

МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТУ КУЗОВНИХ І ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ

Ігор Кузєв

старший викладач кафедри транспортних технологій

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна, 39600, igor-kuzev@ukr.net;

ORCID: 0000-0002-3403-7069

Володимир Драгобецький

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри «Технології машинобудування»

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна, 39600, vldrag@kdu.edu.ua;

ORCID: 0000-0001-9637-3079

Сергій Шлик

кандидат технічних наук,

доцент кафедри технології машинобудування

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна, 39600, svshlyk@gmail.com;

ORCID: 0000-0001-9422-1637

Дмитро Молоштан

кандидат технічних наук,

старший викладач кафедри транспортних технологій

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна, 39600, moloshtandima@gmail.com;

ORCID: 0000-0001-8881-8541

Розробка математичної моделі з використанням методу морфологічного аналізу виконано систематизацію, огляд, аналіз усіх можливих методів вирішення складної багатопланової проблеми, метою якої є визначення технологій усунення пошкоджень облицювальних деталей транспортних засобів.

Вирішення мети, що поставлена, здійснюється шляхом використання евристичних методів науково-технічного прогнозування, комплексної оцінки інформаційних фондів патентної та науково-технічної інформації, системний аналіз, метод класифікації та методи функціональних зв'язків. Подальшого розвитку отримав фонд фізико-технічних ефектів та законів пластичної деформації принципами силової дії вакуум та самочинного формоутворення. Надано класифікацію облицювальних та кузовних деталей транспортних засобів за двома визначальними складовими цих деталей. Визначено раціональні технології відновлення та рихтування листових облицювальних деталей транспортних засобів. Доповнено класифікацію вм'ятин та пошкоджень листових деталей легкових автомобілів. Обґрунтовано доцільність рихтування (усунення) вм'ятин цінних видів транспорту, що здійснюють вантажні перевезення та ін.

Визначено 914 457 варіантів ремонту та відновлення облицювальних деталей транспортних засобів. Визначено та систематизовано технологічні можливості імпульсних методів рихтування облицювальних деталей транспортних засобів. Обґрунтовано доцільність використання вакуумного рихтування після пошкодження облицювальних деталей легкових автомобілів. Систематизовано технологічні засоби відновлення та рихтування облицювальних та кузовних деталей транспортних засобів. Визначено область раціонального застосування вакуумного рихтування шляхом узагальнення силових та технологічних параметрів імпульсних методів пластичного деформування.

Ключові слова: ремонт деталей, транспорт, цільова функція, вагові коефіцієнти, модель, рихтування (усунення) вм'ятин, відновлення.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Інтенсивне багатофункціональне і не завжди кваліфіковане використання коштів на утримання наземного транспорту (автомобілів, вагонів, тракторів і т. д.) вимагає їх якісного технічного обслуговування та ремонту. Під час експлуатації одного з видів наземного транспорту – вагонів відбувається старіння кузовних деталей і їх пошкодження унаслідок взаємодії з вантажно-розвантажувальною технікою та вантажем, що перевозиться, через вандалізм та ін. Питання ремонту кузовних деталей гусеничного транспорту не викликає особливих труднощів і не постає так гостро.

Підприємства, які виконують ремонт транспортних засобів (вагоноремонтні, судноремонтні, авто- та авіаремонтні) надто потребують сучасного універсального ковальсько-пресового обладнання. Одним зі способів підвищення життєвого циклу виробів транспорту є їх ремонт. У дослідженні ремонт пов'язаний із заміною облицювальних і кузовних деталей та їхніх елементів у разі необхідності їх заміни, унаслідок поступового старіння (корозія/ерозія), зношування або механічних пошкоджень.

Причинами останніх в більшості випадків можуть бути нераціональний вибір технології виготовлення деталей, вузлів і агрегатів, порушення правил навантаження, вивантаження вантажів і маневрових операцій, незадовільний стан елементів верхньої будови колії та рухомого складу, відступ від регламентованої технології складання конструкції.

Виробництво та відновлення листових кузовних й облицювальних деталей пов'язано з необхідністю забезпечення достатнього рівня робочих зусиль преса, габаритних розмірів постелі та необхідної величини робочого ходу деформувального інструменту. Розв'язати завдання розширення технологічних можливостей зниження енерго- і металоємності та підвищення робочих зусиль можливо з використанням методів імпульсного листового штампування (штампування вибухом, магнітно-імпульсним, електрогідравлічним та ін.), а також процесів обробки металів тиском, за яких відбувається мимовільне формозмінювання заготовки унаслідок незначної силової або теплової дії. Зменшення деформувальних зусиль досягається завдяки вибору найбільш раціонального способу формозмінювання та схеми деформування.

