж

© А.В. Йовченко, А.М. Крейда, Є.А. Усенко, 2022

Постановка проблеми. При проведенні такелажних робіт виникають складні маніпуляції з важкими і об'ємними вантажами. Транспортування великовагових і великогабаритних конструкцій здійснюється при використанні такелажних засобів та спеціалізованої техніки, наприклад - такелажних візків, без яких багато різних видів промисловості матимуть проблеми з транспортуванням важких вантажів, необхідних для належного виконання роботи. Однак, необхідно врахувати, що видів такелажних візків безліч і обрати найбільш відповідний потрібним вимогам дуже важко. В даній статті буде виконано аналіз існуючих такелажних візків та область їх застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Такелажне обладнання можна умовно розділити на дві групи - для проведення легких такелажних робіт (домкрати, талі, лебідки, важелі) і для переміщення важких вантажів (такелажні візки, підйомники, автокрани, вантажопідйомні крани) [1]. Такелажні візки широко застосовуються при транспортуванні різноманітних важких вантажів у найрізноманітніших умовах. Вони вигідно виділяються серед іншого такелажного обладнання. Їх обирають в залежності від навантаження та обраної схеми переміщення [2-4].

Постановка завдання. Метою даної роботи є аналіз існуючих такелажних засобів, їх переваг та недоліків, а також пошук оптимального варіанту візка за критерієм максимальної маси вантажу, що транспортується.

Виклад основного матеріалу. Дуже часто виникає необхідність переміщення важкого або великогабаритного вантажу. Особливо це актуально для складських майданчиків, виробництв та інших підприємств, на яких неможливо або недоцільно використання виловних навантажувачів та іншої складської техніки. Вихід із такої ситуації – такелажні візки.

Такелажний візок - підкатна опора, призначена для переміщення вантажу на відкритих і закритих майданчиках. Роликова платформа являє собою вантажний майданчик, виготовлений зі сталі і оснащений роликами для переміщення.

Такелажні візки поділяються на три види за їх видом керованості [5]:

Візок керований – пристрій, обладнаний поворотним механізмом з керованою ручкою, що дозволяє платформі виконувати маневри при русі. Використовується як самостійний механізм для переміщення вантажів, так і в парі з регульованими платформами.

Візок регульований – пристрій, що складається з двох платформ і з'єднуючих штанг. Штанги регулюються, що дозволяє змінювати відстань по довжині з'єднання між платформами. Зручні для розподілу ваги великогабаритного вантажу. Можуть використовуватися як самостійно, так і в парі з керованою платформою.

Візок поворотний – пристрій, оснащений поворотним диском, на який опускається переміщуваний вантаж. Завдяки поворотному диску – значно збільшується маневреність переміщуваного вантажу. Використовується в комплекті з керованими і регульованими платформами

Основним елементом такелажних візків є ролики, які виготовляють в більшості випадків із поліуретана або поліаміда (мають більшу вантажопідйомність, життєвий цикл, ніж колеса із гуми, стійкі до масел і розчинників, витримують екстремальні температури, запобігають будь-яким пошкодженням на підлозі). Вони являють собою довгі, циліндричні колеса, що забезпечують хороший опорний контакт з поверхнею та зниження тертя при транспортуванні вантажу. Збільшення кількості роликів у такелажних візках пропорційно збільшує їх вантажопідйомність. Наприклад: такелажний візок Mark 2, фірми «Cherry's» з двома роликами має вантажопідйомність 2,5 тонни, Mark 12 з 12 роликами – 15 тонн. Тому, на підприємстві необхідно мати широкий асортимент такелажних візків, виготовлених з різних матеріалів, з різною

вантажопідйомністю, що дозволить транспортувати вантажі з різним навантаженням по різній підлозі [1-4].

Інші елементи такелажних візків виготовлені зі сталі з високою міцністю, що забезпечує довговічність, необхідну для виконання роботи такелажу. Вони міцні та мають малу площу контакту із поверхнею, що збільшує їх вантажопідйомність. Кожен такелажний візок достатньо легкий, тому його легко можна підсунути під піднятий вантаж, що полегшує завантаження та розвантаження обладнання. Їх конструкція забезпечує максимальний навантажувальний простір і потребує мінімального підйому вантажу. Максимальний нахил поворотної платформи такелажного візка не повинен перевищувати 4° , що робить його більш стійким під час транспортування вантажу.

