

*Т.Г. Бережанський, О.І. Башинський, канд. техн. наук, доцент,
Т.В. Бойко, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ НАПЛАВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ЕВТЕКТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА РОБОЧІ ЧАСТИНИ ПОЖЕЖНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Для виконання завдання з метою рятування людей і матеріальних цінностей рятувальниками ДСНС використовується різноманітне обладнання та спеціальні засоби, від надійності яких залежить не тільки життя потерпілих, а й самих рятувальників. Сьогодні у пожежно-рятувальних підрозділах України часто використовується техніка та обладнання, у яких вищевказаний термін експлуатації або ресурс роботи та деталі і робочі органи яких є частково зношеними. Використання захисних покриттів на основі евтектичних сплавів Fe-Mn-C-B-Si легированих Cr дає змогу підвищити зносостійкість пожежної та аварійно-рятувальної техніки, а також нанесення цих матеріалів методом наплавлення GMA (MAG) відновлює частково зношені або пошкоджені робочі елементи та деталі, що є більш економічно-вигідним ніж заміна цих деталей на нові. При наплавленні захисне покриття прилягає щільно та утворює міцний зв'язок з матеріалом підкладки без відшарувань та значних дефектів.

Ключові слова: пожежний інструмент, евтектичні покриття, наплавлення, дефекти наплавлення, аварійно-рятувальне обладнання.

Т.Г. Бережанский, О.И. Башинский, Т.В. Бойко

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НАПЛАВКИ ЗАЩИТНЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА РАБОЧИЕ ЧАСТИ ПОЖАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Для выполнения задания с целью спасения людей и материальных ценностей спасателями ГСЧС используется разнообразное оборудование и специальные средства, от надежности которых зависит не только жизнь пострадавших, но и самих спасателей. Сегодня в пожарно-спасательных подразделениях Украины часто используется техника и оборудование, в которых вышел срок эксплуатации или ресурс работы, а также детали и рабочие органы которых частично изношены. Использование защитных покрытий на основе евтектических сплавов Fe-Mn-CB-Si легированных Cr позволяет повысить износостойкость пожарной и аварийно-спасательной техники, а также нанесение этих материалов методом наплавки GMA (MAG) восстановит частично изношенные или поврежденные рабочие элементы и детали, что более экономически выгодно чем замена этих деталей на новые. При наплавке защитное покрытие прилегает плотно и образует тесную связь с материалом подложки без отслоений и значительных дефектов.

Ключевые слова: пожарный инструмент, евтектические покрытия, наплавка, дефекты наплавки, аварийно-спасательное оборудование.

T. Berezhanskyi, O. Bashynskyi, T. Boyko

QUALITY RESEARCH OF SURFACING EUTECTIC PROTECTIVE COATINGS FOR FIRE TOOLS

To perform the tasks in order to rescue people and valuables DSNS rescuers used a variety of equipment and special tools, the reliability of which depends not only the lives of victims, but also of rescuers. Today, the fire and rescue units Ukraine frequently used equipment, which came lifetime or the lifetime of parts and working bodies which are partly worn. The use of protective coatings based on eutectic alloy Fe-Mn-CB-Si alloy Cr can increase the wear resistance of the fire and rescue equipment, as well as application of these materials by welding GMA (MAG) recovers partially worn, or damaged operating elements and details, is more economically advantageous than the replacement of parts with new ones. When surfacing sheeting tightly adjoins and forms a tight bond with the substrate material without significant defects and delaminations.

Key words: fire tool, eutectic coating, welding, welding defects, rescue equipment.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні завдання рятування людей та матеріальних цінностей під час надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру покладено на рятувальні підрозділи ДСНС. Для виконання цих завдань рятувальники використовують різноманітне обладнання та спеціальні засоби, від надійності яких залежить не тільки життя потерпілих, а й самих рятувальників.

За даними Національної доповіді про стан техногенної та природної безпеки в Україні за 2014 рік: «Понад 75% автомобільної та пожежно-рятувальної техніки становлять зразки з термінами експлуатації від 15 до 45 років та потребують капітального ремонту або списання».

Забезпечення аварійно-рятувальних підрозділів новою технікою та обладнанням, а також повна заміна всіх зношених деталей є надзвичайно матеріально затратними. Тому розробка методів підвищення зносостійкості та збільшення ресурсу роботи робочих органів пожежної техніки та аварійно-рятувального обладнання, а також відновлення частково зношених, або пошкоджених частини, є актуальним завданням на сьогодні.

Метою роботи є дослідження якості наплавлення та виявлення дефектів наплавлення зносостійких евтектичних покриттів на робочі органи гідравлічних ножиць.

