Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Робота на здобуття щорічної премії Президента Україні
для молодих вчених

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

ФОМІН Олексій Вікторович – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державного університету інфраструктури та технологій

Київ – 2019

МЕТА, НАУКОВА НОВИЗНА ТА ПРАКТИЧНА ЗНАЧИМІСТЬ РОБОТИ

Метою роботи є – розроблення інноваційних теоретичних положень, методологічних основ і практичних засобів для поліпшення техніко-економічних показників вантажних вагонів, а саме поліпшення конкурентоздатності продукції вітчизняних вагонобудівників та послуг залізничних транспортних компаній, і зменшення витрат на оновлення парку вантажних вагонів та залізничні вантажоперевезення. **Об'єкт дослідження** – процеси пов'язані зі створенням та удосконаленням вантажних вагонів, їх дослідженнями і ефективним використанням на різних етапах життєвого циклу. **Предмет дослідження** – закономірності розвитку та функціонування конструкцій вантажних вагонів; методи їх проектування, моделювання, дослідження та технічного оцінювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше:

- застосовано теорію розвитку технічних систем при розробленні ідеалістично-спрямованої концепції створення конструкцій вантажних вагонів, яка містить: сформульоване поняття ідеальних вантажних вагонів та розроблену процедуру оцінювання ступеня їх ідеальності, наукове обґрунтування необхідності переходу до вантажних вагонів нового покоління, прогнозування перспективних шляхів розвитку їх конструкцій, забезпечує достатні можливості для генерування вантажних вагонів нового покоління;
- запропоновано науковий підхід створення варіаційних описань конструктивних виконань вантажних вагонів та їх складових, у вигляді конструктивних «І-АБО»-дерев, що є фундаментом для проведення процедур аналізу та синтезу їх конструкцій;
- одержано комплекс багатофакторних математичних залежностей основних показників та параметрів базових елементів несучих систем вантажних вагонів та перспективних їх виконань, що дозволяє істотно підвищити точність проведення відповідних проектувальних робіт та техніко-оцінювальних досліджень їх конструкцій, в тому числі при прогнозуванні строку експлуатації;
- запропоновано структурно-функціональні моделі конструкцій вантажних вагонів, які дозволяють представити вагон у вигляді ряду взаємопов'язаних і взаємодіючих підсистем, та на відміну від традиційних відображень їх конструкцій з максимальною повнотою враховувати основні фактори їх функціонування при дослідженнях та проектуванні.

Дістали подальший розвиток методологічні основи техніко-економічного дослідження конструкцій вантажних вагонів на основі запропонованої процедури проведення функціонально-вартісного аналізу (вартісної інженерії) їх несучих систем, що на відміну від існуючого предметного підходу у фінансовому вигляді дозволяє відобразити функції окремих складових їх конструкцій, рівень використання ресурсів, а також дослідити причини, з яких ці ресурси використовуються.

Удосконалена процедура проектування вантажних вагонів за рахунок розроблення методу створення їх конструктивних складових як балок рівного спротиву сумарній дії експлуатаційних навантажень, а також програмних продуктів автоматизації включених етапів, що дозволяє підвищити ефективність робіт з удосконалення вантажних вагонів;

Практична значимість одержаних результатів та їх впровадження. До основних практичних результатів роботи можна віднести:

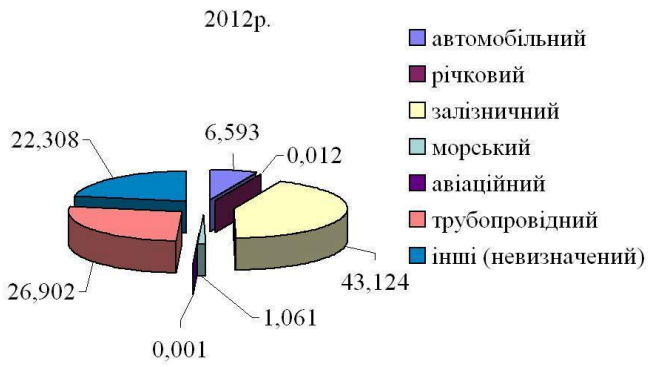
- розроблені рекомендації зі скорочення часу та витрат, пов'язаних зі створенням та постановкою нових моделей вантажних вагонів на виробництво, ефективність яких підтверджена при організації вагонобудування на ПрАТ «Донецьксталь» – металургійний завод» (ПрАТ «ДМЗ»);
- розроблені, експериментально випробувані, впроваджені у виробництво на ПрАТ «ДМЗ» та прийняті в серійну експлуатацію на мережі залізниць країн учасників СНД, Грузії, Латвійської республіки, Литовської республіки, Естонської республіки напіввагони моделей 12-9904 та 12-9904-01;
- розроблені та впроваджені на вітчизняних підприємствах: ПрАТ «ДМЗ», ПАТ «Дніпровагонмаш», ПАТ «Укрзалізниця», ДП «Український науково-дослідний інститут вагонобудування» («УкрНДІВ»), ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» («КВБЗ»), діяльність яких пов'язана з дослідженнями, виготовленням, ремонтами та експлуатацією вантажних вагонів (в тому числі моделей:12-9745, 20-9749) науково-технічні рішення;
- створене програмне забезпечення для визначення раціональних характеристик впроваджуваних складових вантажних вагонів, яке використовується, на вищезазначених підприємствах, при проведенні науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт зі створення та удосконалення їх конструкцій;
- розроблені комп'ютерні моделі сучасних та перспективних вантажних вагонів, які використовуються при проектуванні та дослідженні їх конструкцій наведеними підприємствами;
- патентозахищені конструкції універсальних та глуходонних напіввагонів, критих вагонів, відкритих та критих вагонів-хоперів, вагонів-платформ нового покоління.

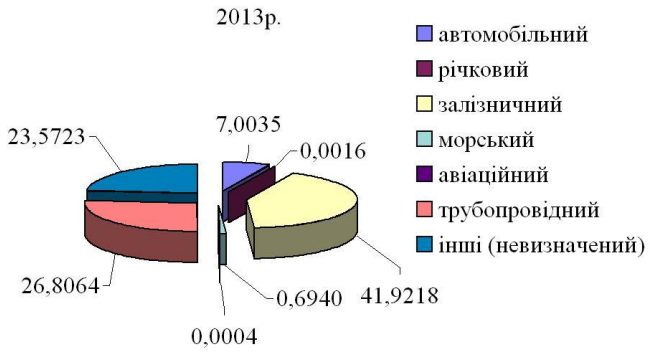
Основні теоретичні положення, методологічні основи і практичні засоби, які представлені в роботі, використовуються у навчальному процесі Державного університету інфраструктури та технологій при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціалізацією «Вагони та вагонне господарство» при викладенні дисциплін: Будівельна механіка вагонів, Динаміка вагонів, Основні методи випробування вагонів та визначення подовження терміну служби вагонів, Актуальні проблеми проектування, динаміки та розрахунків нових конструкцій вагонів. Окремі положення роботи використовуються при виконанні магістерських атестаційних робіт при підготовці магістрів зі спеціальності 273 «Залізничний транспорт», спеціалізації «Вагони та вагонне господарство».

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

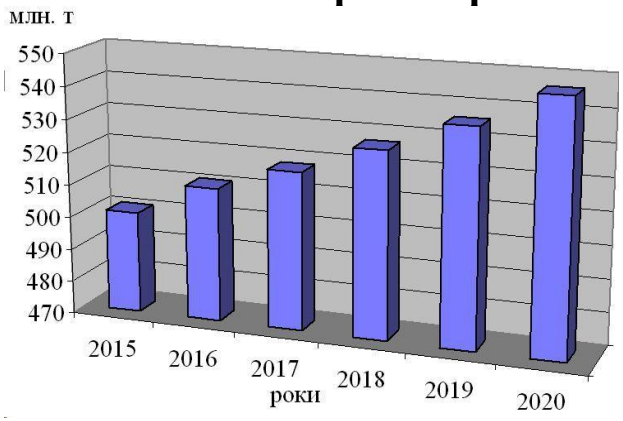
Вантажний вагон для економіки України відіграє важливу роль як **засіб транспортування вантажів** а також як **кінцевий продукт машинобудування**.