Важливо використовувати високоякісне обладнання, інакше виникають ризики пошкодити транспортуваний вантаж. Найбільш широко у промисловості для транспортування вантажу використовують такелажні засоби фірм «Cherry's», «Nevi Haul», «Hilman Inc».

Фірма «Cherry's» випускає транспортні засоби, які складаються з такелажних візків з регульованим стержнем, що діляться на прямолінійні та керовані (з поворотною завантажувальною платформою та ручкою, яка дозволяє повертати вантаж в будь-якому напрямку) (рис. 1).

Існує чотири типи такелажних візків за можливістю регулювання відстані між роликотими платформами: індивідуальні (використовують із шатуном, для регулювання діапазону ширини); тандемні (мають дві роликоті платформи, чотири точки контакту для покращеної стійкості та вантажопідйомності); керовані (з прикріпленою ручкою та поворотною вантажною платформою).



Рисунок 1 – Види такелажних візків з регульованим стержнем

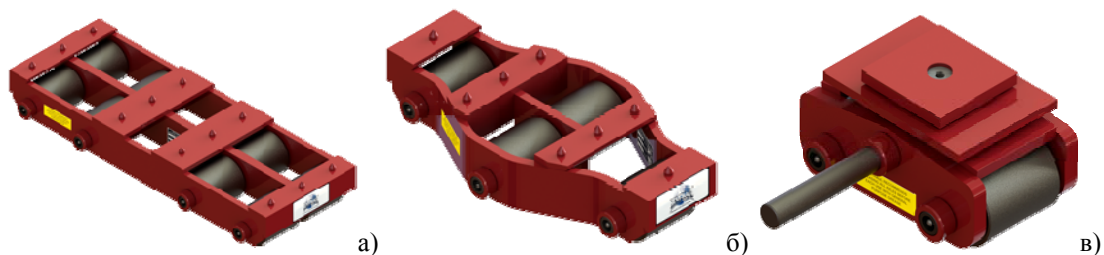
Джерело: [1]

Перевагами даних такелажних візків є: міцна рама, підшипники, які розраховані на те, щоб витримувати велику вагу та забезпечувати плавний і надійний рух; протиковзкі поверхні; керованість. Недолік: собівартість продукції.

Візки Nevi-Haul були розроблені для професійних автотранспортерів, такелажних компаній та клієнтів з потребами переміщення вантажу. Вантажні системи створені для того, щоб прослужити довговічно, забезпечуючи міцність та якість американського виробництва як у функціональному, так і в дизайнерському плані. Для рухомих потреб доступні три різні категорії машинних ковзанів, які показано нижче.

Прямолінійні такелажні візки з роликами застосовуються для транспортування великих вантажів масою від 2,5 до 100 тонн у прямолінійному напрямку (рис. 2, а). Якщо вантаж потрібно переміщувати по криволінійній траєкторії застосовують універсальні такелажні візки з вантажопідйомністю від 1,5 до 37,5 тонн (рис. 2, б). Для

транспортування легких і середніх навантажень від 1,5 до 12,5 тонн застосовують компактні поворотні такелажні візки (рис. 2, в).