Аналіз останніх досліджень. Аналізуючи порошкові матеріали та зносостійкі покриття, які широко використовуються у промисловості, встановлено, що розроблені проф. М.І. Пашечком евтектичні покриття системи Fe-Mn-C-B-Si-Ni-Cr [1], які можна наносити на поверхню металів методом дугового, плазмового наплавлення та методом напилення, а також іншими перспективними методами, порівняно із серійними покриттями, одержаними із порошкових сплавів ПГ-СРЗ, ПГ-10Н-01 (порошок-аналог 10009 "Боротак", фірми Кастолін, Швейцарія), та ПГ-12Н-01, характеризуються у 2-10 і більше разів вищою зносостійкістю [2].

Виклад основного матеріалу. Прикладом аварійно-рятувального обладнання, яке застосовується рятувальниками під час надзвичайних ситуацій, є гідравлічні ножиці. Гідравлічні ножиці вітчизняного виробництва, які перебувають на озброєнні пожежно-рятувальних підрозділів України – це «Гідрум» Н-32. Загальний вигляд ножиць з гідравлічним приводом Н-32 представлений на рис. 1.



Рисунок 1 – Загальний вигляд ножиць Н-32

Ножиці Н-32 призначені для розрізання металевих профілів та смуг в умовах, коли неприпустиме вогневе різання. [3].

Ножиці Н-32 складаються з ріжучого вузла та гідропривода. Робочими органами гідравлічних ножиць є ніж та упор, які розташовуються на кінцях важелів. Ножиці призначені для перекусування стрижнів круглого та прямокутного перерізу. Згідно з паспортом, ресурс роботи ножиць «Гідрум» Н-32 становить 3 роки.

Одним з перспективних шляхів для підвищення зносостійкості деталей машин і механізмів є створення і нанесення захисних евтектичних покриттів. Пожежна і аварійно-рятувальна техніка та інструмент не є винятком.

На основі літературних даних, для підвищення зносостійкості та продовження ресурсу роботи гідравлічних ножиць було вибрано евтектичні сплави на основі системи Fe-Mn-C-B-Si леговані Cr [1, 2]. Легування Cr дає змогу підвищити твердість даних покриттів, що в умовах використання цього інструменту є суттєвим, оскільки матеріал, котрий доведеться перекусувати ножицями, може бути різним.

За результатами досліджень масового зношування, твердості, мікротвердості та нанотвердості евтектичних сплавів на основі системи Fe-Mn-C-B-Si легованих Cr [4], для підвищення зносостійкості, ресурсу роботи та довговічності робочих органів гідравлічних ножиць (ніж та упор), було обрано матеріал зі складом порошкового дроту в мас%: Mn – 11,37; C – 0,9; B – 2,7; Si – 2,48; S – 0,09; P – 0,028; Cr – 18,2; Fe – решта. Склад матеріалу порошкового дроту подано на отримання патенту. При дослідженні цей матеріал вирізнявся найменшим масовим зношуванням при великих навантаженнях.

Порошковий дріт з матеріалом цього складу був виготовлений в Інституті зварювання в Глівіцах (Польща). Порошкові дроти для наплавлення методом GMA (MAG) можуть виконуватись діаметром від 1,2 до 4,0 мм. Відсоток заповнення смуги становить від 25 до 42%.

Після виготовлення порошкових дротів, цей матеріал було нанесено на робочі органи гідравлічних ножиць Н-32 методом наплавлення GMA (MAG).

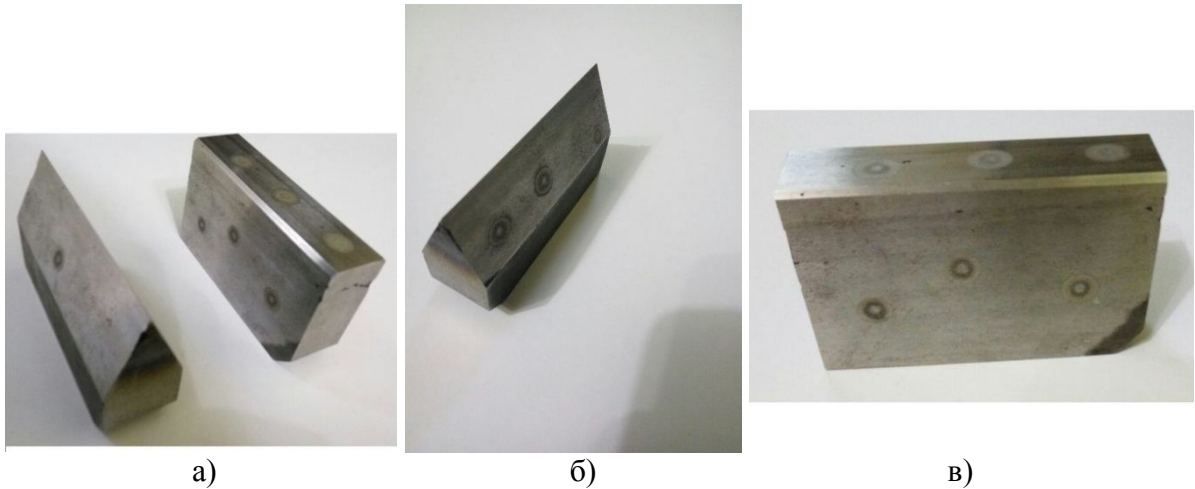
Властивості наплавлених покриттів залежать не тільки від складу наплавленого металу, але також і від технології наплавлення, яка може значно змінити структуру матеріалу наплавлення, що в свою чергу впливає на його продуктивність. Для отримання покриттів було використано метод дугового наплавлення в газовій атмосфері аргону GMA (MAG). Наплавлення проводились на установці Pro Evolution Kemppi, яка представлена на рис. 2.



