

*Стадник О. І.; Бувалець М. Ю.; Шматко О. Е.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.*

## **МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ**

*В роботі в стислій формі розглянуті методи та засоби боротьби з корозією автомобільних деталей.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку прикладного матеріалознавства в аспекті автомобільної галузі [1 - 10]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових корозійностійких матеріалів та методів боротьби з корозією для автомобільних деталей.

Корозії піддається більшість металів і сплавів, з яких виготовлений автомобіль, тому захист від корозії - необхідна умова тривалого терміну служби автомобіля.

Навидь, компанія Tesla, у 2018 році, почала відкликати 123 тисячі електромобілів марки Model S по всьому світу. Причиною цього стала потенційна корозія деталей гідропідсилювача керма. «Особливо це загрожує тим власникам електромобіля Model S, які проживають в холодному кліматі. При цьому відкликанню підлягають лише моделі, вироблені до квітня 2016 року. Компанія має намір замінити деталі керма в відкликаних електромобілях». Міра з відкликанням моделей зроблена, щоб запобігти можливим майбутнім складнощам з контролем автомобіля. У компанії заявляють, що аварій, пов'язаних з корозією не було зафіксовано. У компанії відзначили, що водії можуть як і раніше користуватися автомобілем аж до відкликання, враховуючи лише, що для повороту керма може знадобитися більше зусиль [11].

У загальному випадку характер корозії визначається середовищем, тому розрізняють два основних види корозії - хімічну і електрохімічну.

Хімічна корозія виникає в результаті впливу на метали газів і рідин, які не є провідниками електричного струму (бензин, масло). Прикладом хімічної корозії може служити окислення клапанів двигуна внутрішнього згоряння, паливних баків, трубопроводів деталей системи живлення автомобільних двигунів.

У процесі хімічної корозії на поверхні металу утворюється плівка оксиду. У алюмінію, хрому, свинцю, нікелю, олова ця плівка дуже міцна і оберігає метал від корозії. Плівка оксиду заліза і інших чорних металів міцна і є причиною проникнення корозії вглиб. Утворення окалини на деталях випускної системи автомобільного двигуна наочно підтверджує поширення хімічної корозії в матеріалі цих деталей.

Найбільш поширеним видом електрохімічної корозії є атмосферна корозія, суть якої полягає в тому, що різні метали при зануренні в електроліт утворюють гальванічні пари. При цьому метал, що володіє більш високим потенціалом, буде катодом, а метал з меншим потенціалом - анодом.

Оскільки основні деталі автомобіля, наприклад кузов, виготовляють із залізобетонних сплавів, неоднорідних за своєю структурою, то при зіткненні з атмосферною вологою на поверхні кузова утворюються мікроскопічні гальванічні пари. Вони є причиною виникнення електричного струму на поверхні металу. При цьому ділянки кузова, що представляють аноди гальванічних пар, починають руйнуватися, так як мають негативний електродний потенціал. Атоми анодів переходять в електроліт в формі іонів, залишаючи еквівалентну кількість електронів в аноді.

Залежно від характеру руйнування корозія може бути: рівномірна, місцева і межкристалітна (по межах зерен). Перші два види обумовлюються хімічною взаємодією, а межкристалітна корозія має електрохімічну природу. Вона найбільш небезпечна, тому що супроводжується помітним зниженням міцності сплаву і виявити її за зовнішнім виглядом дуже важко.

Багато деталей на автомобілі схильні також до так званого корозійного зносу, який виникає під дією знакозмінного навантаження і корозійного впливу навколишнього середовища.

Способи захисту від корозії автомобільних деталей можуть бути розділені на наступні групи:

- покриття неметалевими речовинами;
- металеві покриття;
- дифузійне насичення поверхневого шару) покриття плівками оксидів (хімічні покриття), створення корозійностійких сплавів.

Покриття неметалевими речовинами - нанесення на поверхню металу фарб, лаків, антикорозійних паст, захисних мастил, пластмас.

Металеві покриття - нанесення металу на поверхню сталевого виробу гарячим і гальванічним способами.

Для автомобілів застосовують такі види гальванопокриття, як обміднення, нікелювання, хромування декоративних деталей (бампери, обідки фар і ін.).

