

**Пашечко М.І.,\*****Бережанський Т.Г.\*\***\*Люблінський політехнічний інститут,  
м. Люблін, Польща\*\*Львівський державний університет БЖД,  
м. Львів, Україна

E-mail: berezhansky90@gmail.com

**ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ТА  
МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ  
ПОЖЕЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗАХИСНИМИ  
ЕВТЕКТИЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ**

УДК 669.018.25

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 використовуються техніка та обладнання, у яких вийшов 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 легованих Cr дозволяє підвищити зносостійкість пожежної та аварійно-рятувальної техніки, а також нанесення цих матеріалів методом наплавлення GMA (MAG) дозволяє відновлювати 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 щільний зв'язок з матеріалом підкладки без відшарувань та значних дефектів.

**Ключові слова:** евтектичні покриття, тертя, зносостійкість, сегрегація, аварійно-рятувальне обладнання.

**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: «Понад 75 % автомобільної та пожежно-рятувальної техніки складають 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 нанесення на робочі органи гідравлічних ножиць зносостійких покриттів, які б дозволили продовжити ресурс роботи даної пожежної техніки та дали б змогу відновлювати частково зношені робочі органи.

**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, 5].

**Виклад основного матеріалу**

Прикладом аварійно-рятувального обладнання, яке застосовується рятувальниками при надзвичайних ситуаціях є гідравлічні ножиці. Гідравлічні ножиці вітчизняного виробництва, які перебувають на озброєнні пожежно-рятувальних підрозділів України є «Гідрум» Н-32. Загальний вигляд ножиць з гідравлічним приводом Н-32 представлений на рис. 1.

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

Ножиці Н-32 складаються з ріжучого вузла та гідропроводу. 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.



Рис. 1 – Загальний вигляд ножиць Н-32

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. Легування Cr дозволяє підвищити твердість даних покриттів, що в умовах використання цього інструменту є суттєвим, оскільки матеріал котрий доведеться перекусувати ножицями рятувальникам може бути різноманітним.

На основі досліджень масового зношування, твердості, мікротвердості та нанотвердості евтектичних сплавів на основі системи Fe-Mn-C-B-Si леговані 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 даний матеріал відзначався найменшим масовим зношуванням при великих навантаженнях серед досліджуваних.

Порошковий дріт з матеріалом даного 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, даний 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.



Рис. 2 – Установа Pro Evolution Kemppi

Pro Evolution Kemppi являє собою модульну систему 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 на основі системи Fe-Mn-C-B-Si леговані Cr вищевказаного складу та після шліфування представлено на рис. 3.

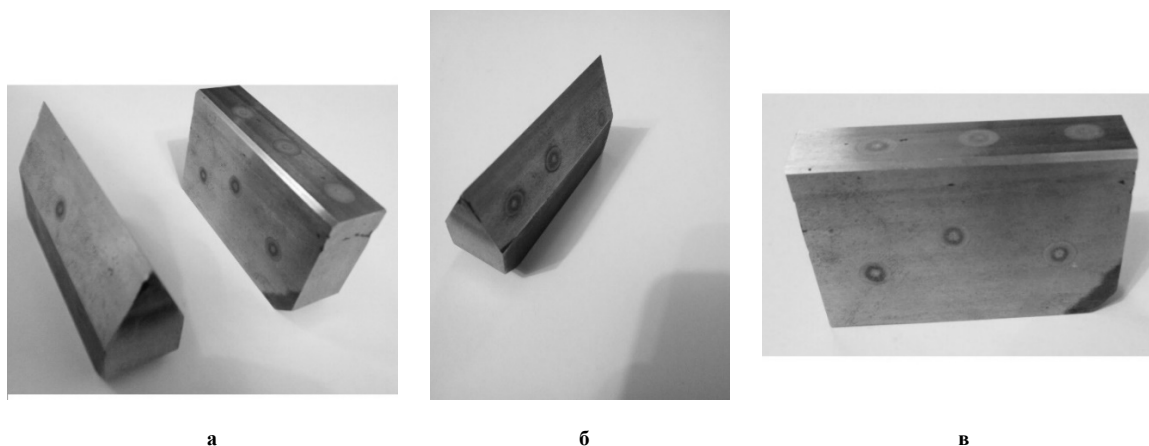


Рис. 3 – Робочі органи ножиць Н-32 з наплавленим покриттям.  
Робоча пара (а), ніж (б), упор (в)

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 напавленого покриття. Томографія поверхні захисного покриття представлена на рис. 4.