Експорт, імпорт і транзит вантажів за видами транспорту в Україні у %





Прогноз вантажоперевезень залізничним транспортом



На Україні створено **більше <u>15</u> підприємств які будують вантажні вагони** та **понад <u>20</u> підприємств** які спеціалізуються на виготовленні окремих складових для них. На цих підприємствах у сукупності працює біля **<u>100 тис. працездатного населення України.</u>**

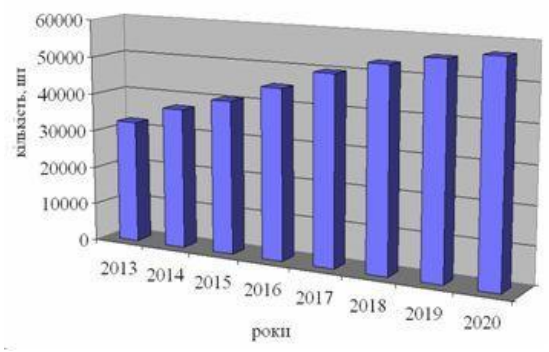
Основні ВБЗ України: ПАТ «Азовмаш», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», ПАТ «Стахановський вагонобудівний завод», ПАТ «Днепровагонмаш», перепрофільовані ВРЗ Укрзалізниці.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ (*ПРОДОВЖЕННЯ*)

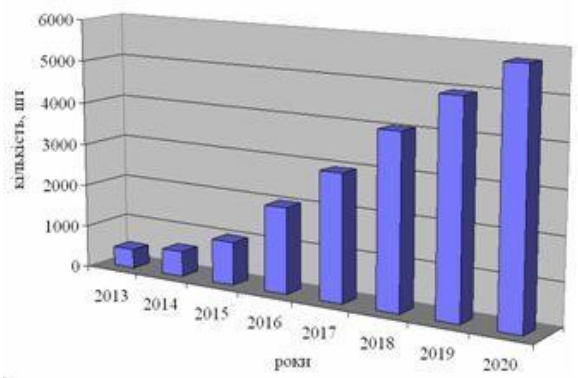
На сьогоднішній день, за даними ГІОЦ УЗ, парк вантажних вагонів України складається із близько **176000 вагонів** переважна більшість яких (понад **90%)** експлуатується на грані призначеного терміну служби. Їх ремонтами займається біля **30 вітчизняних вагоноремонтних депо**.

Дефіцит основних типів вантажних вагонів по рокам

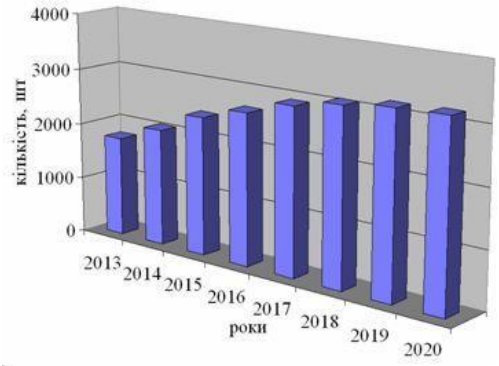
Напіввагони



Криті вагони



Вагони-платформи



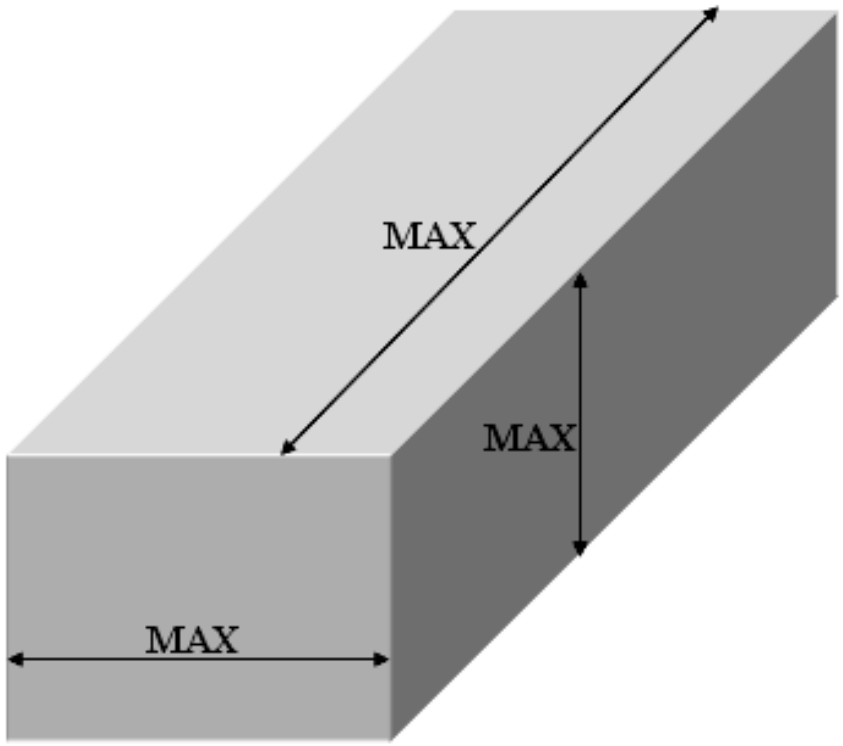
Макс. 25 тис. $ Мін. 117 тис.$

При виробництві, використанні та обслуговуванні вантажних вагонів, а також причетних супутніх галузях промисловості зайнято **понад 500 тис. працездатного населення України**.

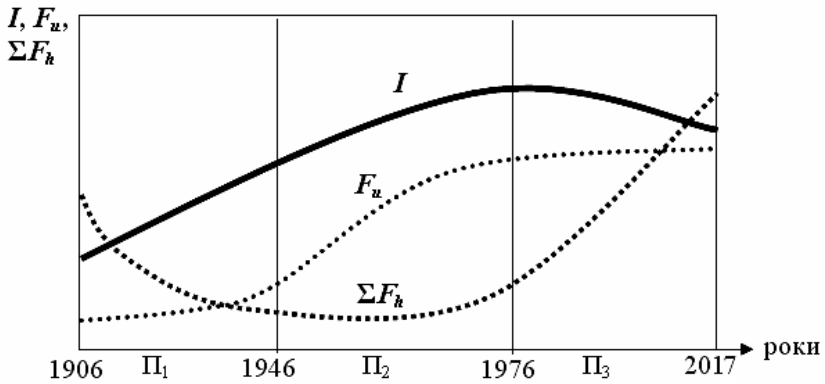
Висновок: *розроблення інноваційних науково-практичних рішень для поліпшення техніко-економічних показників вантажних вагонів є актуальною та важливою науково-прикладною проблемою, результати розв'язання якої мають важливе значення для залізничного транспорту України та інших країн світу*

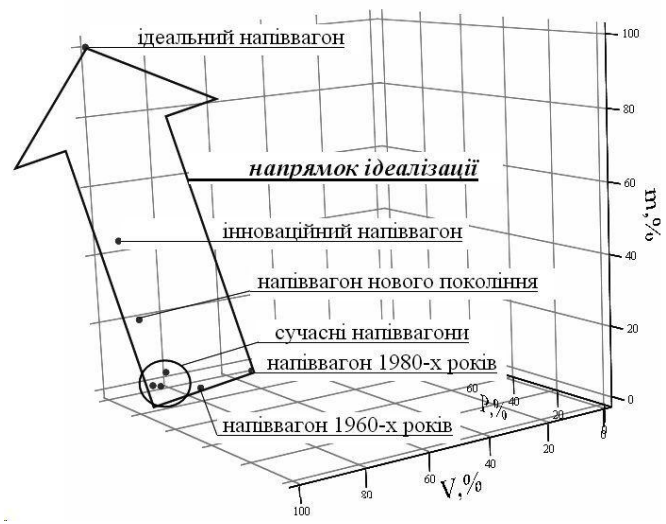
ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ ІДЕАЛІСТИЧНО-СПРЯМОВАНОЇ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Візуалізація принципу ідеалізації вантажних вагонів

