

УДК 621.791.042.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

СОЛОВЬЕВ С.С., студент, ГОВОРУН Т.П., доцент, БЕЛОУС Е.А., доцент

Сумский государственный университет, г. Сумы, Украина

Ключевые слова: абразивный износ, твердость металла, относительная износостойкость поверхности, математическая модель.

Реферат: в работе представлены математические модели оптимального выбора параметров износостойкости металлических поверхностей с помощью наплавленного металла с мартенситно-аустенитной структурой, которая имеет включения карбидов титана. Модели позволяют варьировать параметры твердости и износостойкости, влиять на характеристики абразивного износа металлических поверхностей путем изменения количественного содержания титана и углерода.

Износ металлических поверхностей – основной фактор, приводящий к старению и разрушению деталей машин и механизмов. Среди известных видов износов чаще всего встречается абразивный износ, во время которого разрушается металлическая поверхность вследствие механического отделения элементов материала. Абразивное действие среды возрастает с увеличением размера частиц, содержащихся в ней, повышением процента их содержания в общей массе, наличием частиц остро угловой формы с высокой твердостью [1-2].

Для снижения отрицательного воздействия на поверхность абразивов были разработаны и испытаны в производстве ряд экономно-легированных металлов [3], которые при нанесении обеспечивают необходимые технические характеристики. Однако, несмотря на все положительные качества разработанных материалов, они имеют ряд существенных недостатков, таких как недостаточная устойчивость к абразивному износу или необходимость включения в свой состав дорогостоящих металлов (вольфрам, церий, иттрий и др.).

Введение в состав сварочных материалов в определенном соотношении титана и углерода обеспечит образование в наплавленном металле мартенситно-аустенитной структуры с включениями карбидов титана, что значительно увеличит устойчивость наплавленного металла к абразивному износу и значительно стабилизирует дуговой процесс. Наибольшая износостойкость определяется введением оптимального количества карбидов титана в мартенсит [4].

Для определения состава наплавленного металла, обладающего оптимальными твердостью и стойкостью к абразивному износу, нами разработаны составы шихты порошковых проволок, содержащих в своем составе графита 25, 50, 100, 150, 200, 250 и 300 грамм. В каждый состав шихты порошковой проволоки, содержащей то или иное количество графита, вводили ферротитан в количестве 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600 и 700 грамм. В качестве балласта во все композиции порошковых проволок вводили железный порошок. Общая масса материалов в шихте порошковой проволоки составляла 3 кг. Наплавки разработанными порошковыми проволоками выполняли в медный водоохлаждаемый кокиль.

Наплавленные образцы подвергали различным испытаниям, а после отжига принимали стружку для определения химического состава. За образец для сравнения по устойчивости к абразивному износу был принят металл, наплавленный порошковой проволокой с наименьшим количеством титана и углерода.

Результаты исследований по влиянию титана в пределах от 0 до 7,0 % и углерода от 0,5 до 4,0% на твердость и относительную устойчивость наплавленного металла к абразивному износу приведены на рисунке 1 и в таблице 1.

Обработка экспериментальных результатов, построение графиков и расчет параметров выбранных моделей выполнялись с помощью программы SigmaPlot 11.0.

Анализ графиков полученных экспериментальных зависимостей позволили определить форму и уравнение предполагаемых зависимостей механических параметров от процентной доли содержания титана и углерода.

Таблица 1 – Результаты исследований

Содержание Ti, %	Содержание C, %	Твердость, HRC	Относительная износостойкость, ε %
2,0	4,0	32	1
4,0	0,5	48	1,25
6,0	3,0	60	1,56
7,0	4,0	55	1,52

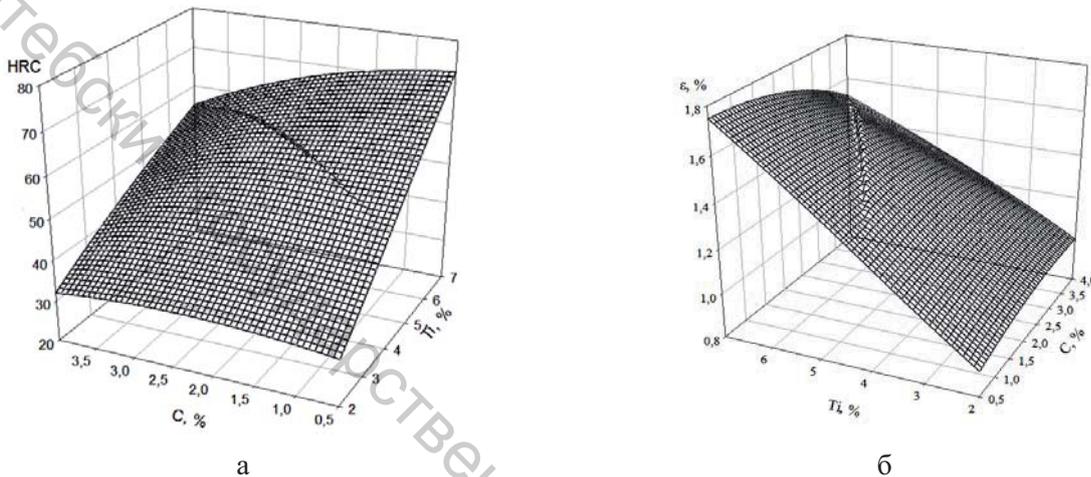


Рисунок 1 – Зависимость твердости (а) и относительной износостойкости (б) поверхности от содержания углерода и титана в наплавленном металле