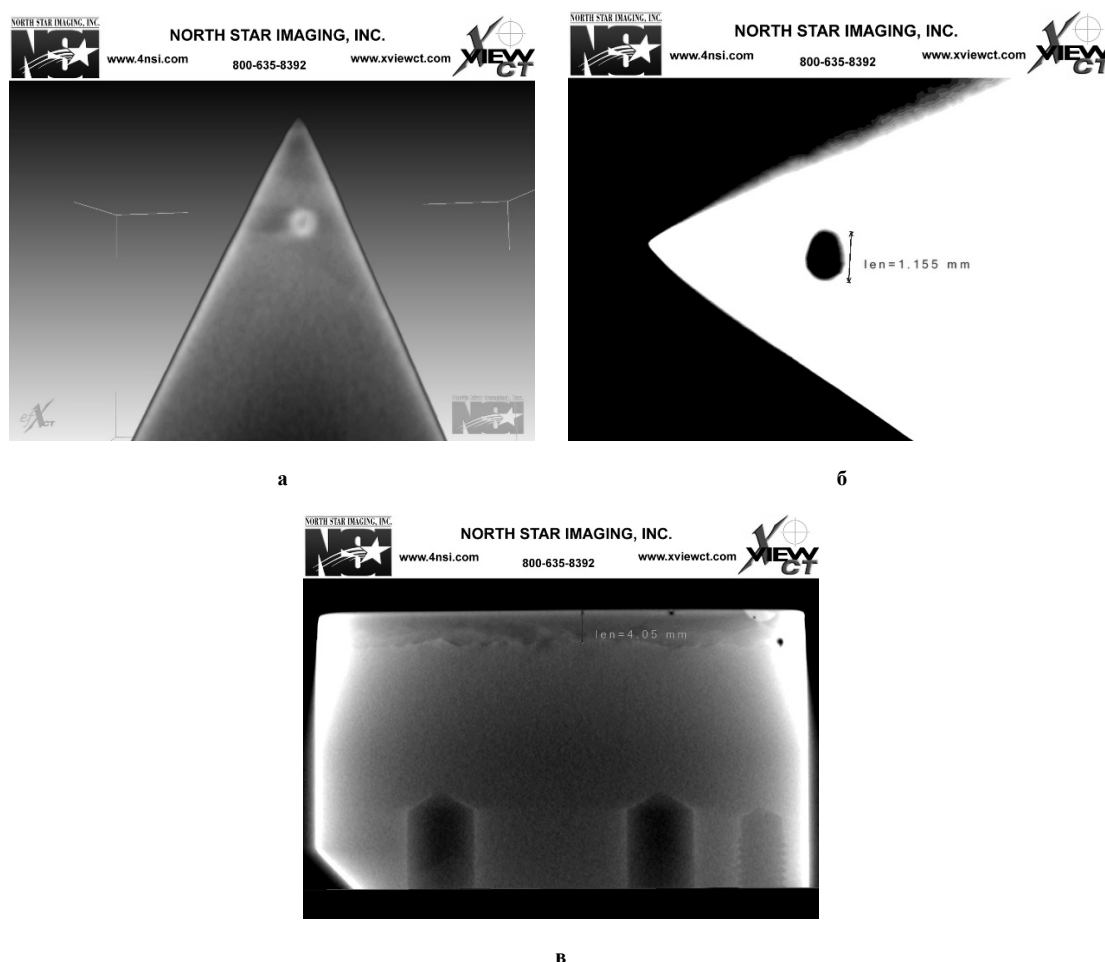


Рис. 4 – Томографія поверхні робочих органів ножиць Н-32 з захисним покриттям ніж (а, б), упор (в)

Після проведення томографії виявлено, що захисне покриття прилягає щільно та утворює міцний зв'язок з матеріалом підкладки. Відшарування шарів не виявлено. В наваленні на ніж виявлено пустоту довжиною 1,155 мм, яка є наслідком потрапляння повітря під час наплавлення, але вона не буде суттєво впливати на роботу робочих органів гідравлічних ножиць Н-32 та на механізм зношування. Товщина наплавки захисного покриття на упор ножиць складає близько 4 мм.

### Висновки

Отримані результати досліджень та літературні дані вказують на те, що покриття з евтектичного сплаву Fe-Mn-C-B-Si легovanіого 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.

Метод наплавлення захисних евтектичних покриттів на основі системи Fe-Mn-C-B-Si легovanіого Cr дозволяє 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 легovanіих Cr, як альтернативу заміні цих елементів на нові, що є економічно доцільним.

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

### Література

1. Pashechko M., Lenik K. 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 - легovanіих 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.
5. Pashechko M., Dziedzic K., Barszcz M., Zmiany struktury warstwy wierzchniej powłok ze stopów eutektycznych Fe-Mn-C-B-Si-Ni-Cr po tarciu ze stalą C45, Inżynieria powierzchni, 1/2012 s. 28-32.

Надійшла в редакцію 26.06.2018

Pashechko M., Berezhanskyi T. **Improving resource recovery operation and methods elements fire equipment protective coatings eutectic.**

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 technique, eutectic coating, friction, wear resistance, segregation, rescue equipment.

### References

1. Pashechko M., Lenik K. 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. S. 467–470.
2. Poverhneve ruynuvannya ta zmitsnennya materIalIv. M.I. Pashechko, M.V. Chernets, M. Opelyak, G. Komsta. LvIv. «Evrosvit», 2005. 384 s.
3. GIdravlichne avarIyno-ryatuvalne oblادnannya. A.G. Renkas, M.I. Sichevskiy, Pridatko O.V. LvIv. «Spolom» 2008. 175 s.
4. Berezhanskyi T.G. Doslidzhennya vlastivostey pokrittIv na osnovI evtektichnih Si, Ni, Cr - legovanih splaviv sistemi Fe-Mn-C-B, prIznachenih pidvischiti znosostiykIst robochih organIv pozhezhnoYi tehnlki. T.G. Berezhanskyi. Pozhezhna bezpeka: zbirnik naukovih prats. 2015. #26. S. 13–18.
5. Pashechko M., Dziedzic K., Barszcz M., Zmiany struktury warstwy wierzchniej powłok ze stopów eutektycznych Fe-Mn-C-B-Si-Ni-Cr po tarciu ze stalą C45, Inżynieria powierzchni, 1/2012 s. 28-32.