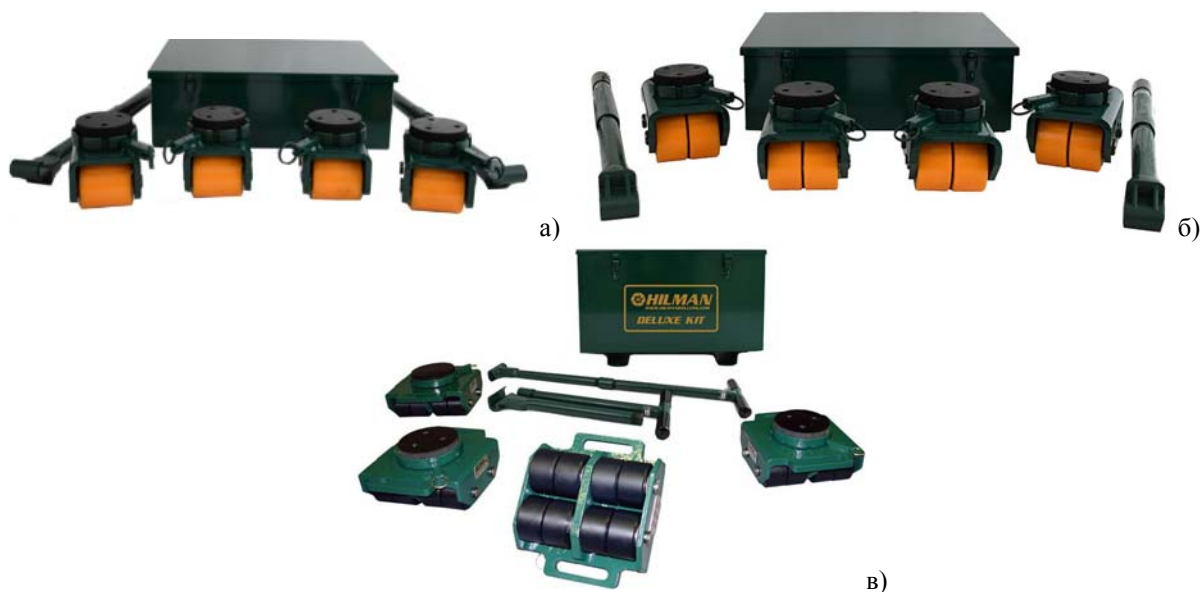


: а) маса транспортування від 2,5 до 100 тонн у прямолінійному напрямку;
б) маса транспортування від 1,5 до 37,5 тонн; в) маса транспортування від 1,5 до 12,5 тонн
Рисунок 2 – Види такелажних візків

Джерело: [4]

Перевагами такелажних візків є: міцна рама, підшипники, які розраховані велику вагу; керованість. Недолік: собівартість продукції. Існують різні типи такелажних візків. Вони подібні між собою за конструкцією, але відрізняються за розміром і вагою. Універсальних такелажних візків не існує.

Для переміщення, встановлення та перевезення важкої техніки та великого обладнання; Hilman пропонує прості, безпечні та економічно ефективні рішення для широкого кола галузей промисловості. Серія Hilman Bull Dolly - це повне, економічно ефективне рішення для переміщення важкого обладнання. Пропонує різні варіанти коліс для захисту підлоги та різноманітні стилі для прямого переміщення або повороту.



а) маса транспортування до 4 тонн; б) маса транспортування до 24 тонн

Рисунок 2 – Види такелажних візків

Джерело: [6]

Фактори, які необхідно враховувати при виборі такелажного обладнання:

– стабільність: більшість такелажних візків низької конструкції, що дозволяє утримувати центр ваги вантажу якнайнижче до підлоги, що не дає вантажу перекинутись;

– зручність транспортування та розташування: наявність знімних ручок, які дозволяють транспортувати їх, не важкі, з легкістю можливо переносити їх в руках та класти під підняті вантажі, що спрощує процес завантаження і розвантаження;

– рух вантажу без ковзання: поверхня платформи виконана з гуми, що не дає вантажу рухатись під час транспортування;

– міцна сталева конструкція: корпус і рама повинні бути виготовлені з високоміцної сталі, що забезпечить міцність, необхідну для виконання транспортних робіт;

– необхідна вантажопідйомність.

При транспортуванні вантажу обов'язково необхідно дотримуватись правил транспортування. Для ефективного та безпечного транспортування вантажів необхідно [2-4]:

– оцінити ризики при транспортуванні вантажу, завжди використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як захисні окуляри та каски;

– впевнитись в наявності та перевірити на несправності чи дефекти необхідного обладнання для транспортування та підйому вантажу, визначити їх обмеження на навантаження та переміщення;

– регулярно виконувати технічне обслуговування, а при необхідності ремонт або заміну пошкоджених деталей такелажного обладнання;

– не перевантажувати такелажні візки (одна людина може тягнути до 2 тонн);

– розробити траєкторію транспортування вантажу, очистити її від сміття, позначити всі перешкоди та небезпеки на шляху (повітряні лінії електропередач, малі кліренси та підземні комунікації);

– визначити кількість та розподіл такелажного обладнання по площині вантажу;

– розташовувати вантаж рівномірно на всю площину такелажного візка;

– швидкість руху такелажного візка повинна бути менше 10 м/хв. Щоб змінити напрямок руху, використовуйте спеціальну ручку;

– тримати такелажні візки подалі від хімічних агентів, не використовувати їх при занадто високій або занадто низькій температурі, під водою або на піску, що може пошкодити ролики.

Спеціальний пристрій для виконання такелажних робіт.

Службове призначення пристрою: забезпечення точного встановлення, надійного закріплення і базування вантажу, а також постійного положення вантажу відносно поверхні транспортування з метою безпечного переміщення.

Підстава для розробки: необхідність переміщення в обмеженому просторі великогабового та великогабаритного обладнання.

Технологічні вимоги до розробки: максимальна можливість маневрування в обмеженому просторі, надійність, практичність, максимально спрощена конструкція.