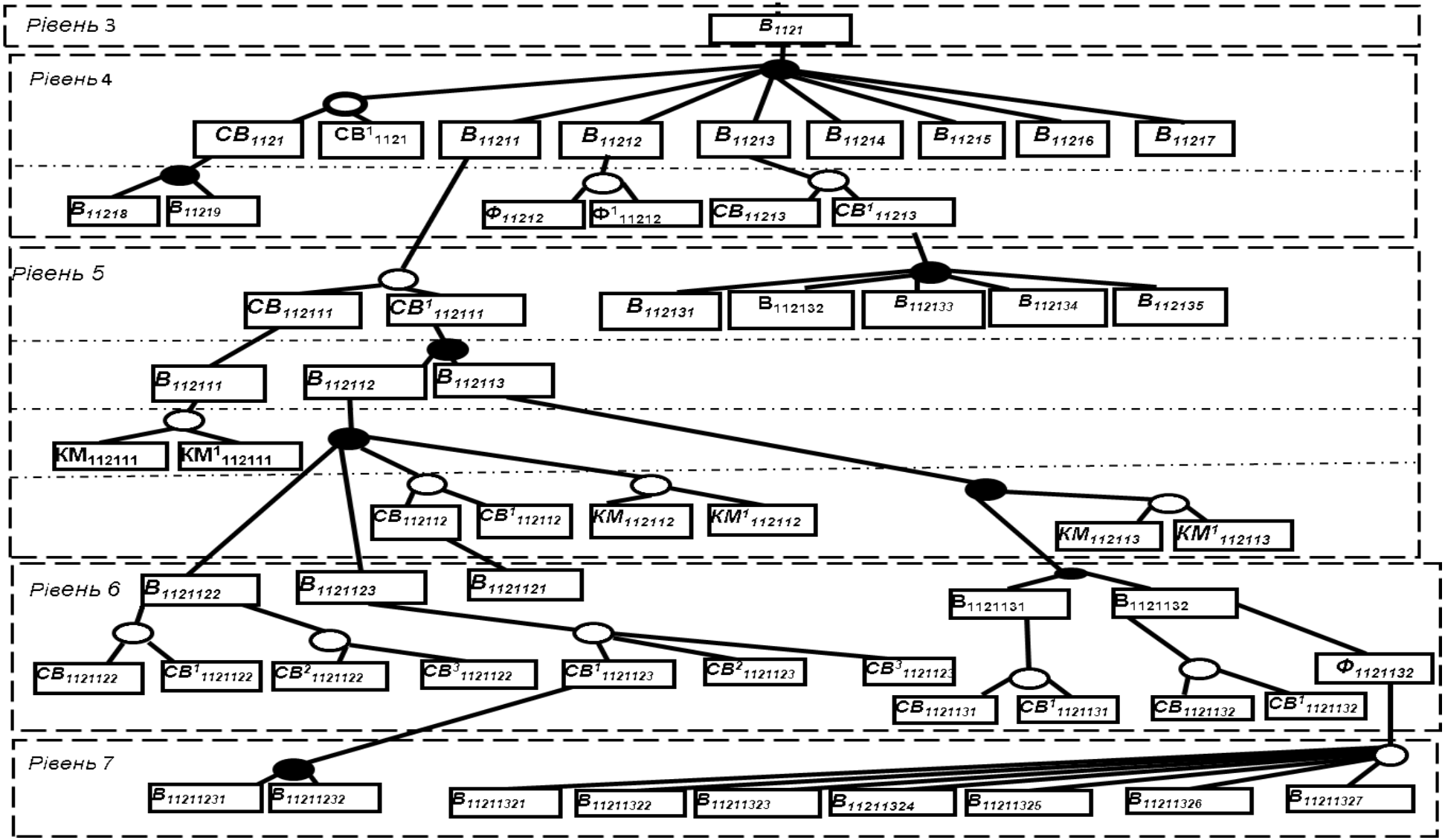


Графік якісного розвитку чотиривісних напіввагонів



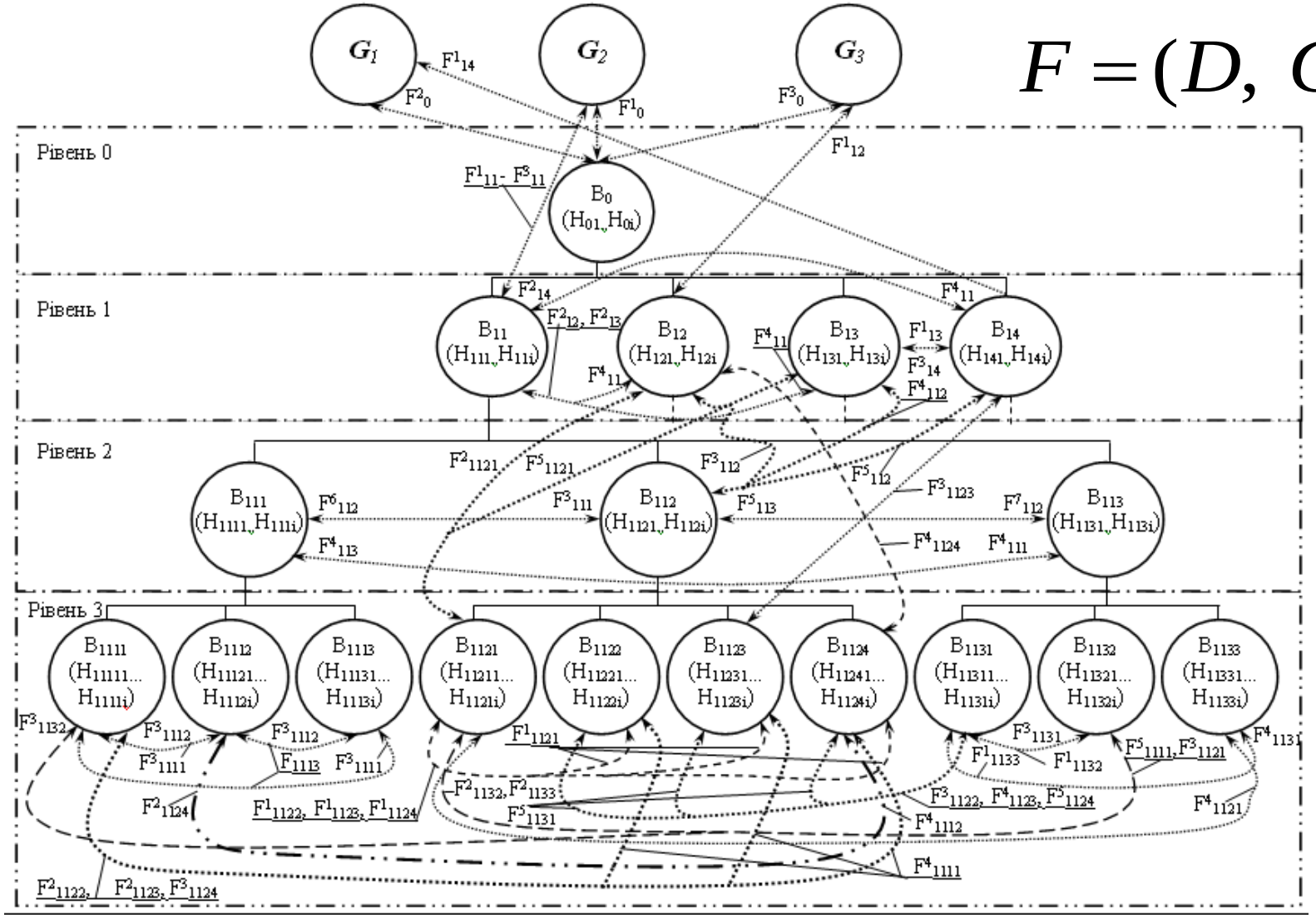


ВАРІАЦІЙНЕ ОПИСАННЯ ХРЕБТОВОЇ БАЛКИ УНІВЕРСАЛЬНОГО НАПІВВАГОНУ У ВИГЛЯДІ “І-АБО” – ДЕРЕВА



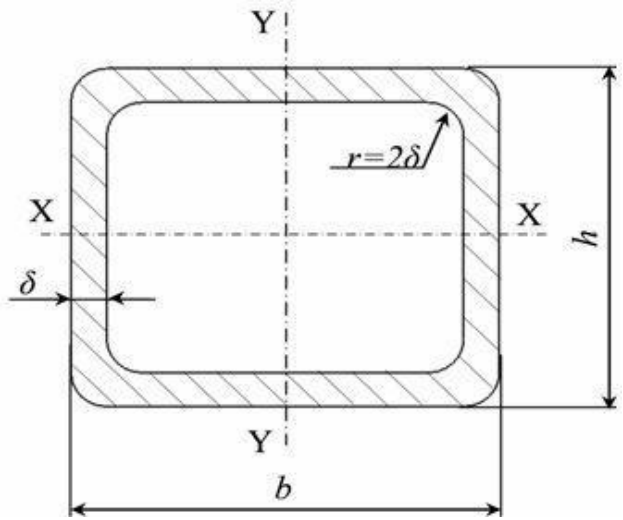
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ МОДУЛЯ КУЗОВА СУЧАСНОГО ГІПОТЕТИЧНОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО НАПІВВАГОНУ

$$F = (D,\ G,\ H)$$



ПРИКЛАДИ ПЕРСПЕКТИВНИХ ПРОФІЛІВ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ У НЕСУЧІ СИСТЕМИ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ТА ОТРИМАНІ ДЛЯ НИХ МАТЕМАТИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ

