

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗ- НЕНИЯ

Д. Р. Горбачев, А. Ф. Чеха

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Проведен анализ литературных данных по применению электролитических покрытий. Кратко рассмотрены основные требования, предъявляемые к электролитическим покрытиям, используемым для восстановления и упрочнения изношенных поверхностей деталей сельскохозяйственной техники. Для интенсификации процесса электроосаждения было предложено использование нестационарных условий электролиза.*

***Ключевые слова:** надежность; ремонт; восстановление; сельскохозяйственные машины; электролитическое железнение.*

INCREASING THE EFFICIENCY OF RESTORING AGRICULTURAL EQUIPMENT PARTS DUE TO THE APPLICATION OF ELECTROLYTIC IRON

D. R. Gorbachev, A. F. Chekha

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The analysis of literature data on the use of electrolytic coatings is carried out. The basic requirements for electrolytic coatings used for the restoration and hardening of worn surfaces of agricultural machinery parts are briefly considered. To intensify the electrodeposition process, it was proposed to use non-stationary electrolysis conditions.*

***Keywords:** reliability; repair; restoration; agricultural machinery; electrolytic iron.*

Повышение функциональности и повышение надежности работы сельхозтехники в условиях эксплуатации – один из важнейших вопросов, на который необходимо ответить в современ-

ном промышленном производстве. Многолетняя практика подтверждает, что продолжительность и надежность работы отечественной сельхозтехники невозможно признать полностью удовлетворительными. Из-за низкой износостойкости расход стали и чугуна на производство запасных частей к машинам, работающим в агропромышленном комплексе, намного превышает расход металла на производство самих машин.

Самым главным вопросом при ремонте является обеспечение запасными частями. Решить эту проблему экономически возможно, используя вторичное сырье, источником которого являются изношенные детали машин. Передовые ремонтные предприятия, использующие различные методы восстановления деталей и использующие небольшое количество нового металла, успешно решают проблему повторного использования изношенных деталей [1].

Ремонтное производство, дающее жизнь вторичному материалу, высвободит значительные производственные мощности в машиностроении, тем самым ускорив процесс насыщения народного хозяйства новой техникой.

Технологический процесс восстановления деталей машин должен быть высокопроизводительным и экономичным. Этим требованиям полностью отвечает процесс электролитического железнения. Однако, как показывают многочисленные исследования, чистый электролитический осадок железа не всегда соответствует требованиям к поверхностной обработке деталей.

В практике восстановления изношенных деталей сельхозтехники широко применяется метод электролитического железнения.

По химическому составу электролитическое железо близко к химически чистому железу и по физико-механическим свойствам – среднеуглеродистой стали, не подвержено сильным изменениям при значительных колебаниях режимов электролиза.

Твердость, износостойкость, внутреннее напряжение, усталостная прочность, прочность сцепления с основным металлом – важнейшие качественные характеристики покрытий из электролитического железа, от которых зависит возможность их использования в различных условиях эксплуатации.

Многие детали сельскохозяйственной техники работают при переменных нагрузках, поэтому работы многих ученых посвящены изучению усталостной прочности покрытия из электролитического железа [2]. Обширные исследования показывают, что железные покрытия снижают усталостную прочность деталей, степень снижения которой зависит от условий электролиза, толщины покрытия и других факторов и достигает 17,5...70,2 %.

Однако, независимо от того, насколько высоки свойства окончательного покрытия, на его характеристики в основном влияет сила сцепления с подложкой [3]. Этот параметр зависит от материала детали, внутренних напряжений, состава электролита и режима электролиза. В настоящее время наиболее простым и надежным методом подготовки поверхности является метод травления восстанавливаемых деталей в утюженном электролите [3]. К основным преимуществам этого метода можно отнести низкую производительность, эффективность, меньшее количество отходов клея и повышенную технологическую надежность процесса.

Технологический процесс жесткого отдыха разработан М. П. Мелковым в 1955 году в Саратовском автомобильно-дорожном институте. На основе этих исследований электролит, состоящий из кислого раствора с низкой концентрацией хлорида железа ($200...2020 \text{ кг/м}^3 \text{ FeCl}_{22} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) без добавок и с добавлением хлорида натрия ($100 \text{ кг/м}^3 \text{ NaCl}$) и хлорида марганца ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) разработан для промышленной разработки с концентрацией соляной кислоты $0,5...0,8 \text{ кг/м}^3$. В этом случае температура электролита составляла $80 \text{ }^\circ\text{C}$, а плотность тока составляла – $40...50 \text{ А/дм}^2$.

Покрытия, полученные из этих электролитов, имели следующие характеристики:

- микротвердость до $H_\mu = 590 \text{ кг/мм}^2$;
- прочность сцепления $\sigma_{отр} = \text{до } 4300 \text{ кг/см}^2$;
- скорость осаждения – $\vartheta = 0,3...0,6 \text{ мм/час}$.