Характеристика робочого пристрою: максимальний нахил поворотної платформи такелажного візка не повинен перевищувати 4° , забезпечити максимальний навантажувальний простір та мінімальний підйом вантажу.

Висновки. В роботі виконано аналіз існуючих такелажних засобів, їх конструкції, матеріал, з якого краще їх виготовляти. Для зменшення травм та підвищення ефективності транспортування вантажів необхідно правильно обирати такелажні засоби. Наведено фактори, які необхідно враховувати при виборі такелажних візків. Для ефективного та безпечного транспортування вантажів необхідно дотримуватись правил транспортування. В найближчій перспективі буде спроектовано та розраховано конструкцію такелажного візка, що дозволить здійснити його

виробництво та забезпечить більш ефективно виконувати транспортування великогабаритного і великовагового вантажу.

Список літератури

1. Cherry's Industrial Equipment : website. UDC: <https://cherrysind.com> (hasst accessed: 01.06.2022)
2. How Do Machine Skates Work? *Hevihaul products that move the wold*: website. UDC: <https://www.hevihaul.com/machine-skates-work/> (hasst accessed: 02.06.2022)
3. Machinery Skate. EAGLE. *Made in Japan* : website. UDC: <https://toe-jack.com/products/product02/> (hasst accessed: 02.06.2022)
4. Roller Skids vs. Machinery Skates vs. Transport Dollies. *Cherry's Industrial Equipment* : website. UDC: <https://material-handling.com/blogs/movers-buyer-guide/> (hasst accessed: 02.06.2022)
5. Такелажне обладнання. URL: <https://kozakplus.ua/articles/warehouse-equipment/rigging-equipment> (дата звернення: 06.06.2022)
6. BULL DOLLY KITS. *HILMAN*: website. UDC: <https://shop.hilmanrollers.com/collections/dolly-kits> (hasst accessed: 06.06.2022)

References

1. Cherry's Industrial Equipment : website. *cherrysind.com*. Retrieved from <https://cherrysind.com> [in English].
2. How Do Machine Skates Work? *Hevihaul products that move the wold*: website. Retrieved from <https://www.hevihaul.com/machine-skates-work/> [in English].
3. Machinery Skate. EAGLE. *Made in Japan* : website. *toe-jack.com*. Retrieved from <https://toe-jack.com/products/product02/> [in English].
4. Roller Skids vs. Machinery Skates vs. Transport Dollies. *Cherry's Industrial Equipment* : website. *material-handling.com*. Retrieved from <https://material-handling.com/blogs/movers-buyer-guide/> [in English].
5. Такелажне обладнання [Rigging equipment]. <https://kozakplus.ua/articles/warehouse-equipment/rigging-equipment> [in Ukrainian].
6. BULL DOLLY KITS. *HILMAN*: website. *shop.hilmanrollers.com*. Retrieved from <https://shop.hilmanrollers.com/collections/dolly-kits> [in English].

Alla Yovchenko, PhD tech. sci. **Alina Kreida**, assistant, **E. Usenko**
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Analysis of Existing Lifting Equipment for Moving, Loading and Unloading Cargo During Transportation

When carrying out rigging work, there are complex manipulations with heavy and bulky loads. Transportation of heavy and large-sized structures is carried out using rigging means and specialized equipment, for example - rigging carts, without which many different types of industries will have problems with transporting heavy loads necessary for the proper execution of work. However, it is necessary to take into account that there are many types of rigging trolleys and it is very difficult to choose the most suitable one for the required requirements. This article analyze the existing rigging trolleys and their scope of application.

The analysis of existing rigging means for transportation, loading and unloading of large and heavy cargo is performed. The factors that must be taken into account when choosing rigging carts to reduce injuries and increase the efficiency of cargo transportation. The requirements for efficient and safe transportation of cargo are given. In the near future the design of the rigging trolley will be designed and calculated, which will allow its production and ensure more efficient transportation of large and heavy cargo.

Here are the factors that must be taken into account when choosing rigging trolleys. For efficient and safe transportation of goods, it is necessary to observe the rules of transportation. In the near future, the structure of the rigging cart will be designed and calculated, which will allow its production and ensure more efficient transportation of large-sized and heavy cargo.

rigging trolley, transportation, rollers, bulky cargo, heavy cargo

Одержано (Received) 09.06.2022

Прорецензовано (Reviewed) 29.06.2022

Прийнято до друку (Approved) 26.09.2022