RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE RECOVERY OF WORN-OUT PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY THROUGH RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES TO INCREASE THEIR RELIABILITY

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Академик академии с/х наук Грузии, доктор технических наук, полный профессор Кацитадзе Д.В[1].,
Грузинский аграрный университет, Грузия, Тбилиси, Аллея Давида Агмашенебели 13-ый км.

Abstract: On the basis of theoretical and experimental studies with the application of the similarity and dimensional theory and planning of multifactorial experiments typical similarity criteria, criterion equations and regression mathematical models of reduction processes are obtained, verification of their adequacy and optimization by means of a steep ascent method is conducted.
The physico-mechanical properties (adhesion strength, hardness, wear resistance) of the obtained metal coatings are investigated and resource-saving technological processes are developed for recovery of worn-out parts of agricultural machinery via iron-plating, electroplating and electric-spark alloying in order to increase their reliability.
As a result of researches the original compositions of electrolytes, accessories and recovery modes are worked out, the novelty of which is justified by appropriate patents and author's certificate for invention.

KEYWORDS: REALIABILITY, AGRICULTURAL TECHNIQUE, RESOURCE, RECOVERY, MODELING, SIMILARITY CRITERIA

Повышение надежности сельскохозяйственной техники весьма важная проблема мирового значения решение которой дает большой экономический эффект. Особенно актуальным является восстановление изношенных деталей новыми материалами и иновационными ресурсосберегающими технологическими процессами ,позволяющими сократить расход дефицитных запасных частей и повысить их срок службы. Проблема особенно актуальна в условиях нынешного экономического кризиса, когда фермеры и частные предприниматели постоянно ищут новые резервы доходов.Так,например, во многих экономически развитых странах(Япония, Канада,ФРГ,франция и,особенно, США) такой подход называют „Цветущим» бизнесом.

Восстановление изношенных деталей выгодно вследствие того,что в это время они яляются исходными материалами (заготовкой) на изготовление которых (руда, выплавка, отливка,механическая, термическая и химико-термическая обработки) расходуются большие материальные и трудовые затраты.

Следует отметить,что, к сожалению, многие ученые и специалисты пройзводства прямо заявляют, что настало время отказаться от повторного использования отработанных деталей и вместо них использовать новые[1]. Считаем,что такой подход неверный,поскольку „Вторая жизнь "машин путем использования новейших технологий,материалов и установок восстановления их изношенных деталей является наиболее рациональным направлением максимальной отдачи техники .

Исходя из вышеизложенного,исследование и разработка новых материалов и ресурсосберегающих технологий восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники является важной технико-экономической проблемой и ее решение вполне соответствует современным требованиям науки и производства.

Для восстановления изношенных деталей с.х. техники во многих странах применяются традиционные способы-ручная газовая и электродуговая сварка и наплавка,автоматическая наплавка под флюсом,вибродуговая наплавка,наплавка в среде углекислого газа и водяного пара,плазменная наплавка,методы пластической и электро-механической деформаций,гальванические способы и др.,которые позволяют восстанавлывать начальные(номинальные) размеры изношенных деталей. Следует отметить,что большинство этих способов,установок и технологий устарело и не дает нужного эффекта, поскольку восстановительные технологии не являются ресурсосберегающими и не позволяют получать металлопокрытия с высокими физико-механическими свойствами(прочность сцепления,твердость,износостойкость).

На инженерно-технологическом факультете Грузинского аграрного университета проводятся комплексные научно-исследовательские и проектно-технологические работы по разработке новых материалов,ресурсосберегающих технологий и установок для повышения надежности и ресурса сельхозтехники. На основе этих исследований опубликовано много научных статей и получено 12 авторских свидетельств на изобретение и патентов [2,3,4,5]. Исследования ведутся по трем направлениям:

-Разработка научно-методических основ повышения надежности машин,планирования экстремальных экспериментов и оптимизации восстановительных процессов.

-Разработка и исследование процесса электроискрового легирования (ЭИЛ) деталей.

-Разработка новых электролитов для получения износостойких электролитических сплавов ,исследование их физико-механических свойств,оптимизация процесса и разработка ресурсосберегающей технологии восстановления изношенных деталей сельхозтехники.

По первому направлению нами разработаны научные основы расчета и повышения надежности сельхозтехники [2,3], которые учитывают специфику конструкции и работы сельхозмашин.Разработаны также оригинальные общие и частные методики для планирования экстремальных экспериментов,математического моделирования восстановительных процессов деталей с применением теории подобия и размерностей с последующей оптимизации. Эти методики апробированы и использованы во многих научных исследованиях[2,3,4,5].