Дифузійний спосіб полягає в насиченні поверхневих шарів сталеві деталі різними елементами, що вступають в хімічну сполуку.

Прикладами можуть служити цементація, ціанування, алітування, які широко застосовуються для виготовлення відповідальних деталей автомобіля.

Покриття плівками оксидів має два різновиди - оксидування і фосфатування.

Створення корозійно-стійких сплавів здійснюється введенням в сталь легуючих добавок хрому, алюмінію, нікелю, вольфраму, кремнію, та інших елементів, що підвищують опір корозії і поліпшують інші характеристики металу для відповідальних деталей автомобіля.

Для автомобільного транспорту характерне використання агресивних засобів, високих температур і тисків, великих швидкостей потоків, а також умов, коли виробу експлуатуються при одночасному впливі агресивного середовища і великих механічних навантажень, тобто факторів, що сприяють корозії [12 – 15].

Існує кілька методів по боротьбі з вогнищами корозії:

- пасивний;
- перетворюючий;
- активний.

Пасивний підхід полягає в ізоляції металу від несприятливих впливів навколишнього середовища.

Відео про боротьбу з корозією на автомобілі можна подивитись за посиланням [16].

Активний спосіб має на увазі процедуру пов'язану з нанесенням різних захисних засобів на днище і кузовну частину машини, а також на зони, які найбільше схильні до вогнищ корозії. У момент появи іржі на металі кузова рекомендується провести оперативну обробку схильних до місць з допомогою перетворювача іржі. Грунт, не тільки сприяє запобіганню подальшого гниття, але і надає необхідний захист поверхні від нових вогнищ і вам не потрібно буде робити будь-яких кардинальних заходів, наприклад, здійснювати заміну порогів кузова транспорту. Слід не забувати, що кузов експлуатованого автомобіля вже схильний в деякій мірі до появи корозії металу.

Усунути її повністю практично не реально, але частково можна видалити. З цієї причини, основним завданням є запобігання поширенню іржі і захист ще уцілілих від корозії місць. Перед ремонтними роботами необхідно видалити покриття, яке має корозійні пошкодження і підозрілий вигляд. Рекомендується особливо придивитися до стиків між

різними деталями, а також на порожнини, що мають важкодоступність, які найчастіше сприяють накопиченню бруду. Також іржі утворюються в областях з маленькою вентиляцією. З цієї причини слід провести перевірку, уважно оглянувши всі приховані порожнини: лонжерони, дверні корпусу, стійки і пороги.

**Протекторний метод захисту.** Що стосується протекторного захисту, то для процесу його реалізації слід щільно прикріпити протектор до очищеної поверхні де захищається метал. Якщо ця конструкція піддається вологості, то відповідаючи хімічній реакції електрони протектора пересунуться до металу, де він захищається і на катоді утворюється процес виділення водню. Кожен іон протектора, буде об'єднуватися з киснем, і в результаті посприє викликом окисної реакції, яка може привести до появи гідроксиду металевого матеріалу, з якого зроблений протектор. В результаті чого ви отримаєте катодний захист корпусу до того моменту, поки протектор повністю не буде зруйнований через корозійні наслідки. Більшість легкових автомобілів, експлуатуються в абсолютно інших умовах. З цієї причини протекторний захист має в даному випадку локальний характер і забезпечує захист тільки тих місць, які досить близько до самого протектору. Крім того, для використання цього методу захисту необхідно мати дефіцитний метал для протекторного захисту, одним з найефективніших методів, є електрохімічний захист.

**Електрохімічний метод захисту.** На сьогоднішній день існує пристрій, наприклад «Акор», завдяки якому ви можете забути про антикорозійну обробку. Установчий процес даного пристрою може зайняти близько тридцяти хвилин, а в подальшому можете просто викинути з голови проблеми, що стосуються появи іржі. Електрохімічний спосіб захисту полягає в електродному потенціалі всіх конкретних металів. Ефективний електрохімічний захист з'являється завдяки катодному захисту. Електрохімічний метод катодного захисту полягає в потенціалі металевого матеріалу, який зсувається до негативної області щодо потенціалу корозії. Електрохімічний метод має на увазі зсув потенціалу, який здійснюється за допомогою використання станції катодного захисту як зовнішнього джерела, що видає постійний струм, або з'єднання з іншим металом, який є більш електронегативним за своїм електродним потенціалом при катодному захисті. Анодні реакції, що обумовлюють процес утворення корозії, можуть бути локалізовані за допомогою допоміжних електродів.