Механічний знос, в свою чергу, проявляється у двох формах: зносів тертя і тиску. Ці види механічного зносу можна спостерігати на прикладі

зносу поверхні катання бандажу коліс візка трамвайного вагона. У процесі експлуатації під дією електричного поля, впливу температурного режиму, теплового впливу, вібромеханічного та електродинамічного впливів деталі електротехнічного обладнання транспортних засобів змінюють свої ізоляційні властивості. Крім цього значна кількість відмов виникає у контактних системах електричних апаратів внаслідок механічного зносу контактів, електротермічного та електроерозійного зносу.

До технологічних методів ремонту транспортних засобів відносять наступні методи: знеособлений (позбавлений індивідуальності), незнеособлений (не позбавлений індивідуальності), агрегатний і вузловий.

Удосконалення технологічного оснащення застосовуваного в листоштампувальному виробництві на ремонтних підприємствах, відбувається завдяки підвищенню його універсальності, що забезпечує можливість його багаторазового застосування за зміни об'єктів виробництва.

Не менш ефективною є в цьому випадку розробка та створення безштампових засобів технологічного оснащення, застосування штампів блоково-пакетного типу змінного інструменту.

Особливо актуально постає проблема ремонту та відновлення кузовних і облицювальних деталей колісного транспорту. Збільшення кількості автомобілів у світі нерозривно пов'язане з ростом дорожньо-транспортних пригод, що є серйозною проблемою в соціальній та економічній сферах суспільства.

Основна кількість дорожньо-транспортних пригод пов'язана з пошкодженням облицювальних тонколистових автокузовних деталей. За статистичними даними, наведеними в роботах А. В. Гнатова [1, 2–10], до 80 % пошкоджень припадає на невеликі та середні ушкодження, зазвичай це вм'ятина, незворотні прогини, гофри, пуклівки, місцеві стоншення і т. д., які не потребують заміни всього елемента обшивки кузова автомобіля. Відзначено, що більше половини таких пошкоджень складають зони з утрудненим або закритим зворотним доступом.

Найбільш трудомістким є процес рихтування облицювальних деталей легкових автомобілів після пошкодження графом. Серед методів відновлення автокузовних деталей автомобілів переважно використовують методи зовнішнього рихтування для відновлення деталей без розбирання порушення лакофарбових покриттів. Слід наголосити на необхідності рихтування не

тільки кузовних деталей легкових автомобілів, але й деталей залізничного транспорту та інших транспортних засобів. Тому наявність пошкоджень і вм'ятин є чинниками та прискорювачами корозії.

Метою дослідження є удосконалення та визначення раціональних способів усунення пошкоджень облицювальних деталей транспортних засобів при їх ремонті методами пластичного деформування.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Для визначення найбільш раціонального способу деформування для правки, рихтування, виготовлення модернізації кузовних та облицювальних деталей наземного транспорту необхідне застосування морфологічного методу заснованого на методах комбінаторики з урахуванням законів розвитку технічних систем та механіки суцільних середовищ [11].

Облицювальні та кузовні деталі з листа класифікуємо за двома визначальними параметрами або елементами, як запропоновано Е. І. Ісаченковим [5], що названі термінами «стінка» або «борт». Безліч деталей з листа об'єднані у вісім класів: деталі без борта з плоскою та криволінійною стінкою (класи 1, 2); деталі з плоским бортом без стінки (клас 3); з плоскою та криволінійною стінкою з плоскими бортами (класи 4, 5, 6); деталі з криволінійними бортами без стінки (хомути, прокладки і т. д.), які легко демонтуються (клас 7); деталі з криволінійними стінками та бортами (клас 8).