Переріз прямокутної труби

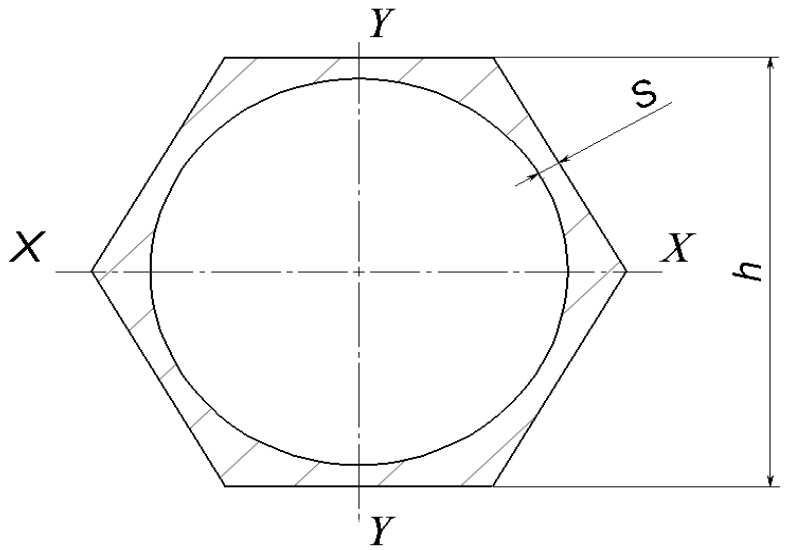


$$m_{noz} = (-2{,}9E-15)h - 3{,}084\delta^2 + 1{,}542h\delta + 1{,}542b\delta;$$

$$W_x = 179{,}9498 - 16{,}6388h - 9{,}70094b - 207{,}822\delta + 0{,}237427h^2 +$$
$$+0{,}000981b^2 - 60{,}8609\delta^2 + 0{,}69646hb + 21{,}96h\delta + 12{,}356b\delta;$$

$$W_y = 137{,}5195 - 9{,}57056h - 13{,}3553b - 158{,}925\delta + 0{,}000317h^2 +$$
$$+0{,}235580b^2 - 53{,}0205\delta^2 + 0{,}6978833hb + 12{,}33214h\delta + 17{,}5429b\delta;$$

Переріз шестигранного порожнистого профілю



$$m_{noz} = -(1{,}77E-08) + (3{,}900E-09)h - (3E-08)S +$$
$$+0{,}062h^2 - 2{,}450S^2 + 2{,}45hS$$

$$W_x = 171{,}774 - 30{,}814h - 115{,}56S + 1{,}5836h^2 - 28{,}6643S^2 + 20{,}042hS$$

$$W_y = 148{,}779 - 26{,}691h - 100{,}08S + 1{,}37163h^2 - 24{,}8238S^2 + 17{,}357hS.$$

МЕТОД ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОФІЛІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РАЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ СКЛАДОВИХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

1 Дослідження несучої конструкції вагону-аналогу

2

$$[\sigma]_C^M,$$

де M-розрахунковий режим ($M \in [I; III]$);

C-розрахунковий експлуатаційний випадок ($C \in [1; 28]$).

3

$$\max \sigma_C^M$$

4

$$\gamma^{l_k}_{експл.випадок} = \frac{[\sigma]_C^M - \max \sigma_C^M}{[\sigma]_C^M} \cdot 100\%.$$

5

$$\gamma^{скл.} = \min\left\{\gamma^{l_k}_{експл.випадок}, M \in [I; III], C \in [1; 28]\right\}$$

6

$$W_X^{АН.}, W_Y^{АН.}.$$

7

$$\left[W_X^{РПМ}\right] = W_X^{АН.} \cdot (100 - \gamma^{скл.});$$

$$\left[W_Y^{РПМ}\right] = W_Y^{АН.} \cdot (100 - \gamma^{скл.}).$$

МЕТОД ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОФІЛІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РАЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ СКЛАДОВИХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ (*ПРОДОВЖЕННЯ*)

8

$$m_{пог.} = f(S1,S2,S3) = -7,77 + 1,37S1 + 1,84S2 + 0,49S3 + 0,04S1^2 - 0,09S2^2 - 0,02S3^2 - \\ - 0,05S1S2 + 0,02S1S3 - 0,01S2S3;$$

$$W_X = f(S1,S2,S3) = 94,52 + 13,3S1 + 2,35S2 + 1,76S3 - 8,46S1^2 - 3,69S2^2 - 1,33S3^2 + \\ + 2,44S1S2 - 2,43S1S3 - 1,26S2S3;$$

$$W_Y = f(S1,S2,S3) = -1,52 + 3S1 - 7,77S2 + 1,76S3 - 4,6S1^2 - 3,45S2^2 - 21,3S3^2 + \\ + 15,44S1S2 - 6,43S1S3 - 6,26S2S3;$$

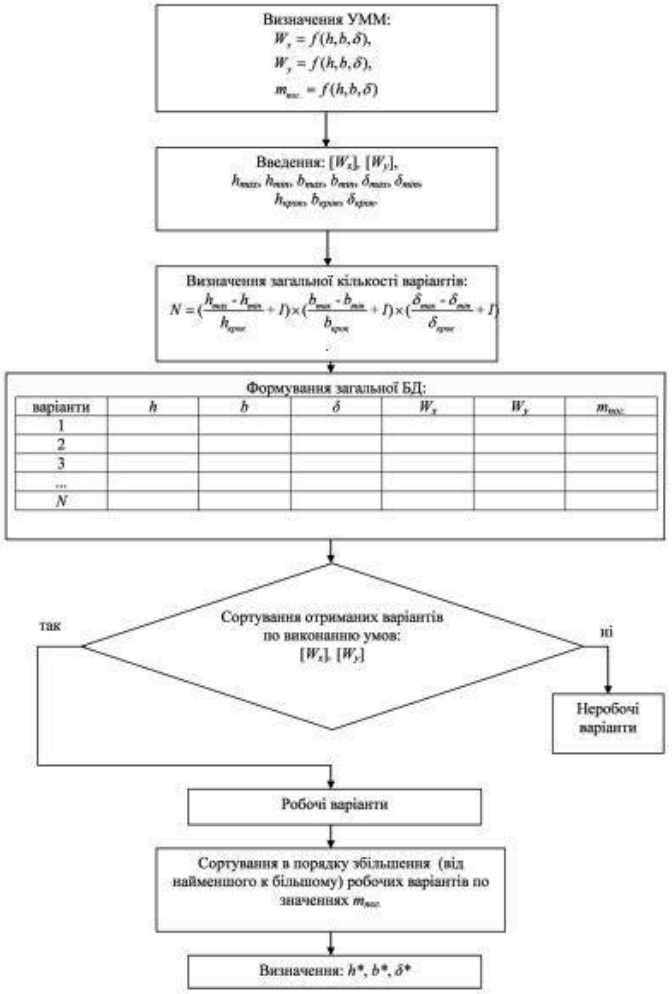
9

$$\begin{cases} ЦФ: \quad m = f(S_n, n \in [1;6]) \to \min; \\ ОДР: \quad W_X = f(S_n, n \in [1;6]) \geq \left[W_X^{РПМ}\right], \\ \qquad\quad W_Y = f(S_n, n \in [1;6]) \geq \left[W_Y^{РПМ}\right]; \\ ОМР: \quad S1_{\min} \leq S1 \leq S1_{\max}, \\ \qquad\quad S2_{\min} \leq S2 \leq S2_{\max}, \\ \qquad\quad \ldots\ldots\ldots \\ \qquad\quad S6_{\min} \leq S6 \leq S6_{\max}. \end{cases}$$

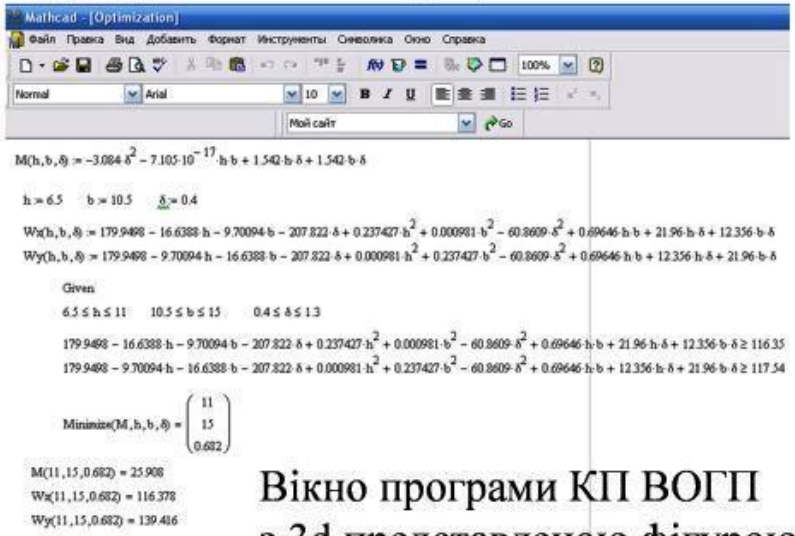
10, 11 Визначення оптимальних рішень. Перевірка працездатності удосконаленої конструкції.