Принцип дії електрохімічного захисту який також називають катодним, заснований на особливостях протікання окислювально-відновних реакцій. Суть полягає в тому, що на поверхню, що захищається накладають негативний заряд.

Створити електрохімічний захист при наявності металевого гаража досить просто. Для цього достатньо підключити даний об'єкт до позитивного роз'єму акумуляторної батареї автомобіля через додатковий резистор і монтажний провід.

Захист автомобіля від корозії електрохімічним способом з використанням в якості анодів захисних електродів розрахований також на експлуатацію в русі. Протектори встановлюють в найбільш уразливих для корозії місцях кузова, представлених порогами, крилами, днищем.

**Електронний метод захисту.** Також існує електронний метод захисту і усунення, який заснований на новій технології. Обладнання «Фінал Коат» розроблене в США за підсумками безлічі досліджень може уповільнювати процес утворення корозії в машині до 99,7%. Цей засіб використовується вже більше десяти років сотнями тисяч автомобілістів, і завдяки цьому приладу власники машин виходять переможцями у війні з корозією. Робота цієї технології полягає в подачі імпульсивного змінного струму для того, щоб з'явився рівномірний потік з вільними електронами. Електрони, які розташовані в рівномірному потоці, не беруть участі у взаємодії з атомами металу і в результаті утворення і, що найважливіше, поширення корозії практично зупиняється [17].

Ще одне відео о боротьбі з корозією в автомобілі можна подивитесь тут [18].

### Способи боротьби з корозією.

Використовують кілька способів, що дозволяють прибрати іржу з кузова автомобіля. Порядок виконання робіт не відрізняється при використанні різних способів і складається з таких етапів [19]:

1. Підготовка автомобіля і його огляд.
2. Усунення іржі на кузові авто своїми руками механічним або хімічним шляхом.
3. Обробка пошкодженої ділянки антикорозійним складом.
4. Фарбування іржавих місць автомобіля і їх полірування.



Рисунок 1 – Корозія на автомобілі проявляється в основному в прихованих деталях, і її важко розпізнати відразу

**Як виявити іржу.** Видалити іржу з кузова автомобіля можна тільки після виявлення всіх вогнищ. Перед оглядом автомобіль ретельно миють, щоб бруд не приховував місця пошкоджень, після чого проводять ретельний огляд. Великі вогнища корозії відразу ж кидаються в очі, а дрібні - добре помітні тільки на кузовах світлого кольору. Особливу увагу приділіть ділянкам авто, які знаходяться в зоні ризику. Після виявлення всіх вогнищ можна видалити іржу з кузова автомобіля механічним і хімічним способами. Відшарування лакофарбового покриття обов'язково потрібно прибрати. Навіть якщо в даний момент корозійний процес на цих ділянках ще не почався, в таких пошкодженнях волога накопичується і зберігається тривалий час.

**Видалення іржі.** Обробка іржі на кузові автомобіля своїми руками починається з зачистки окислених місць до металу. Щоб видалити іржу з автомобіля механічним способом застосовують ручне шліфування або зачистку за допомогою спеціальних інструментів (пікоструминного апарату, шліфувальні машини). Тим самим інструментом можна очистити гальмівні диски від іржі. Ручна зачистка проводиться за допомогою металевої щітки або крупнозернистого наждачного паперу P220-80. Щоб прибрати корозію з машини вручну, виконавець витрачає багато часу і сил. При обробці шліфувальною машиною потрібно правильно вибрати абразивний диск. Не використовують для усунення іржі зачисні і шліфувальні кола, так як вони знімають товстий шар неушкодженого металу. Легко

видалити іржу з кузова автомобіля піскоструминним апаратом. Цей метод дозволяє провести найефективнішу зачистку, так як піщинки, що подаються з сопла апарата під тиском, проникають навіть в найдрібніші пори і тріщини, усувають м'які проржавілі ділянки, але при цьому не пошкоджують метал.