Переважають більшість облицювальних і кузовних деталей, які підлягають відновленню або заміні, це деталі без борта з плоскою та криволінійною стінкою незамкнутого контуру одинарної та подвійної кривизни. У свою чергу деталі одинарної кривизни поділяють на деталі однозначної та двозначної кривизни, аналогічно поділяють деталі подвійної кривизни. Рихтуванню можуть підлягати й деталі паливної системи: глушник, резонатор, труби, патрубки. Зазвичай це деталі замкнутого контуру одинарної та подвійної кривизни, однозначної та двозначної кривизни. Для визначення енергетичних і силових параметрів рихтування проводимо класифікацію вм'ятин відповідно до конструктивних класифікаторів листових деталей автомобіля.

Серед видів наземного транспорту в морфологічну таблицю заносимо такі види транспорту y_j^1 :

y_1^1 – рейковий; y_2^1 – колісний; y_3^1 – гусеничний.

За місцем розташування вм'ятини поділимо y_j^2 :

y_1^2 – рихтування вм'ятин, розташованих на плоскій поверхні (борт й стінка); y_2^2 – рихтування вм'ятин із криволінійною поверхнею одинарної кривизни; y_3^2 – рихтування вм'ятин із криволінійною опуклою поверхнею одинарної кривизни; y_4^2 – рихтування вм'ятин із криволінійною увігнутою поверхнею; y_5^2 – рихтування вм'ятин із криволінійною опуклою заготовкою; y_6^2 – рихтування циліндричних (трубчастих) деталей; y_j^3 – рихтування конічних деталей.

За формою y_j^3 , де $j = 1, 2, \dots$; вм'ятини поділимо:

y_1^3 – вм'ятини подвійної кривизни; y_2^3 – прямолінійні вм'ятини; y_3^3 – циліндричного перетину; y_4^3 – прямокутного перетину; y_5^3 – трапецевидного перетину; y_6^3 – трикутного перетину; y_7^3 – вм'ятини подвійної двозначної кривизни; y_8^3 – криволінійні вм'ятини; y_9^3 – криволінійні вм'ятини циліндричного перетину; y_{10}^3 – криволінійні вм'ятини прямокутного перетину; y_{11}^3 – криволінійні вм'ятини трапецевидного перетину; y_{12}^3 – криволінійні вм'ятини трикутного перетину.

Види пошкодження кузовних деталей y_j^4 :

y_1^4 – корозія; y_2^4 – ерозія; y_3^4 – механічні.

Механічні пошкодження можуть бути відновлюваними або такими, що усуваються або не усуваються. В останньому випадку відбувається порушення суцільності (пробоїни та тріщини).

У вагобудуванні допустимо їх заварювати або використовувати накладки; для автомобільного транспорту це неприпустимо. Доцільно проблеми пошкодження розглядати спільно з класифікатором деталей наземного транспорту.

Слід зазначити, що кузовні деталі вагонів з глибиною вм'ятини, опуклості та прогином, меншим 25 мм, допускається експлуатувати. За ремонтпридатністю кузовні, облицювальні деталі поділяємо на відповідні ознаки y_j^5 :

y_1^5 – такі що підлягають ремонту; y_2^5 – такі що підлягають заміні; y_3^5 – з можливістю заміни цільної деталі на зварну, що складається з декількох елементів.

В останньому випадку в кузовних деталях вагонів і автомобілів, що містять елементи жорсткості допускається їх вирізання. Після цього виготовляють елемент жорсткості та приварюють замість старого. Це пов'язано з тим, що елементи жорсткості найбільш піддаються корозії в місцях вигинів. Окрім того, допускається виготовлення довгомірних профілів складеними. Слід

також додати до цього аспекту проблеми такі складові y_j^6 :

y_2^6 – з можливістю заміни матеріалу; y_2^6 – з можливістю змінювання форми.

З огляду на те, що термін експлуатації транспорту після ремонту значно менший, цілком раціонально виготовляти деталі, що підлягають заміні з дешевшого матеріалу. Наприклад, для виготовлення ремонтних кришок люків для вагонів, що перевозять сипучі матеріали, допускається заміна сталі 09Г2С на сталь Ст 3. Однак при цьому слід зіставляти не тільки вартість, але й пластичні властивості матеріалів. Раціональним варіантом ремонту є дозвіл на заміну гофрованих листів консольних частин полу критих вагонів на гладкі товщиною 3 мм.

Аспектом проблеми є й штампування елементів деталей, які допускається виготовляти окремо. Зазвичай, це елементи рельєфу y_j^7 :

y_1^7 – ребра жорсткості (прямолінійний рифт); y_2^7 – пуклівки (сферичний рифт), видавки; y_3^7 – підсічки кінцеві; y_4^7 – підсічки серединні.

