

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ И ВИДА АКТИВАТОРА НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ

Долгих А. М., Андрукович А. П., Косяк Л. Н., Анисимов В. С.

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Полоцк, Беларусь*

Защитные покрытия различного типа все более широко применяются в современной промышленности. Поэтому исследование эксплуатационных свойств покрытий, к которым относится качество поверхности после насыщения, является актуальной задачей, определяющей возможность применения деталей машин с покрытиями без дополнительной механической обработки. Была исследована шероховатость поверхности образцов с нанесенными диффузионным методом защитными однокомпонентными покрытиями на основе карбидов хрома и ванадия и определена область возможной эксплуатации деталей. Также представляет практический интерес изучение влияния технологических факторов нанесения покрытий (вида активатора процесса насыщения, процентного содержания активатора, процентного содержания балластной добавки).

Введение

Одним из признанных методов повышения эксплуатационных характеристик деталей машин и инструмента является химико-термическая обработка (ХТО), которая радикальным образом изменяет состав и физико-химические свойства поверхностных слоев деталей машин, что позволяет значительно повысить их износостойкость, жаростойкость, коррозионную стойкости [1–5]. Это увеличивает надежность и долговечность машин, тем более, что современные требования к этим характеристикам постоянно возрастают. Необходимость широкого внедрения в промышленность наиболее перспективных процессов ХТО, изучение закономерностей формирования, состава и свойств диффузионных слоев приобретает все большее значение. Многочисленные литературные данные показывают, что диффузионные слои на основе карбидов переходных металлов обладают высокой жаростойкостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью в ряде агрессивных сред.

Процессы диффузионного насыщения металлов и сплавов хромом изучены достаточно глубоко, в то время как ряд других перспективных процессов ХТО, например ванадирование, недостаточно освещены в литературе и не получили промышленного применения.

С учетом того обстоятельства, что настоящее исследование посвящено изучению свойств карбидных диффузионных слоев, и того, что наибольшее практическое применение получили карбидные слои на основе карбида хрома и карбида ванадия, более подробно рассмотрим эти процессы.

Материалы и методика исследований

Исследование механизма процесса восстановления и кинетики формирования диффузионных слоев проводили в силикотермических смесях с использо-

ванием в качестве восстановителя кремния и силикокальция. Процесс диффузионного хромирования проводили в исходной смеси, состоящей из следующих компонентов: хрома окиси (Cr_2O_3 марки «ч» ГОСТ 2912) – поставщика насыщающего элемента (хрома): порошка кремния (КР-1) или силикокальция (СК 25) – восстановителя; оксида алюминия (Al_2O_3 марки «ч») – балластной добавки; аммония хлористого (NH_4Cl марки «ч») – активатора процессов восстановления и насыщения. Процессы диффузионного насыщения проводили в металлических контейнерах по стандартной технологии газового насыщения в порошковых смесях.

Шероховатость поверхности (ГОСТ 2789-73) в значительной степени определяет основные эксплуатационные свойства деталей и узлов машин- износостойкость, сопротивление усталости, надежность, контактную жесткость и теплопроводность стыков сопряженных деталей, коррозионную стойкость, герметичность соединений, отражающую и поглощающую способность поверхностей и др. Поэтому характеристики шероховатости поверхности строго нормируются и подвергаются постоянному анализу в технологических исследованиях и контролю в процессе производства.

Шероховатость поверхности, получаемая при насыщении поверхности деталей машин, зависит от многих технологических факторов: материала и качества поверхности исходного вида; механических свойств, химического состава и структуры материала заготовки; состава насыщающей смеси, активатора и т. д.