Приклади розроблених автоматизованих обчислювальних комплексів для визначення оптимальних значень впроваджувальних профілів

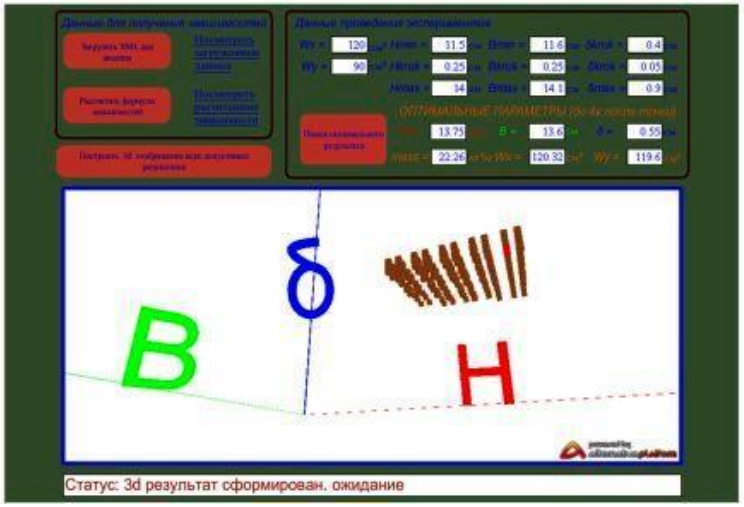
Блок-схема алгоритму визначення ОГП у програмі Microsoft Excel



Розрахунковий блок програми MathCAD



Вікно програми КП ВОГП з 3d представленою фігурою



ПРИКЛАД ОТРИМАНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ДЛЯ БАЗОВИХ НЕСУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НАПІВВАГОНІВ

Чотирифакторна математична залежність *(для її отримання проводиться 24 експерименти)*

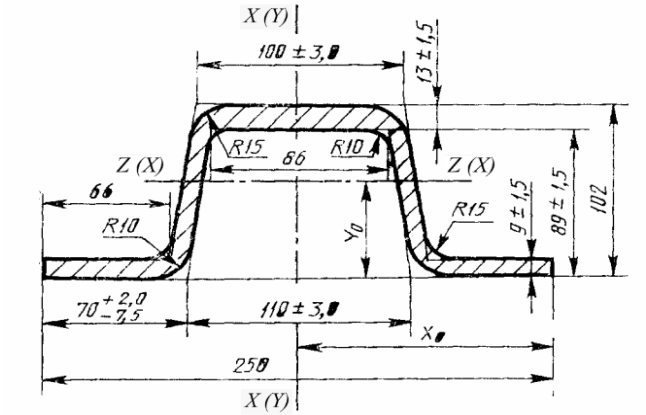
$$Y = f(S1,S2,S3,S4) = a_0 + a_1S1 + a_2S2 + a_3S3 + a_4S4 + a_{11}S1^2 + a_{22}S2^2 + a_{33}S3^2 + a_{44}S4^2 + a_{12}S1S2 + a_{13}S1S3 + a_{14}S1S4 + a_{23}S2S3 + a_{24}S2S4 + a_{34}S3S4;$$

Приклад шестифакторних математичних залежностей для профілю вагонної стійки *(для її отримання проводиться 44 експерименти)*

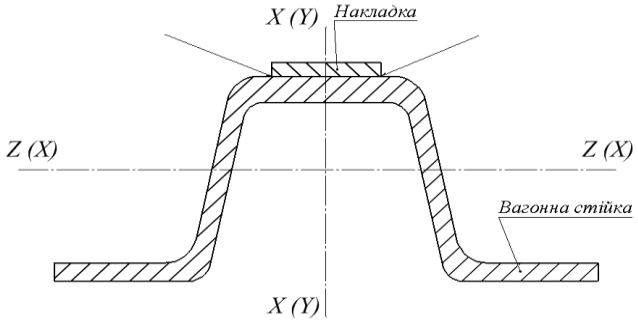
$$W_{X(Y)} = f(S1,S2,S3,S4,S5,S6) = 94{,}52 + 13{,}3S1 + 2{,}35S2 + 1{,}76S3 + 0{,}04S4 + 2{,}37S5 + 11{,}44S6 - 8{,}46S1^2 - 3{,}69S2^2 - 1{,}33S3^2 - 1{,}36S4^2 - 3{,}69S5^2 - 8{,}44S6^2 - 4{,}85S1S2 +$$
$$+ 2{,}44S1S3 - 2{,}43S1S4 - 1{,}39S1S5 + 7{,}23S1S6 - 1{,}26S2S3 + 1{,}39S2S4 + 2{,}16S2S5 + 0{,}69S2S6 + 0{,}07S3S4 - 0{,}47S3S4 + 1{,}5S3S4 + 0{,}59S4S5 - 1{,}5S4S6 - 2{,}47S5S6;$$

$$W_{Z(X)} = f(S1,S2,S3,S4,S5,S6) = -29{,}77 + 3{,}82S1 + 5{,}56S2 + 2{,}96S3 + 3{,}74S4 + 5{,}56S5 + 1{,}79S6 - 0{,}16S1^2 - 0{,}28S2^2 - 0{,}16S3^2 - 0{,}15S4^2 - 0{,}28S5^2 - 0{,}16S6^2 - 0{,}14S1S2 +$$
$$+ 0{,}11S1S3 - 0{,}03S1S4 - 0{,}13S1S5 + 0{,}03S1S6 + 0{,}01S2S3 - 0{,}01S2S4 - 0{,}08S2S5 + 0{,}01S2S6 - 0{,}01S3S4 - 0{,}01S3S4 + 0{,}04S3S4 + 0{,}02S4S5 + 0{,}04S4S6 + 0{,}01S5S6;$$