За умовами ремонту варіанти такі y_j^8 :

y_1^8 – у кустарних умовах; y_2^8 – на спеціалізованих підприємствах.

У кустарних умовах зазвичай ремонтують вм'ятини власники автомобілів, та доцільно навіть до аспектів проблеми додати необхідні технічні засоби. У межах цього аналізу не будемо деталізувати види ремонту на спеціалізованих підприємствах (деповський ремонт, капітальний, технічне обслуговування).

Обладнання, що застосовують для правки, рихтування та виготовлення нових деталей замість тих, що стали непридатними, розглянемо зазвичай, не вдаючись до детальної класифікації штампувального обладнання. Це пов'язано з великою різноманітністю ковальсько-штампувального і пресового устаткування та багатоваріантністю процесів формозмінювання, тобто одна й та сама деталь може бути виготовлена різними методами штампування, тому пропонуються такі варіанти y_j^9 :

y_1^9 – універсальне; y_2^9 – спеціалізоване; y_3^9 – обладнання, що застосовується не за прямим призначенням.

Останній варіант пов'язаний з можливістю використання, наявного на підприємстві обладнання, не за прямим призначенням. Наприклад, на кромкозгинальному стані можливо проводити не тільки згинання, а й формування, витяжку,

правку та інше. Для цього необхідно забезпечити кріпленням відповідного інструменту.

За видом формозмінювального впливу y_j^{10} :

y_1^{10} – одночасне; y_2^{10} – послідовне.

Деякі деталі кузовних деталей вагонів, що підлягають заміні під час ремонту, ремонтні підприємства не можуть виготовити через відсутність необхідного обладнання. Унікальні преси зусиллям 50 Мн (5000 т) є на вагонобудівних підприємствах. Однак їх завантаження досить велике та вклинитися до їх процесу майже неможливо. Тому ремонтники зазвичай звертаються до підприємств, що випускають автомобілі, які менше завантажені. Однак і ці підприємства не мають пресів зусиллям 50 Мн. У такому випадку доводиться вдаватися до пошуку варіантів послідовного впливу та поелементного штампування.

З огляду на те, що під час виправлення та рихтування облицювальних деталей автомобілів знаходять застосовують методи магнітно-імпульсного та вакуумного штампування, слід розглянути й види середовища, що впливає на ефективність процесів рихтування. Перевага методу пов'язана з можливістю не порушувати лакофарбове покриття пошкоджених деталей. Слід зазначити, що на підприємствах, які обслуговують вантажні вагони, є магнітно-імпульсні установки (МІУС) для розпушення змерзлих вантажів. Ці установки за необхідності можна адаптувати й для виробництва листоштампувальних операцій.

Тому наступний аспект проблеми – вид середовища, що впливає на ефективність процесів рихтування, який використовують як інструмент y_j^{11} :

y_1^{11} – тверда; y_2^{11} – пластично в'язка; y_3^{11} – еластична; y_4^{11} – рідинна; y_5^{11} – газова; y_6^{11} – силове поле; y_7^{11} – вакуум, пар.

До того ж, як окремий аспект слід виокремити безштампові методи. Ці методи – y_j^{12} – передбачають:

y_2^{12} – штампування рідиною, що кристалізується; y_2^{12} – деформування металами, що «розбухає»; y_3^{12} – деформування за допомогою використання процесу епітаксії; y_4^{12} – магнітно-імпульсне штампування; y_5^{12} – вакуумне штампування; y_6^{12} – деформування з використанням реактивних складових деформувальних зусиль.

Результати морфологічного аналізу зведені в таблицю (табл. 1.1)

Морфологічна комбінаторика передбачає:

$$3 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 6 = 914457$$

варіантів технологій ремонту та відновлення кузовних і облицювальних деталей автомобілів.

Варіант $y_2^1, y_3^4, y_1^5, y_2^8, y_2^9, y_2^{10}, y_6^{11}, y_4^{12}$ відповідає технології ремонту вм'ятин з використанням магнітно-імпульсного штампування. Цю ж технологію можна використовувати в процесах формування та формування витяжки.

Варіант $y_2^1, y_3^4, y_1^5, y_1^6, y_1^8, y_2^9, y_1^{10}, y_7^{11}, y_7^{12}$ відповідає технології формозмінювання із застосуванням вакууму. Метод широко використовують на станціях технічного обслуговування. Однак такий спосіб суто кустарний і вимагає подальшого розвитку зі створенням спеціалізованого, багатофункціонального інструменту.