Весьма интересной,по нашему мнению,является новая ресурсосберегающая технология восстановления деталей ЭИЛ. Нами спроектирована и изготовлена оригинальная установка ЭИЛ(рис.1)

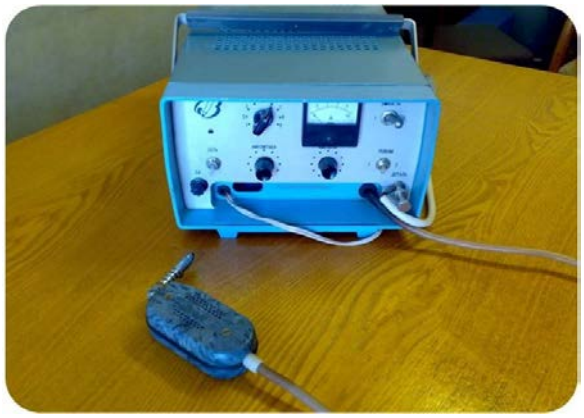

Рис.1 *Установка для электроискрового легирования деталей*

Теоретическими и экспериментальными исследованиями нами получены характерные критерии подобия и разработаны оптимальные условия ЭИЛ :

-Сила короткого замыкания *I=18A*

-Напряжние на конденсаторе V=60 в.

-Время восстановления T=4мин.

На рис.2 показана микроструктура стали 65Г,восстановленной ЭИЛ с применением твердого сплава Т15К6.

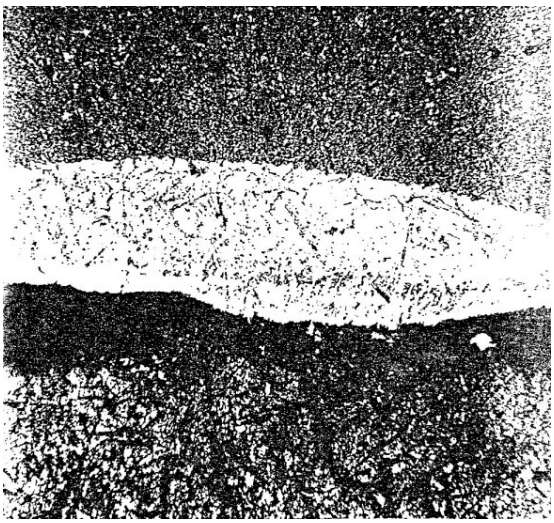

Рис.2 *Микроструктура стали 65Г,восстановленной ЭИЛ с применением твердого сплава Т15К6.*

Исследования показали,что переходная зона состоит из упрочненного т.н."белого» слоя образование которого происходит при высоких давлениях и температурах,что обуславливает получение неустойчивых структур неигольчатого мартенсита.

На рис.3 представлены детали, восстановленные ЭИЛ .

Рис.3 *Детали,восстановленные ЭИЛ*

Разработанная нами ресурсосберегающая технология ЭИЛ позволяет повысить срок службы деталей в 1,5...2,0 раза.

Весьма интересными являются также новые материалы и технологии восстановления деталей гальваническими покрытиями, в частности железнением. Нами на уровне авторского свидетельства на изобретение получен принципиально новый железо-никелевый электролит,позволяющий получать качественные покрытия высокой ударной износостойкости[4].

Нами проведены комплексные исследования физико-механических свойств железо-никелевых покрытий(прочность сцепления,твердость,износостойкость). Ниже приведена последовательность исследования их твердости с применением теорий подобия и размерностей и планирования многофакторных экспериментов.

Параметр оптимизации(твердость покрытий) зависит от множества факторов, учесть одновременное влияние которых в обычных экспериментах не представляется возможным.Поэтому,попытались использовать комплексно методы теории подобия ,размерностей и планирования экстремальных экспериментов[6,7,8,9].Такой подход к вопросу позволяет учесть одновременное влияние большого количетва факторов на параметр оптимизации,получить надежные и обоснованные результаты в виде регрессионных уравнений,провести оптимизацию технологического процесса и обобщить результаты исследований. Изучали влияние технологических критериев подобия на твердость железо-никелевых покрытий. Задачу ставили так-получить функцию отклика твердости в зависимости от критериев подобия[6,7,8,9,10]:

$Y = f(\pi_1, \pi_2, \pi_3)$ . . . (1)

Y-твердость покрытий, Мпа

$$\pi_1 = \frac{ED_K}{KV}, \qquad \pi_2 = \frac{t}{t_1}, \qquad \pi_3 = pH$$

Е-электрохимический эквивалент ,$\frac{кг.А}{сек}$

D - катодная плотность тока,$\frac{А}{м^2}$

К-отношение концентраций хлористого и сернокислого железа

t-температура электролита, ^0C.

t-температура термообработки, ^0C.