Якщо ви використовуєте для усунення іржі піскоструминний апарат, потурбуйтеся про загороді, так як піщинки розлітаються на велику відстань від автомобіля.



Рисунок 2 – Підготовка автомобіля до фарбування дуже важлива

У середовищі автовласників користується популярністю хімічна обробка металу від іржі перед фарбуванням. На пошкоджену ділянку наносять спеціальний склад – «видалювач» іржі для авто, який вступає в реакцію з оксидами заліза і розчиняє їх.

#### **Різновиди очищувачів іржі для автомобіля [20].**

Модифікатор іржі - це не поодинокий продукт, а цілий клас речовин, кожний з яких застосовується по-різному.

Грунтовки-модифікатори - призначені для створення основи перед фарбуванням проблемних місць.

Стабілізатори - створюють з оксидів більш стійкі солі.

Модифікатори, що перетворюють - для перетворення окремих активних солей, що входять до складу іржі, в неактивні малорозчинні сполуки.

Пенетраційні - для ущільнення продуктів корозії.

За діючою речовиною нейтралізатори поділяються на два основних типи:

1. На основі кислот - такі склади користуються великою популярністю, в основному за рахунок того, що метод очищення іржі кислотою відомий вже давно. Підійте на перших етапах, коли корозія ще не охопила великі ділянки кузова;

2. На основі цинку - прогресивна технологія, що поступово витісняє з ринку кислотні нейтралізатори. Перетворювач іржі з цинком діє ефективно і надійно, а після його застосування і додаткової обробки, повторного окислення металу на цьому місці вже не відбудеться.

Основною діючою речовиною в складі багатьох засобів є кислота, тому роботи проводять в гумових рукавичках, щоб виконувати всі запобіжні заходи. Очисник іржі для авто наносять на корозійну ділянку і залишають на час, необхідний для того, щоб засіб



прореагував. Про закінчення реакції свідчить поява на всій обробленій поверхні нальоту сірого кольору. Після завершення реакції перетворювач змивають водою або витирають насухо (згідно з інструкцією). Останнім часом з'явилися перетворювачі-грунтовки, які не видаляють з поверхні після реакції, а використовують в якості грунтовки під фарбування.

Якщо під рукою немає очищувача, можна видалити іржу содою і розчином лимонної кислоти.

**Обробка окислених ділянок в умовах гаража.** Усунення іржі в автомайстерні проводять з використанням дорогого устаткування і спеціальної хімії. Професіонали швидко і ефективно виконують роботу, але вартість їх послуг висока. Щоб заощадити, можна прибрати іржу з машини своїми руками. Більшість робіт не вимагають спеціальних навичок від виконавця. Простий і доступний спосіб прибрати іржу з автомобіля своїми руками - ручна зачистка. Слід пам'ятати, що корозія - не тимчасове, а постійне явище. Тому для домашнього використання можна купити шліфмашину або піскоструминний апарат. Витрачена на інструменти сума окупиться після декількох використань.

Етапи видалення корозії можна побачити в наступному відео [21].

1. Відновлення кузова автомобіля від іржі виконують в такій послідовності: Перш ніж прибрати жучки з кузова, вимийте автомобіль і зробіть знежирення місце корозії. Для знежирення підійде будь-який побутовий розчинник – уайт - спірит, ацетон або технічний спирт.

2. Далі потрібно зачистити іржу на машині механічним або хімічним способом. Поверхню зачищають до металу, це дозволить виявити приховані осередки окислення під лакофарбовим покриттям.

3. Якщо проводилася механічна обробка кузова автомобіля від корозії, з поверхні видаляють пилоподібні залишки окисленого металу. Для цього кузов обробляють фосфорною, сірчаною кислотою або перетворювачем іржі.

4. Після того як місце корозії повністю зачищене, його ще раз знежирюють і обробляють антикорозійним складом. Заощадити час допоможуть спеціальні грунтовки, до складу яких вже сходять засіб захисту від корозії.

5. Тільки після антикорозійної обробки можна зафарбувати іржу на машині самостійно. Фарбування іржі на авто проводиться в такій послідовності: ділянку шпатлюють, грунтують і тільки після цього наносять фарбу. При фарбуванні локальних пошкоджень використовують метод «переходу».