Крім того, цей варіант найбільш ефективно використовувати при рихтуванні облицювальних деталей легкових автомобілів після пошкодження градом.

Вибір найбільш ефективних технологій (технічних рішень) можливий унаслідок виключенню найгірших комбінацій та елементів. Необхідний також облік законів розвитку технічних систем, а в даному випадку і законів механіки та логічного деформування. В останньому випадку проводять оцінювання граничних можливостей

процесів та їх економічної ефективності подано в таблиці 1.

Коротку узагальнену технічну інформацію (з урахуванням вітчизняних і закордонних чинників) імпульсних методів рихтування та формозміни облицювальних деталей транспортних засобів подано в таблиці 2.

У цій таблиці показані технологічні можливості методів деформування.

Подальші перспективні дослідження у цьому напрямку пов'язані з розробкою промислового обладнання.

ВИСНОВКИ. Визначено 914 457 варіантів ремонту та відновлення облицювальних деталей транспортних засобів. Визначено та систематизовано технологічні можливості імпульсних методів рихтування облицювальних деталей транспортних засобів. Обґрунтовано доцільність використання вакуумного рихтування після пошкодження облицювальних деталей легкових автомобілів. Систематизовано технологічні засоби відновлення та рихтування облицювальних та кузовних деталей транспортних засобів. Визначено рихтування шляхом узагальнення силових та технологічних параметрів імпульсних методів пластичного деформування.

Таблиця 1 – Морфологічна модель безлічі технологій ремонту кузовних й облицювальних деталей наземного транспорту

Аспекти проблеми	S_i	ВАРІАНТИ РІШЕННЯ y_j^i
Вид наземного транспорту	S_1	y_1^1, y_3^1, y_3^1
Вм'ятини, прогини, опуклості за місцем розташування	S_2	$y_2^2, y_2^2, y_4^2, y_4^2, y_5^2, y_6^2, y_7^2$
Вм'ятини, прогини, опуклості (залежно від форми)	S_3	$y_2^3, y_2^3, y_3^3, y_4^3, y_5^3, y_6^3, y_7^3, y_8^3, y_9^3, y_{10}^3, y_{12}^3, y_{12}^3$
Пошкодження кузовних та облицювальних деталей	S_4	y_1^4, y_2^4, y_3^4
Ремонтопридатність	S_5	y_1^5, y_2^5, y_3^5
З можливістю заміни матеріалу, геометричної форми	S_6	y_1^6, y_2^6
Елементи рельєфу, які виготовляють окремо	S_7	$y_1^7, y_2^7, y_3^7, y_4^7$
Умови ремонту	S_8	y_1^8, y_2^8
Устаткування	S_9	y_2^9, y_2^9, y_3^9
Вид формозмінювального впливу	S_{10}	y_1^{10}, y_2^{10}
Вид деформувального середовища	S_{11}	$y_1^{11}, y_2^{11}, y_3^{11}, y_4^{11}, y_5^{11}, y_6^{11}$
Безштампові методи	S_{12}	$y_1^{12}, y_2^{12}, y_3^{12}, y_4^{12}, y_5^{12}, y_6^{12}$

Таблиця 2 – Узагальнена технічна інформація імпульсних методів рихтування облицювальних деталей транспортних засобів

Найменування		Магнітно-імпульсне устаткування (MIU)	Вакуумне рихтування	Перегріте парово рихтування	Комбіновані
Характеристика чинника енергії	Чинник енергії	Магнітне поле (М)	Вакуум (В)	Перегріта пара (ПП)	В+ПП МП+В
	Спосіб вивільнення енергії	Зміна магнітного поля	Переміщення бойка (ПБ), атмосферний тиск (АТ)	Розширення (Р)	ПБ+Р
	Довготривалість імпульсу (с)	$\sim 10^{-6}$	$\sim 10^{-2}$	10^{-3}	–
	Швидкість хвилі тиску або інструменту (мс^{-1})	3000–6000	15–30	20–50	–
	Середовище, що передає	Повітря, магнітне поле	Розділовий поршень + рідина, гель	Розділовий поршень + еластомір	–
Технологічні характеристики	Обладнання	Магнітно-імпульсні установки	Вакуумні установки	Модернізовані пресгармати	–
	Максимальні габарити поверхні, що пошкоджена (м)	Досягнутий 0,3 Перспективний 0,8	0,3	0,3	–
	Розрахована робота деформації (кДж)	До 120	До 10	До 10	В+ПП 15÷18
	Максимальний тиск на нерухомій перешкоді (МПа)	–	10	10^2	–