Таблица 1 – Исследуемые составы силикотермических смесей

Тип слоя	Состав смеси
Cr (20 %Кр1)	98 % [30% Al_2O_3 +70 % (20 % Кр.1+80 % Cr_2O_3)] +2 % NH_4Cl
Cr (20 %СК25)	98 % [40% Al_2O_3 +60 % (20 % СК25+80 % Cr_2O_3)] +2 % NH_4Cl
Cr (25 %СК25)	98 % [40% Al_2O_3 +60 % (25 % СК25+75 % Cr_2O_3)] +2 % NH_4Cl
V (30 %СК25)	98 % [40% Al_2O_3 +60 % (30 % СК25+70 % V_2O_5)] +2 % NH_4Cl
V (35 %СК25)	98 % [40% Al_2O_3 +60 % (35 % СК25+65 % V_2O_5)] +2 % NH_4Cl

Исследование диффузионных защитных покрытий, полученных методом химико-термической обработки, проводили на образцах, изготовленных из стали марки У10 ГОСТ 1435.

Ванадирование

В состав исходной смеси для диффузионного ванадирования входят следующие компоненты: пятиокись ванадия (марки «ч»), силикокальций, окись алюминия, хлористый аммоний.

Соотношение $V_2O_5:Ca$ и $V_2O_5:Si$ должно быть равно соответственно 47,6: 52,4 и 72,2: 27,8. При содержании в смеси СК25 до 35 – проходит процесс ванадирования. При содержании силикокальция в смеси до 20 % – происходит неполное восстановление V_2O_5 , при этом окислы ванадия активно растворяют образцы и детали машин. Уменьшение толщины образцов из сталей У10 достигает 0,75 мм на диаметр.

Проведено исследование влияния процентного содержания и вида активатора процесса диффузионного насыщения на шероховатость поверхности образцов и деталей машин, полученной после проведения процесса.

Таблица 2 – Влияния процентного содержания активатора на шероховатость поверхности (Ra, мкм) после нанесения карбидных ванадированных покрытий

Состав смеси для ванадирования:

[40 % Al₂O₃+60 % (30 % CaSi+70 % V₂O₅)]+2 % А

№ образца	n % Al ₂ O ₃	(100-n) смеси		Активатор, А	% содержание активатора	Толщина слоя, мкм	Шероховатость, Ra, мкм
		CaSi	V ₂ O ₅				
1	40	30	70	NH ₄ Cl	0,5	38	1,140
2	40	30	70		1	35	1,579
3	40	30	70		2	35	1,310
4	40	30	70		3	29	1,192
5	40	30	70	AlF ₃	0,2	37	1,437
6	40	30	70		0,5	33	1,381
7	40	30	70		1	23	1,477
8	40	30	70		2	29	1,323
9	40	30	70		5	23	0,888
10	40	30	70	NaF	0,5	33	0,889
11	40	30	70		1,5	29	0,937
12	40	30	70		2	28	1,204

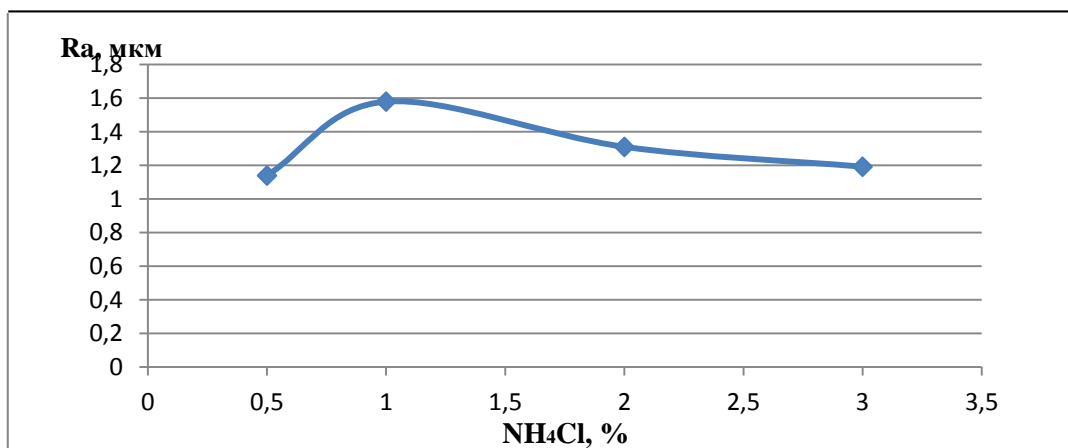


Рисунок 1 – График влияния процентного содержания активатора NH₄Cl на шероховатость поверхности