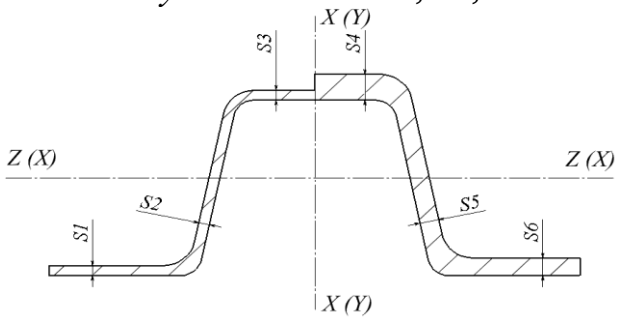
відповідно до ГОСТ 5267.6-90



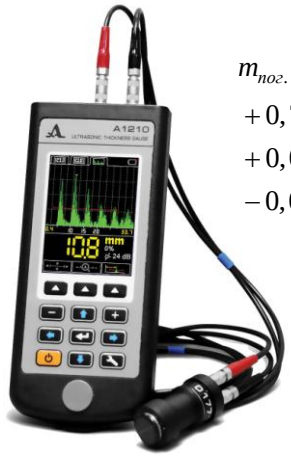
з накладкою 7 мм



з імітацією корозійного зносу по ділянках S1, S2, S3



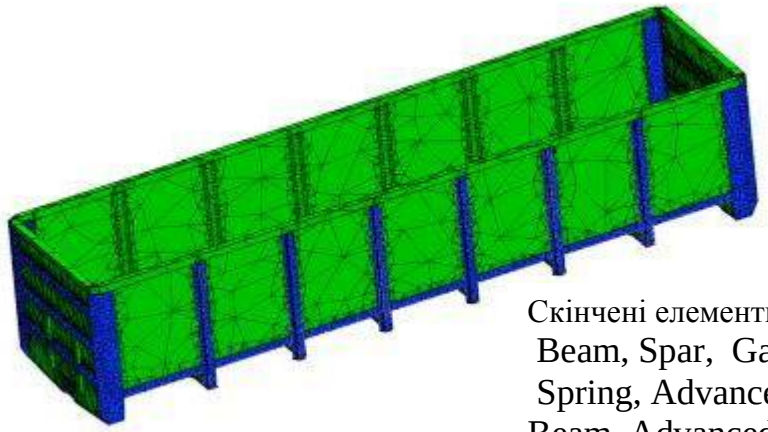
Виконання вагонної стійки	S1, мм	S2, мм	S3, мм	S4, мм	S5, мм	S6, мм	$W_{X(Y)}$, см^3	$W_{Z(X)}$, см^3	$m_{пог}$, кг
Відповідно до ГОСТ 5267.6-90	9	7	13	13	7	9	117,54	116,35	28,71
З накладкою 7 мм	9	7	20	20	7	9	148,59	119,39	33,24
З імітацією корозійного зносу по ділянках *S1, S2, S3*	5	5	5	13	7	9	86,99	76,74	22,12



$$m_{пог.} = f(S1,S2,S3,S4,S5,S6) = -7{,}77 + 1{,}37S1 + 1{,}84S2 + 0{,}49S3 + 0{,}74S4 + 1{,}84S5 +$$
$$+ 0{,}76S6 - 0{,}04S1^2 - 0{,}09S2^2 - 0{,}02S3^2 - 0{,}02S4^2 - 0{,}09S5^2 - 0{,}04a_{66}S6^2 - 0{,}05S1S2 +$$
$$+ 0{,}02S1S3 - 0{,}021S4 + a_{15}S1S5 + 0{,}03S1S6 - 0{,}01S2S3 + 0{,}01S2S4 + 0{,}01S2S5 -$$
$$- 0{,}01S2S6 - 0{,}01S3S4 - 0{,}01S3S4 + 0{,}01S3S4 + 0{,}01S4S5 - 0{,}01S4S6 - 0{,}01S5S6;$$

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ НАПІВВАГОНІВ МОДЕЛЕЙ 12-9904 ТА 12-9904-01 ВИРОБНИЦТВА ПрАТ “ДМЗ”

Скінчено-елементна модель

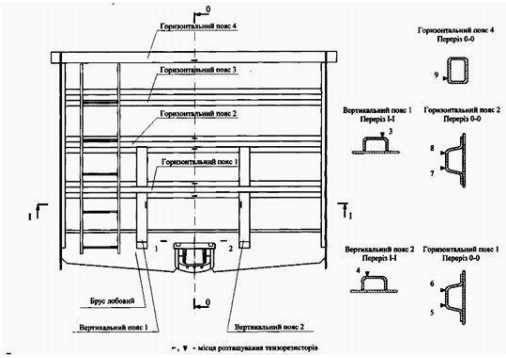


Скінчені елементи типу:
Beam, Spar, Gap,
Spring, Advanced
Beam, Advanced Sprin.

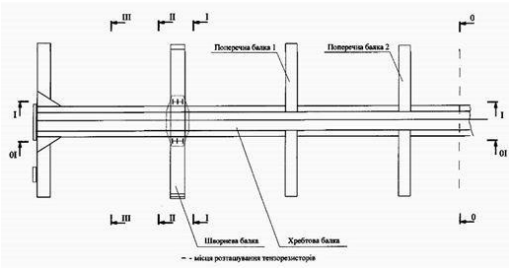
Досягнуто потужності виробництва –
100 вагонів в місяць

Схема розміщення перерізів та розташування тензорезисторів на елементах напіввагонів:

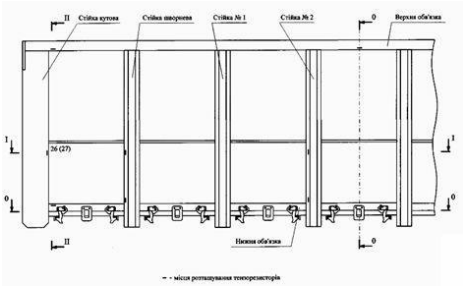
торцевої стіни

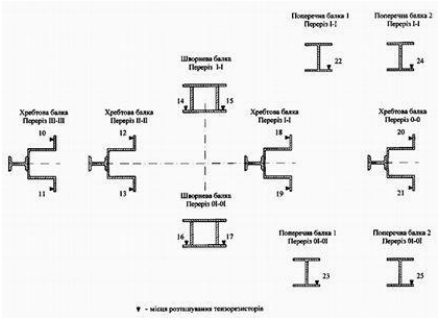


Рами



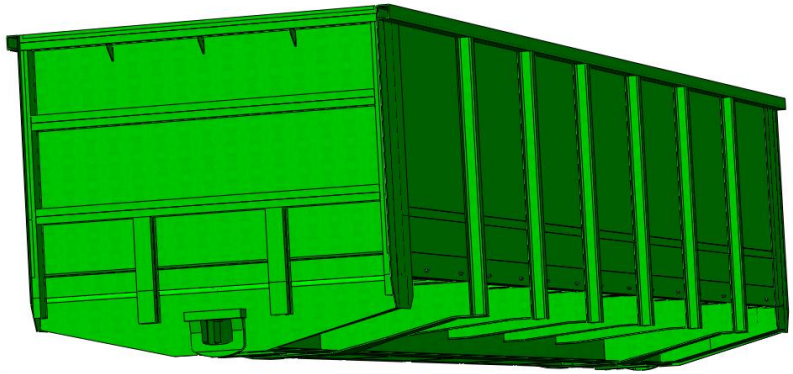
стіни бокової





ВАНТАЖНІ ВАГОНИ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ ЯКИХ РОЗРОБЛЕНО КОМПЛЕКС ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ

Напіввагон моделі 12-9745



Патент на винахід № 108005

Знижено матеріалоємність на 570кг

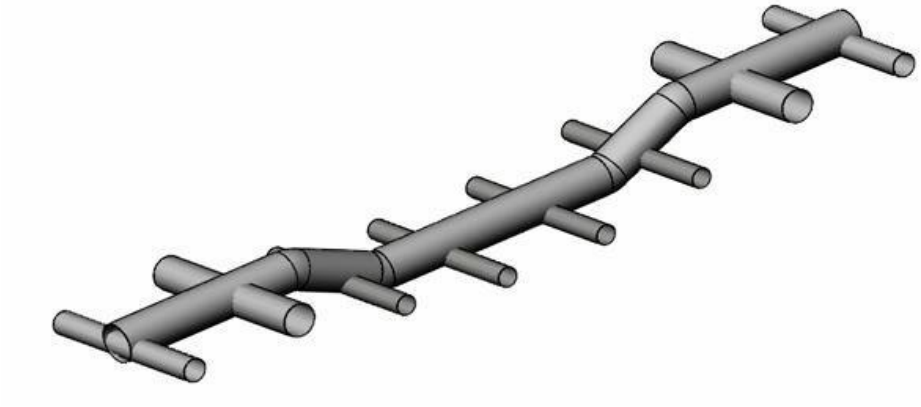
Вагон-хопер чотиривісний для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749

Патент на винахід № 101213

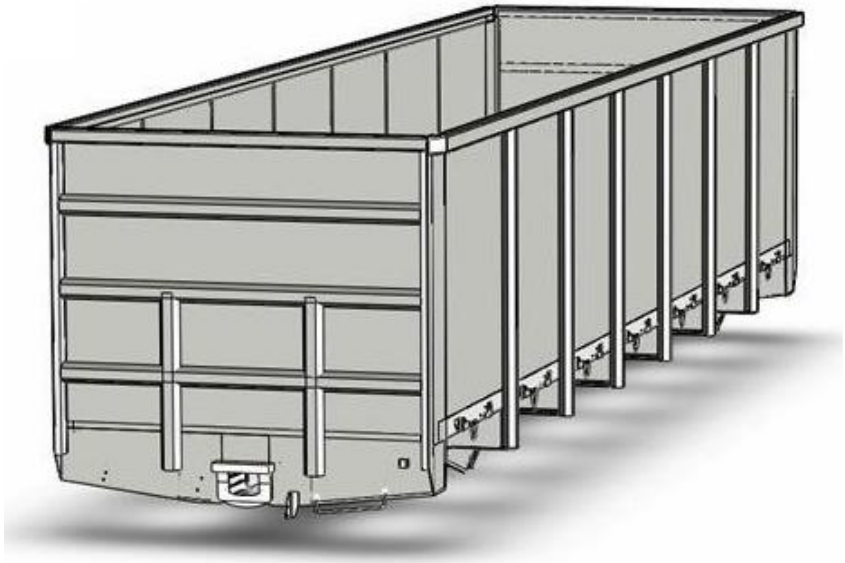
Знижено матеріалоємність на 1020кг

РОЗРОБЛЕНІ ПРОТОТИПИ ПЕРСПЕКТИВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