ЛІТЕРАТУРА

- Гнатов А. В. Бесконтактная внешняя магнитно-импульсная рихтовка автомобильных кузовов. *Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт: збірник наукових праць*, 2012. Вип. 134. С. 131–134.
- Гнатов А. В., Трунова И. С., Шиндерук С. А. Экспериментальные исследования коэффициента передачи энергии в зависимости от индуктивной нагрузки в согласующем устройстве дискового типа. *Автомобильный транспорт*. 2012. № 31. С. 159–167.
- Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Трунова И. С., Шиндерук С. А. Бесконтактные магнитно-импульсные технологии для рихтовки кузовов транспортных средств: материалы пятой международной научно-практической конференции, под редакцией О. Н. Ларина, Ю. В. Рождественского. Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2013. 313 с.
- Гнатов А. В., Батыгин Ю. В., Чаплыгин Е. А. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии бесконтактной рихтовки кузовных элементов автомобиля. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 242 с.
- Гнатов А. В. Прогрессивные магнитно-импульсные технологии на транспорте. *Науковий вісник*. 2011. № 1. С. 147–156.
- Batygin Yuri V., Golovashchenco Sergey F., Gnatov Andrey V. Pulsed electromagnetic attraction of sheet metals – Fundamentals and perspective applications. *Journal of Materials Processing Technology, Elsevier*. 2013. № 213 (3). P. 444–452.
- Батыгин Ю. В., Гнатов А. В., Трунова И. С. Магнитно-импульсные технологии для восстановления корпусных элементов транспортных средств. Часть 1. Актуальность и перспективность направления МИОМ. Пути решения. *Науковий вісник ХДМА*. 2013. № 1. С. 104–111.
- Гнатов А. В. Внешняя бесконтактная рихтовка кузовных панелей автомобилей. *Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт : зб. наук. пр.* 2013. Вип. 142. С. 61–64.
- Гнатов А. В. Бесконтактне магнітно-імпульсне рихтування автомобільних кузовів. *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. 2010. № 2. С. 164–171.
- Гнатов А. В. Прогрессивные магнитно-импульсные технологии на транспорте. Третья Международная научно-практическая конференция «Сучасні інформаційні технології на транспорті» MINTT. 2011. Херсон : ХДМІ. 2011. С. 232–239.
- Лотоус В. В., Чебенко Ю. Н., Драгобецкий В. В. Эвристические приемы поиска технических решений упрочнения деталей горного оборудования. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції «Розробка, використання та екологічна безпека сучасних гранульованих та емульсійних вибухових речовин»: матер. конференції, 04–09 лютого 2013 р. Кременчук-Свялява. 2013. С. 31–33.

A MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF REPAIR TECHNOLOGIES FOR BODY AND FACING PARTS OF GROUND TRANSPORT

Ihor Kuziev

Senior Lecturer at the Department of Transport Technologies

Kremenchuk Mykhailo Ostrogradskyi National Univesity, 20 Pershotravneva str., Kremenchuk, Poltava region, Ukraine, 39600, igor-kuzev@ukr.net;

ORCID: 0000-0002-3403-7069

Volodymyr Drahobetskyi

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department “Mechanical Engineering Technologies”

Kremenchuk Mykhailo Ostrogradskyi National Univesity, 20 Pershotravneva str., Kremenchuk, Poltava region, Ukraine, 39600, vldrag@kdu.edu.ua;

ORCID: 0000-0001-9637-3079

Sergii Shlyk

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at Mechanical Engineering Technology Department

Kremenchuk Mykhailo Ostrogradskyi National Univesity, 20 Pershotravneva str., Kremenchuk, Poltava region, Ukraine, 39600, svshlyk@gmail.com;

ORCID: 0000-0001-9422-1637

Dmytro Moloshtan

Candidate of Technical Sciences,

Senior Lecturer at the Department of Transport Technologies

Kremenchuk Mykhailo Ostrogradskyi National Univesity, 20 Pershotravneva str., Kremenchuk, Poltava region, Ukraine, 39600, moloshtandima@gmail.com;

ORCID: 0000-0001-8881-8541

Purpose. When using the method of a morphological analysis a systematization, review, analysis of all possible methods for solving a complex multifaceted problem was carried out the purpose of which is to determine the technologies for eliminating the damage to the facing parts of vehicles.