Рисунок 2 – Установа Pro Evolution Kemppi

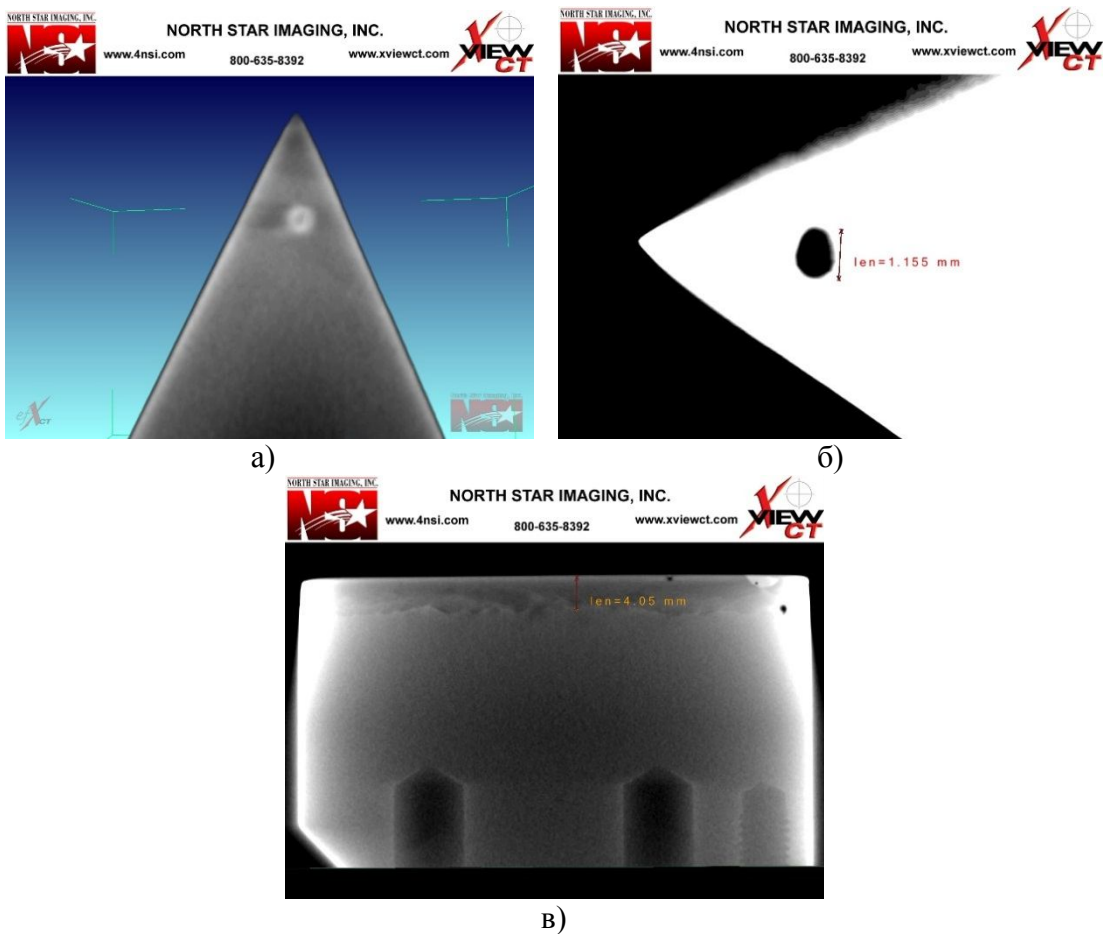
Pro Evolution Kemppi – це модульна система зварювання з цифровим управлінням. Призначена для зварювання або наплавлення методами MIG/MAG (GMA), TIG і MMA. Матеріалом підкладки було взято сталі Сталь 45, з якої виконані ріжучі елементи ножиць. Наплавлення проводилось в напівавтоматичному режимі. Сила струму наплавлення становила ~ 270 А. Напряга ~ 30В. Товщина зварних швів – 4-5 мм.