6. Після такого фарбування межа між старим і новим покриттям розмивається, що робить перехід непомітним. Після висихання фарби з поверхні деталі усувають дефекти за допомогою дрібного наждачного шкурки і полірують.

#### **Висновки.**

1. Використовуючи досягнення сучасного матеріалознавства та механіки руйнування можливо створювати сучасні економнолеговані сплави, що будуть мати унікальні легуючі композиції та володіти підвищеним опором до корозії.

2. Принцип дії електрохімічного захисту який також називають катодним, заснований на особливостях протікання окислювально-відновних реакцій. Суть полягає в тому, що на поверхню, що захищається накладають негативний заряд.

3. Створити електрохімічний захист при наявності металевого гаража досить просто. Для цього достатньо підключити даний об'єкт до позитивного роз'єму акумуляторної батареї автомобіля через додатковий резистор і монтажний провід.

4. Захист автомобіля від корозії електрохімічним способом з використанням в якості анодів захисних електродів розрахована також на експлуатацію в русі. Протектори встановлюють в найбільш уразливих для корозії місцях кузова, представлених порогами, крилами, днищем.

5. Наведені данні про способи та поради з боротьби з корозією та перелічені етапи видалення корозії.

### Список літературних джерел

1. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця, с.67 -73.
2. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 121 -124.
3. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 366 -368.
4. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 368 -370.
5. Балицький О.І., М.Р. Гаврилюк, Колесніков В.О., Екологічно чиста змащувально-охолоджуюча рідина для механічної обробки сталі (Ecologically clean lubricant-cooling liquid for steel machining) 12-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 28-29 травня, 2015 року. С. 80 – 81.
6. Alexander Balitskii, · Hawrilyuk M., · Elias J., · Balitska W, · Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzaczych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkola Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176.
7. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016.
8. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarujaco-chłodzaczych // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkola Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
9. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тез. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18.
10. Еліаш Я., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р. Колесніков В.О., Балицька В.О. Екологічно-чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія VI Міжнародної науково-технічної конференції «проблеми хімотології. теорія та практика раціонального використання традиційних та альтернативних паливно-мастильних матеріалів». С. 418 – 421.
11. Tesla відкликає понад 100 тисячі автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://comments.ua/ht/615843-tesla-otzivaet-bolee-100-tisyachi.html>.
12. Корозія металів і сплавів і способи захисту від неї автомобільних деталей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://stroy-technics.ru/article/korroziya-metallov-i-splavov-i-sposoby-zashchity-ot-nee-avtomobilnykh-detalei>.
13. Теорія корозії металів. Чому іржавіють автомобілі? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://artmalyar.ru/antikor/korroziya.html>.
14. Фізико-хімічні основи або процеси зміни технічного стану автомобілів у

експлуатації [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.nntu.ru/RUS/fakyl/VECH/metod/posobie/s3\\_5.htm](http://www.nntu.ru/RUS/fakyl/VECH/metod/posobie/s3_5.htm).

15. Корозія автомобіля. Що таке корозія автомобіля і як з нею боротися? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pokraskainfo.com/remontkuzovaavto/korroziya.html>.

16. Відео о борьбе с коррозией на автомобиле. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pokraskainfo.com/wp-content/uploads/2013>

17. Відео о борьбе з корозією в автомобілі [Електронний ресурс]. – <http://pokraskainfo.com/wp-content/uploads/2013/10>

18. Як видалити корозію з автомобіля і іржу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://krasimavtomobil.ru/repair/vy-uznaete-kak-udalit-rzhavchinu-na-avto-prostoj-sposob>.

19. Етапи видалення корозії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://youtu.be/y0rpbvZ9pBw>.

20. 5 найефективніших перетворювачів іржі для автомобіля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://krasimavtomobil.ru/repair/5-samyx-effektivnyx-preobrazovatelej-rzhavchiny-dlya-avtomobilya>

21. Ремонт і фарбування дверей і крил автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.drive2.ru/o/b/3180069>.

**Стадник Олександр Іванович** – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

**Бувалець Микола Юрійович** – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

**Шматко Олександр Едуардович** – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.