Methodology. The solution of the set goal is carried out by using heuristic the methods of the scientific and technical forecasting, a comprehensive assessment of the information funds of the patent and scientific and technical information, system analysis, a classification method and methods of the functional relationships. The fund of physical and technical effects and the laws of the plastic deformation was further developed by the principles of the force action of the vacuum and self-made shaping. A classification of facing and body parts of vehicles according to two defining components of these parts has provided.

Findings. TheRational technologies for renewal and straightening of sheet facing parts of vehicles have been determined. The classification of dents and damage to sheet parts of passenger cars has been supplemented. The expediency of straightening (eliminating) dents of the valuable modes of transport, carrying out freight transportation, etc. has been substantiated.

Originality. Morethan 900.000 variants of repair and restoration of facing parts of vehicles have been determined. The originality technological possibilities of the impulse methods of straightening of facing parts of vehicles have been defined and systematized. The expediency of using the vacuum straightening after the damage to the facing parts of cars has been substantiated.

Partical value. The technological means of restoration and straightening of facing and body parts of vehicles have been systematized. The area of the rational application of the vacuum straightening by generalizing the power and technological parameters of the pulsed methods of the plastic deformation has been determined.

Key words: repair of details, transport, target function, weights, model, straightening (removal) of dents, restoration.

REFERENCES

1. Gnatov, A. Contactless external magnetic pulse straightening of car bodies. *Bulletin of SevNTU. Series: Mechanical Engineering and Transport : Coll. Science. etc.* 2012. Issue 134. Pp. 131–134.
2. Gnatov, A., Trunova, I., Shinderuk, S. Experimental studies of the energy transfer coefficient depending on the inductive load in a disk-type matching device. *Road transport.* 2012. № 31. S. 159–167.
3. Gnatov, A., Argun Shch., V., Trunova, I., Shinderuk, S. Contactless magnetic-pulse technologies for straightening vehicle bodies: materials of the fifth international scientific-practical conference, edited by O. Larina, Y. Rozhdestvensky. Chelyabinsk : Publishing Center of SUSU, 2013. 313 p.
4. Gnatov, A., Batygin, Y., Chaplygin, E Pulsed magnetic fields for advanced technologies. Magnetic-pulse technologies of non-contact straightening of car body elements. *LAP LAMBERT Academic Publishing*, 2012. 242 p.
5. Gnatov, A. Progressive magnetic-pulse technologies in transport. *Scientific Bulletin.* 2011. № 1. S. 147–156.
6. Batygin, V., Golovashchenco, S., Gnatov, A. Pulsed electromagnetic attraction of sheet metals – Fundamentals and perspective applications. *Journal of Materials Processing Technology, Elsevier.* 2013. № 213 (3). P. 444–452.
7. Batygin, Y., Gnatov, A., Trunova, I. Magnetic-pulse technologies for the restoration of vehicle body elements. Part 1. Relevance and prospects of MIOM. *Ways to solve. Scientific Bulletin of the CDMA.* 2013. № 1. S. 104–111.
8. Gnatov, A. External non-contact straightening of car body panels. *Bulletin of SevNTU. Series: Mechanical Engineering and Transport : Coll. Science. etc.* 2013. Issue 142. S. 61–64.
9. Gnatov, A. Contactless magnetic-pulse straightening of car bodies. *Bulletin of Ternopil State Technical University.* 2010. № 2. S. 164–171.
10. Gnatov, A. Progressive magnetic-pulse technologies in transport. *Third International Scientific and Practical Conference “Modern Information Technologies in Transport” MINTT.* 2011. Kherson : HDMI, 2011. S. 232–239.
11. Lotous, V., Chebenko, Y, Dragobetsky, V. Heuristic methods of finding technical solutions for hardening parts of mining equipment. *Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference “Development, use and environmental safety of modern granular and emulsion explosives”* : mater. conference, February 4–09, 2013. Kremenchuk – Svalyava. 2013. S. 31–33.

Стаття надійшла 18.03.2022