V-скорость увеличения катодной плотности тока, $\frac{А}{м^2 сек}$

Планирование экспериментов и обработку данных производили по плану Бокса-Бенкина[6] и методике, разработанной нами[10].При небольшем числе экспериментов-N=15 данный план удобен вследствие того,что критерии подобия изменяются на трех уровнях и обладает хорошими статистическими характеристиками. Математическая модель имеет вид:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^{3} b_i \pi_i + \sum_{i<j}^{3} b_{ij} \pi_i \pi_j + \sum_{i=1}^{3} b_i \pi_i^2 \quad . \quad . \quad . (2)$$

b_0 -постоянный коэффициент.

b_i И b_{ij} -коэффициенты регрессионного уравнения.

Была составлена матрица планирования экспериментов (таб.1)

Таб.1 Матрица планирования экспериментов

Кодовое обозначение факторов				Буквенное обозначение
π_0	π_1	π_2	π_3	
+1	+1	-1	-1	α
+1	-1	-1	-1	(1)
+1	+1	+1	-1	αb
+1	-1	+1	-1	b
+1	+1	-1	+1	ac
+1	-1	-1	+1	c
+1	+1	+1	+1	abc
+1	-1	+1	+1	bc

В таблице2 даны уровни и интервалы варьирования факторов.

Таб.2 уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование	π_1	π_2	π_3
Основной уровень	35	60	2,0
Интервал варьирования	15	20	1,0
Верхний уровень	50	80	3,0
Нижний уровень	20	40	1,0

Определениие твердости покрытий проводили по стандартной методике[11,12],а микротвердость замеряли на приборе ПМТ-3 с нагрузкой на инденторе 100н.

В таблице 3 представлены результаты экспериментов.

Таб. 3 Результаты экспериментов

№ Опыта	π_0	π_1	π_2	π_3	Y
1	+1	50	20	1,0	4576
2	+1	20	20	1,0	5282
3	+1	50	80	1,0	4574
4	+1	20	80	1,0	5286
5	+1	50	20	3,0	4933
6	+1	20	20	3,0	4934
7	+1	50	80	3,0	4938
8	+1	20	80	3,0	4932

После обработки экспериментальных данных получено адекватное регрессионное уравнение

$$Y=5270-355\ \pi_2 - 339\ \pi_1^2 \quad . \quad . \quad ,(3)$$

Путем оптимизации уравнения получены отимальные условия железнения и состав элоктролита:

Хлористое железо- 250г/л

Хлористый никель- 15 г/л

Сернокислое железо-200г/л

Сернокислый никель- 10 г/л

Катодная плотность тока-D=2000$\frac{A}{м^2}$

Температура электролита-t=62, ^0C.

Водородный показатель- pH=3,0

По результатам теоретических и экспериментальных исследований нами была разработана ресурсосберегающая технология восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники.

Проведенные эксплуатационные испытания восстановленных железо-никелевым покрытием деталей показали,что их ударная износостойкость увеличивается в 1,5..1,8 раза.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

-Разработаны теоретически основы и методики планирования экстремальных экспериментов при восстановлении изношенных деталей сельхозтехники иполучены характерные критерии подобия .

-Получены критериальные и регрессионные уравнения для исследования процессов восстановления деталей ЭИЛ и гальваническим железнением,проведена их оптимизация и установлены рациональные режимы.

-Разработаны новые установки,приспособления и ресурсосберегающие технологические процессы восстановления деталей,которые позволяют увеличить их срок службы в 1,5...2,0 раза.

Литература

1.Кацитадзе Дж.В. , Сарджвеладзе Н.Н. Технический сервис ммашин. Тбилиси, 2008,287 с

2. 3.Кацитадзе Дж.В. Надежность и ремонт машин, Тбилиси, 1999,189с.

3. Кацитадзе Дж.В. – Некоторые вопросы рачета сель ьхозмашин на надежность. Труды ГАУ, том. 70, Тбилиси, 2001, с.2 270...276.

4. Кацитадзе Дж. В. Ремонт машин,Тбилиси,2001,141с.

5. Кацитадзе Дж. В. – Технология и техническое средство д для восстановления изношенных деталей , Труды ьмежд.научн.конференции,Кутаиси,2010,С.46...50.

6. Адлер Ю. П. – Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. М. НаукаЭ 1981 – 270с.

7. Налимов В. В. – Теория эксперимента. М. наука, 1986 207с.;

8. Седов Л. И. – Теория подобия и размерностей в механике. М. 1991 -447с.;

9.Георгиев Ив.Н. Основи на подобието и моделирането на селскоскопанската техника,Земиздат,София,1973,246с.

10.Katsitadze J.,Sarjveladze N. Process of optimization Regeneration the Word out details Agricultural Technicians electrosparkling elloy, “trns&MOTAUTO-11,”Varna,2011,s.54…57.

11. Лазаренко Н. И. – Электрическое легирование металлических поверхностей. М. Машиностроение 1986 – 288с.

12. Katsitadze J.,Sarjveladze N. Searshing processes of reneval details of agrikuitural technics with the elektrosparkling elloy,using the theoretical methodsof similarity and measurement, “trns&MOTAUTO-09,”Varna,20091,s.142…144.