При построении модели зависимости, входными параметрами считались содержание элементов в %: углерода – переменная x_1 и титана – переменная x_2 . В качестве выходных переменных – функции твердости $F_1(x_1, x_2)$ и относительной износостойкости $F_2(x_1, x_2)$. При этом исследовались аналитические зависимости трех видов:

$$F(x_1, x_2) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1^2 + a_4x_2^2 \quad (1)$$

$$F(x_1, x_2) = a_0 \exp\left[-0.5 \left[\left(\frac{x_1 - a_1}{a_2} \right)^2 + \left(\frac{x_2 - a_3}{a_4} \right)^2 \right] \right] \quad (2)$$

$$F(x_1, x_2) = \frac{a_0}{\left[1 + \left(\frac{x_1 - a_1}{a_2} \right)^2 \right] \cdot \left[1 + \frac{x_2 - a_3}{a_4} \right]} \quad (3)$$

где a_i , ($i = \overline{0;4}$) – коэффициенты.

Зависимость (1) определяет поверхность параболоида, части которого предположительно представлены на рисунке 1. Формулы (2) и (3), соответственно, являются аналитическим представлением поверхностей двумерной гауссовой функцией и лоренцианом двух переменных. Расчет неизвестных коэффициентов представлен в таблице 2.

Полученные графики и аналитические зависимости могут быть использованы для выбора химического состава наплавленного металла с целью варьирования параметрами относительной износостойкости и твердости поверхности, а также, для решения задач оптимизации затрат и энергоресурсов при подборе шихты порошковой проволоки.

Таблица 2 – Расчет неизвестных коэффициентов

Модель (№ формулы)	Коэффициенты в рамках моделей $F(x_1, x_2)$				
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Функция твердости $F_1(x_1, x_2)$					
1	1,6881	17,683	26,100	-1,407	-6,085
2	60,000	6,000	2,272	3,000	1,591
3	60,000	6	2,500	3,000	1,750
Функция относительной износостойкости $F_2(x_1, x_2)$					
1	1,001	0,548	0,233	-0,121	-0,013
2	1,560	3,000	1,591	6	2,273
3	1,560	3,000	1,75	6	2,500

Литература:

1. Тенненбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. – М.: Машиностроение, 1976. – 271 с.
2. Виноградов В. Н. Абразивное изнашивание. / В. Н. Виноградов, Г. М. Сорокин, М. Г. Колокольников – М., 1990. – 244 с
3. Износостойкость сплавов, восстановление и упрочнение деталей машин ; под общ. ред. В.С. Попова. – Запорожье : Издат. ОАО «Моторсич». – 2006. – 420 с.
4. Посыпайко И.Ю., Соценко О.В. Повышение износостойкости сменных деталей промышленных смесителей // Металл и литье Украины, 2011. – № 1. – С. 32 – 35.
5. Чигарёв В. В. Математическое моделирование влияния легирующих элементов на твердость и износостойкость наплавленного металла, содержащего метастабильный аустенит / В. В. Чигарёв, А. М. Зусин, О. Б. Носовская, С. П. Десятский // Университетская наука – 2015 : тезисы докладов междунар. науч.-техн. конф., 19-20 мая 2015 г. : в 4-х т. / ГВУЗ «ПГТУ». – Мариуполь, 2015. – Т. 2. – С. 135-136.

УДК 67.04

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ПУТЕМ
ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ ИЗ
ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

СТЕПАНОВ А.В., заведующий лабораторией, ВЕТКАСОВ Н.И., заведующий кафедрой

Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск,
Российская Федерация

Ключевые слова: шлифование, твердый смазочный материал, наноматериал, высокодисперсный материал.

Реферат: в статье приведены результаты экспериментального исследования влияния твердых смазочных материалов с наполнителями из высокодисперсных и наноматериалов, наносимых контактным способом на рабочую поверхность круга, на эффективность операции плоского шлифования периферией круга.

В современных рыночных условиях повышение производительности механической обработки и качества обработанных деталей является решающим фактором конкурентоспособности выпускаемой предприятиями продукции. Как правило, заданные геометрические и физико-механические свойства деталей формируют на операциях окончательной обработки, значительное место среди которых занимают операции шлифования.

Для повышения производительности операций шлифования, а также качества шлифованных поверхностей деталей широко применяют смазочно-охлаждающие жидкости