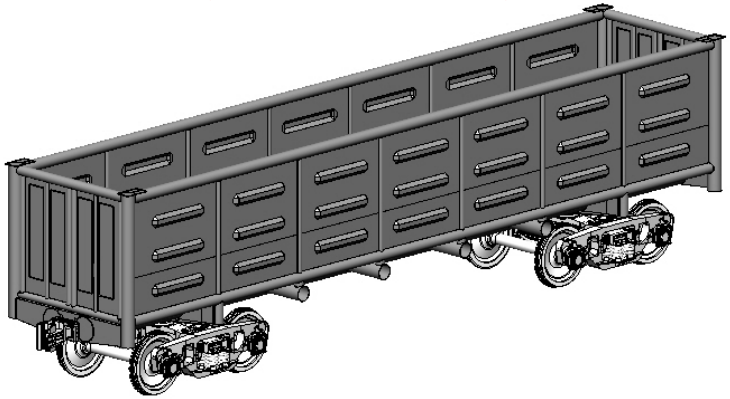
Прототип рами(-600кг) спеціалізованого глуходонного напіввагону із круглих труб зі зниженим центром ваги



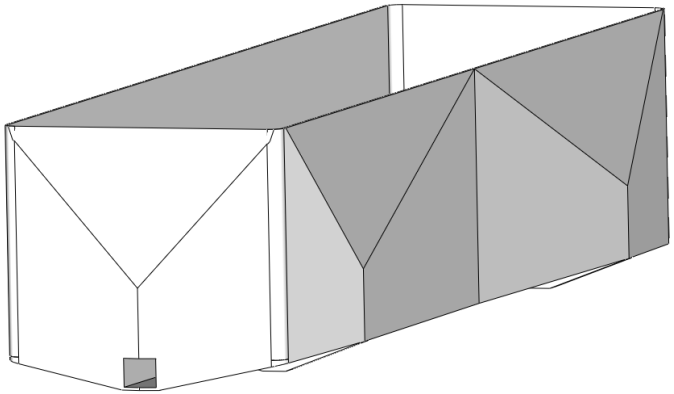
Модуль кузова напіввагонів із шестигранних порожнистих профілів



Прототип напіввагону із круглих труб *(-800кг або -1100кг)*



Суцільний глуходонний модуль кузова напіввагону з композиційних матеріалів (патент на винахід № 110571)

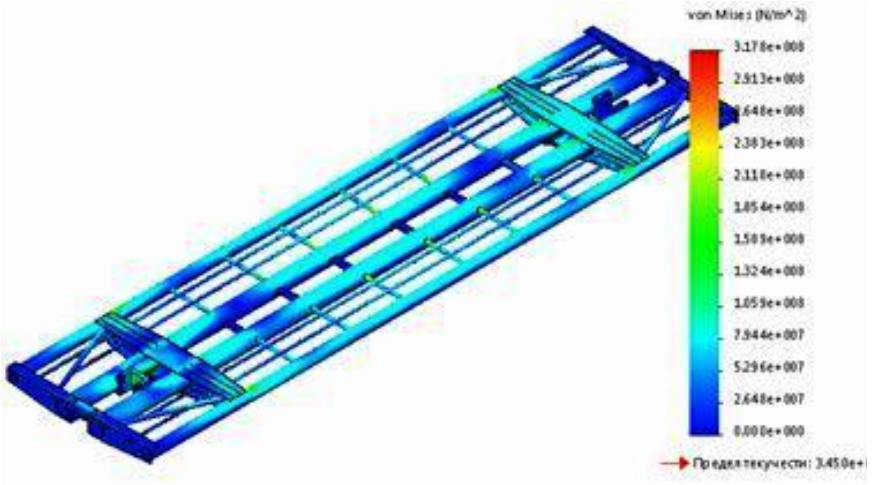


\

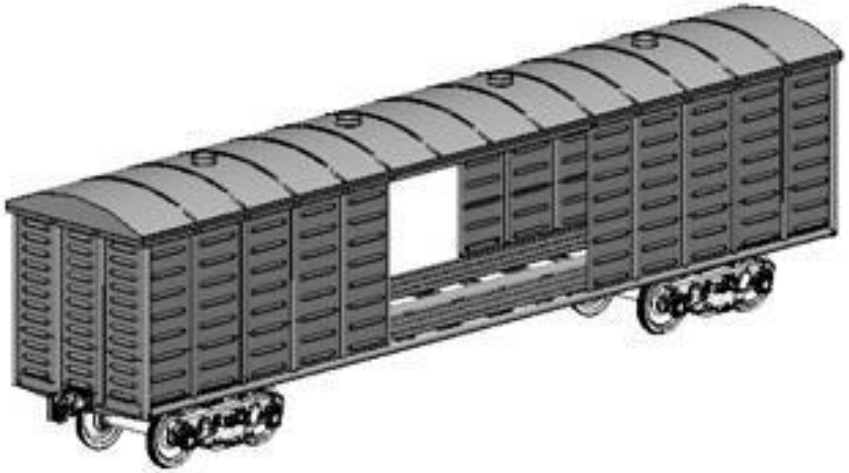
РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО МЕТОДУ З ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗАПАСІВ МІЦНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ КРУГЛИХ ТРУБ У НЕСУЧІ СИСТЕМИ ВАГОНУ-ПЛАТФОРМУ ТА КРИТОГО ВАГОНУ

Прототип (-540кг)

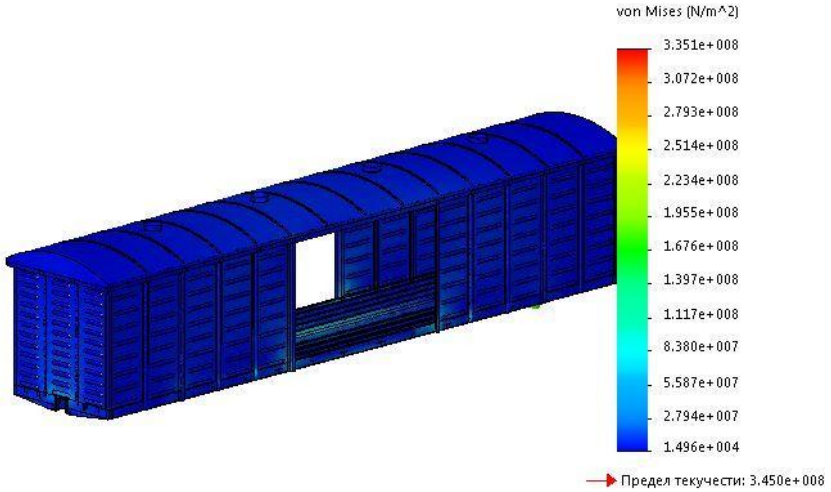
Напружений стан



Прототип (-1050кг)



Напружений стан



ВИСНОВКИ

В роботі вирішено актуальну та важливу науково-прикладну проблему – з розроблення інноваційних теоретичних положень, методологічних основ і практичних засобів для поліпшення техніко-економічних показників вантажних вагонів, а саме поліпшення конкурентоздатності продукції вітчизняних вагонобудівників та послуг залізничних транспортних компаній, і зменшення витрат на оновлення парку вантажних вагонів та залізничні вантажоперевезення. Основні результати, висновки та рекомендації роботи полягають у наступному:

1. Вперше запропоновану ідеалістично-спрямовану концепцію створення вантажних вагонів доцільно використовувати як теоретичну основу для науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт з генерування їх конструкцій нового покоління чи глибокої модернізації існуючих зразків. Використання запропонованого поняття ступеня ідеальності вантажних вагонів дозволяє науково обґрунтовувати своєчасність переходу до вагонів нового покоління, а також його можна використовувати при порівняльному техніко-економічному оцінюванні проектів вантажних вагонів у якості основного критерію ефективності.
2. Результати застосування розробленого методу створення конструктивних описань варіантних виконань вантажних вагонів та їх складових у вигляді «І-АБО»-дерев є ефективним та компактним засобом зберігання та представлення великого фонду інформації про існуючі та перспективні технічні рішення в їх конструкціях. Дослідження таких описань надає змогу отримувати нові патентоспроможні зразки вантажних вагонів, а також оперативно адаптувати їх конструкції до індивідуальних технічних завдань замовників вагонів чи їх проектів.
3. Запропоновані структурно-функціональні моделі вантажних вагонів доцільно використовувати при застосуванні сучасних наукових та інженерних підходів, творчих і пошукових методів для їх проектування, зокрема у якості основи для досліджень процесів функціонування їх системних складових, розв’язання трудомістких задач з визначення принципів побудови вантажних вагонів нового покоління та ступеня значимості їх робочих органів і т.д.
4. Для успішного застосування запропонованої процедури функціонально-вартісного аналізу несучих систем вантажних вагонів необхідно мати варіативне описання вантажного вагона та його структурно-функціональну модель. Результати реалізації такого аналізу показують як можливо перерозподілити ресурси, які витрачаються на будівництво вантажних вагонів з максимальною стратегічною користю та є ґрунтовною основною для прийняття рішень відносно модернізацій чи перебудов їх конструкцій. Результати проведення функціонально-вартісного аналізу для несучих систем сучасних вантажних вагонів засвідчили його ефективність та аргументовану можливість зниження собівартості виготовлення їх вузлів на 10-20 %.
5. Результати застосування розробленого методу обґрунтування раціональних параметрів конструктивних складових вантажних вагонів вказали на його працездатність та ефективність. При цьому з’ясовано, що:

5.1 Перспективними профілями для впровадження у несучі системи вантажних, які забезпечать кращі показники міцності, є порожнисті прокатні профілі, серед яких особо можна виділити труби круглі та прямокутні, D-подібні труби та порожнисті шестигранні профілі;

5.2 Впровадження у несучі системи вантажних вагонів перспективних профілів запропонованим аналоговим методом, при якому забезпечуються міцністні характеристики як у складових вагону-аналогу, дозволяє значно знизити їх матеріалоємності: для круглих труб до 15 %, для прямокутних труб до 9 %, для D- подібних труб до 8 %, для шестигранних порожнистих профілів до 5 %;

5.3 Більшість існуючих конструктивних рішень основних складових у базових несучих системах вантажних вагонів мають в середньому біля 40 % надлишкових запасів міцності;

5.4 Впровадження у несучі системи вантажних вагонів, а саме: напіввагона, вагона-платформи, критого вагона труб круглого перерізу із обґрунтуванням їх раціональних показників міцності дозволило знизити їх матеріалоємність від 15 % до 25 % при виконанні умов визначених у діючих нормативних документах;

5.5 Застосування програмних засобів проведення окремих процедур запропонованої процедури проектування та дослідження несучих систем вантажних вагонів, а саме для: розроблення математичних моделей, які пов'язують основні їх показники з геометричними параметрами та визначення раціональних значень багатокритеріальних та багатофакторних оптимізаційних задач є доцільним та ефективним.

6. Запропоновані та запатентовані технічні рішення з удосконалення конструкцій універсальних та глуходонних напіввагонів, критих вагонів, відкритих та критих вагонів-хоперів, вагонів-платформ є ефективними та їх доцільно застосовувати при розроблені зразків нового покоління. Існуючі виробничі бази вітчизняних вагонобудівних та перепрофільованих під вагонобудування вагоноремонтних підприємств дозволяють впроваджувати запропоновані технічні рішення, що підтверджується відповідними документами.

7. Одержані багатофакторні математичні залежності основних показників та параметрів базових елементів несучих систем вантажних вагонів та перспективних їх виконань є адекватними (± 2,5 %) і їх застосування дозволяє істотно підвищити точність та автоматизованість проектувальних та технічно-оцінювальних досліджень, в тому числі з використання ділових відходів.

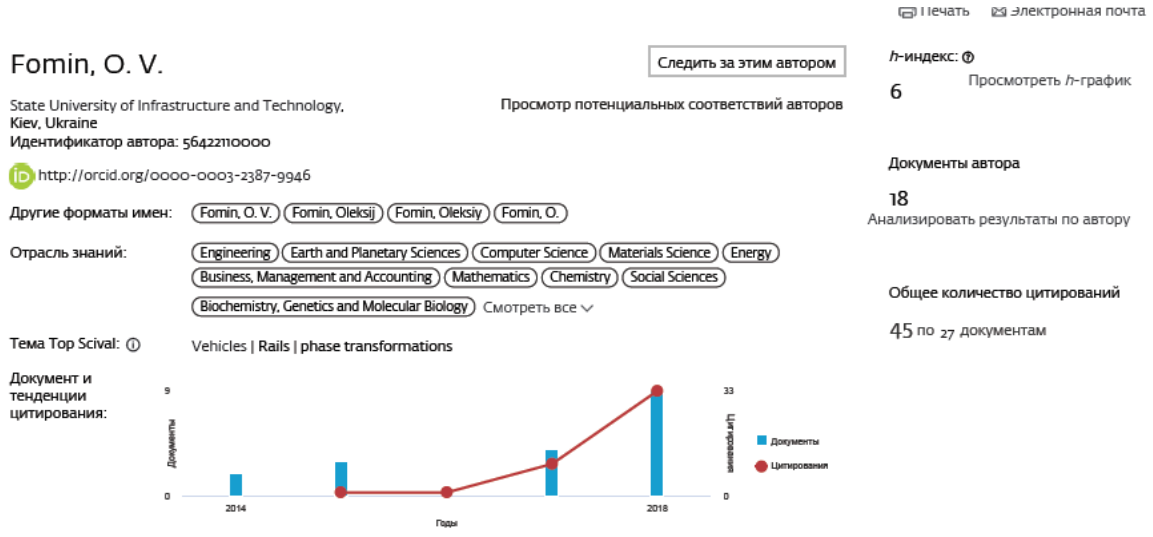
8. Ефективність запропонованих технічних рішень з поліпшення техніко-економічних та експлуатаційних показників вантажних вагонів та рекомендацій зі скорочення часу і витрат пов'язаних з їх створенням, постановкою на виробництво підтверджена при організації вагонобудівного виробництва на ПрАТ «ДМЗ». Сказане було втілено протягом двох років від постановки завдання до виходу на проектну потужність – будівництво 100 напіввагонів за місяць. До того ж сказане підтверджується успішною експлуатацією напіввагонів моделей 12-9904 та 12-9904-01 впродовж декількох років на вітчизняній та закордонній мережах залізниць.

9. В результаті комплексного аналізу економічного ефекту від конструкцій вантажних вагонів за їх життєвий цикл з'ясовано. Ключову роль у виробничій собівартості виготовлення вантажного вагону відіграє вартість основних, допоміжних та інших матеріалів, що складає біля 93 % загальної собівартості. Такі дані свідчать про перспективність зниження собівартості вантажних вагонів за рахунок створення їх конструкцій, у яких будуть максимально використовуватися вузлові та базові елементи власного безвідходного виробництва.

10. В результаті впровадження запропонованих рішень з удосконалення конструкцій вантажних вагонів лише для напіввагонів можливо отримати економічний ефект у розмірі 4,53 млн грн. при виготовленні їх 100 одиниць.

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА РОБОТОЮ

Профіль автора в Scopus



Профіль автора в Google Shcolar

Фомін Олексій Вікторович, Фомин Алексей Викторович, Fomin Oleksii

Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ, Україна)

Transportation
transport mechanics
railway
ідеалізація
залізничний транспорт

	Все	Начиная с 2014 г.
Статистика цитирования	551	443
h-индекс	16	13
i10-индекс	18	17

Основні положення роботи і результати досліджень опубліковані в: 170 наукових працях, в т.ч. 5 монографіях, 3 посібниках, 82 статтях (12 – у закордонних виданнях). Згідно бази даних Scopus загальна кількість посилань на публікації автора, представлені в роботі, складає 44, h-індекс (за роботою) = 6; згідно бази даних Google Shcolar загальна кількість посилань – складає 517, h-індекс (за роботою) = 16. Новизну та конкурентоспроможність технічних рішень захищено 11 патентами України на винаходи, 9 патентами України на корисні моделі та 1 свідоцтвом авторського права на твір. За даною тематикою автором захищено 1 докторську та 1 кандидатську дисертації.