Вигляд робочих органів гідравлічних ножиць Н-32 після нанесення захисного покриття з евтектичного сплаву вищевказаного складу на основі системи Fe-Mn-C-B-Si легованого Cr та після шліфування, представлено на рис. 3.



а) б) в)
Рисунок 3 – Робочі органи ножиць H-32 з наплавленим покриттям:
 робоча пара (а); ніж (б); упор (в)

Після наплавлення захисного покриття на основі евтектичного сплаву системи Fe-Mn-C-B-Si легованого Cr для визначення якості наплавки та виявлення можливих дефектів було проведено томографію поверхні наплавленого покриття. Томографія поверхні захисного покриття представлена на рис. 4.



а) б) в)
Рисунок 4 – Томографія поверхні робочих органів ножиць H-32 з захисним покриттям:
 ніж (а, б); упор (в)

Після проведення томографії виявлено, що захисне покриття прилягає щільно та утворює міцний зв'язок з матеріалом підкладки. Відшарувань не виявлено. У наплавленні на ніж виявлено порожнину довжиною 1,155 мм, яка є наслідком потрапляння повітря під час наплавлення. Однак ця порожнина не впливатиме суттєво на якісні характеристики захисного покриття гідравлічних ножиць Н-32 [4]. Товщина наплавки захисного покриття на упор ножиць становить близько 4 мм.

Висновки. Отримані результати досліджень та літературні дані вказують на те, що покриття з евтектичного сплаву Fe-Mn-C-B-Si легovanого Cr можуть бути застосовані на робочих органах пожежного та аварійно-рятувального інструменту, які працюють в умовах великих навантажень і недостатньому змащенні. Взаємодія наплавленого шару та матеріалу підкладки відбувається без відшарувань та без значних дефектів. Утворені в процесі експлуатації гідравлічних ножиць вторинні структури, збільшують їх зносостійкість [4].

Метод наплавлення зносостійких евтектичних покриттів на основі системи Fe-Mn-C-B-Si легovanаних Cr дає змогу підвищити зносостійкість робочих органів пожежного та аварійно-рятувального обладнання, а, як наслідок, підвищити довговічність цього інструменту та збільшити ресурс його роботи.

Також за допомогою наплавлення методом GMA (MAG), можна здійснювати часткове або повне відновлення зношених або пошкоджених робочих органів покриттями з евтектичного сплаву на основі системи Fe-Mn-C-B-Si легovanого Cr, як альтернативу заміні цих елементів на нові, що є економічно доцільним.

Це покриття можна застосовувати також на інших ріжучих, подрібнюючих та роздроблюючих металевих елементах пожежного та аварійно-рятувального обладнання. Беручи до уваги відносно невисоку вартість евтектичних покриттів на основі заліза, такі способи є економічно вигідними.

Список літератури:

1. Pashechko M. Segregation of atoms of the eutectic alloys Fe-Mn-C-B at friction wear/ M. Pashechko, K. Lenik // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. – 2006. – Volume 18. – С. 467–470.
2. Поверхневе руйнування та зміцнення матеріалів / [М.І. Пашечко, М.В. Чернець, М. Опеляк, Г. Комста] – Львів : «Свросвіт», 2005. – 384 с.
3. Гідравлічне аварійно-рятувальне обладнання / [А.Г. Ренкас, М.І. Сичевський, Придатко О.В.] – Львів: «Сполом» 2008. – 175 с.
4. Бережанський Т.Г. Дослідження властивостей покриттів на основі евтектичних Si, Ni, Cr - легovanаних сплавів системи Fe-Mn-C-B, призначених підвищити зносостійкість робочих органів пожежної техніки / Т.Г. Бережанський // Пожежна безпека: збірник наукових праць. – 2015. – №26. – С. 13–18.

References:

1. Pashechko M., Lenik K.: Segregation of atoms of the eutectic alloys Fe-Mn-C-B at friction wear. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 18, ISSUE 1–2, 2006, s. 467–470.
2. Pashechko, M. I., Chernets, M. V., Oplyak M., Komsta G. (2005) Poverkhneve ruynuvannya ta zmichnennya materialiv [Surface destruction and strengthening materials], Ewroswit, Lvov, Ukraine.
3. Renkas A.G., Sychevskiy M.I. Prydatko O.V. (2008) Hidravlichne avariyno-ryatuvalne obladnannya [Hydraulic rescue equipment], Spolom, Lvov, Ukraine.
4. Berezhanskyj T. (2014) “ Investigation of properties coatings based on eutectic si, ni, cr- doped alloys of fe-mn-c-b, to raise intended wear resistance bodies working fire equipment” Zbirnyk naukovykh prac “Pozhezhna bezpeka” vol. 1, no. 26, pp. 13-18.