Одним из условий интенсификации железа является использование высоких плотностей тока. При плотности тока 60 А/дм^2 на покрытии появляется плотная сеть трещин при нормальных условиях глажки. Такое покрытие имеет низкую износостой-

кость, процесс нанесения сопровождается активным образованием дендрида. При катодной плотности тока $80...100 \text{ А/дм}^2$ скорость осаждения составляла $18...20 \text{ мкм/мин}$, а микротвердость покрытий $6500...7000 \text{ МПа}$.

Анализ ведущих ученых показал, что износостойкость покрытий увеличивается с увеличением твердости до определенного предела, а затем резко снижается.

Однако железное покрытие, несмотря на множество преимуществ перед другими покрытиями, также имеет серьезные недостатки: малая скорость нанесения и нагрев ванны электролитом до $70...90 \text{ }^\circ\text{C}$, что приводит к испарению электролита, его агрессивность и значительно усложняет эксплуатацию, требующие значительных затрат энергии на прогрев [4]. По мнению многих ученых, эти недостатки можно устранить, используя нестационарные условия электролиза.

Однако недостатками холодных электролитов является низкая производительность, невысокая микротвердость и низкая износостойкость получаемых покрытий. Улучшения в процессах нанесения покрытий на железо с холодным электролитом могут быть сделаны в следующих областях:

- 1) применение повышенной плотности тока для образования стабильных электролитов;
- 2) обеспечение высокой производительности процесса электролитического осаждения за счет нестационарных условий электролиза.

Плавное глажение может несколько повысить выход по току железа, а также микротвердость покрытий [4]. Этот метод оказался успешным при реставрации больших деталей и деталей сложной формы, потому что процесс можно проводить только с использованием определенных частей поверхностей. Но при этом реализация этого метода требует сложных установок и при его реализации производительность процесса в целом не повысится.

Авторы научных работ [4] исследовали адгезию гальванического покрытия к основному металлу, что нестационарные условия электролиза способствуют достаточно высокой адгезии отложений железа к подложке.

Влияние обратного импульса на структуру электролитического железа представлено в статьях [5]. По мнению специали-

стов, увеличение величины обратного импульса, а также его длительности может привести к увеличению размеров блоков электролитически осажденного железа, что может быть связано с растворением малых центров электрокристаллизации в анодной системе.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что использование периодического тока с обратным импульсом позволяет получить значительные преимущества перед однонаправленным электролитическим осаждением. Нестационарные условия электролиза улучшают физико-механические свойства покрытий, изменяют структуру покрытий, тем самым повышая износостойкость и повышая производительность гальваники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на тягово-транспортных средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Столяров Д. М., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками // Наука без границ. 2019. № 6 (34). С. 56-59.
3. Ерохин М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества / В сб.: Экология и сельскохозяйственная техника : материалы 4-й научно-практической конференции. 2005. С. 234-238.
4. Гайдар С. М., Петровская Е. А., Петровский Д. И. Повышение коррозионной стойкости оборудования, работающего в агрессивных средах АПК путем применения полифункциональных ингибиторов // Инновационные технологии и технические средства для АПК. 2016. С. 74-77.
5. Тойгамбаев С. К., Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта автомобилей // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 5. С. 69-77.
6. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.
7. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Тимошенко Н. А. Обоснование нормативного срока службы машины на стадии ее создания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 54-58.

REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The current level of development of engines with gas engine and electric power plants on traction vehicles. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
2. Stoliarov D. M., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Analysis of modern internal combustion engines with electric power plants. *Nauka bez granits*, 2019, no. 6 (34), pp. 56-59.
3. Erokhin M. N. Repair of agricultural machinery from the standpoint of quality assurance. *Ekologiya i sel'skokhoziai-stvennaia tekhnika*, 2005, pp. 234-238.
4. Gajdar S. M., Petrovskaya E. A., Petrovskij D. I. Increasing the corrosion resistance of equipment operating in aggressive environments of the agro-industrial complex by using multifunctional inhibitors. *Innovacionny'e texnologii i texnicheskie sredstva dlya APK*, 2016, pp. 74-77.
5. Toigambaev S. K., Didmanidze O. N., Guzalov A. S. Organization and calculation of the area of maintenance and repair of cars. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 5, pp. 69-77.
6. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.
7. Eidis A. L., Parliuk E. P., Timoshenko N. A. Justification of the standard service life of the machine at the stage of its creation. *Vestnik Brianskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2013, no. 2, pp. 54-58.

Об авторах:

Горбачев Денис Романович, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

Чеха Алексей Федорович, преподаватель Военного учебного центра ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

About the authors:

Denis R. Gorbachev, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Aleksei F. Chekha, teacher of the Military Training Center, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).