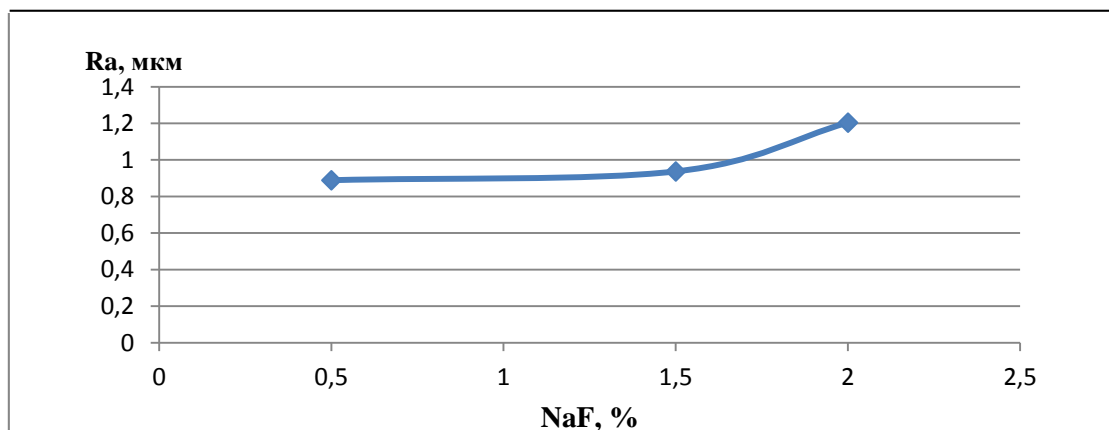


Рисунок 2 – График влияния процентного содержания активатора NaF на шероховатость поверхности

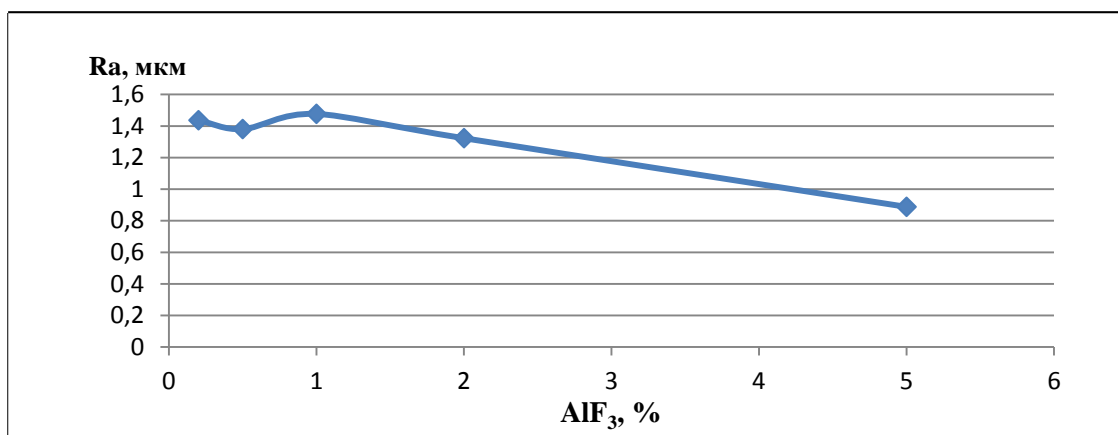


Рисунок 3 – График влияния процентного содержания активатора AlF_3 на шероховатость поверхности

Одним из технологических факторов, реально влияющих на параметры шероховатости поверхности после проведения процесса диффузионного насыщения, является процентное содержание балластной добавки – окиси алюминия.

Таблица 3 – Влияние процентного содержания балластной добавки на шероховатость поверхности

Смесь: $n\% Al_2O_3 + (100-n)\%$ (% CaSi+% V_2O_5)

№ образца	n % Al_2O_3	(100-n) смеси		Активатор NH_4Cl %	Толщина, фазовый состав У10, мкм	Шероховатость, Ra, мкм
		CaSi	V_2O_5			
1	20	30	70	2	90,5	1,765
2	40	30	70	2	48	1,537
3	50	30	70	2	41	1,011

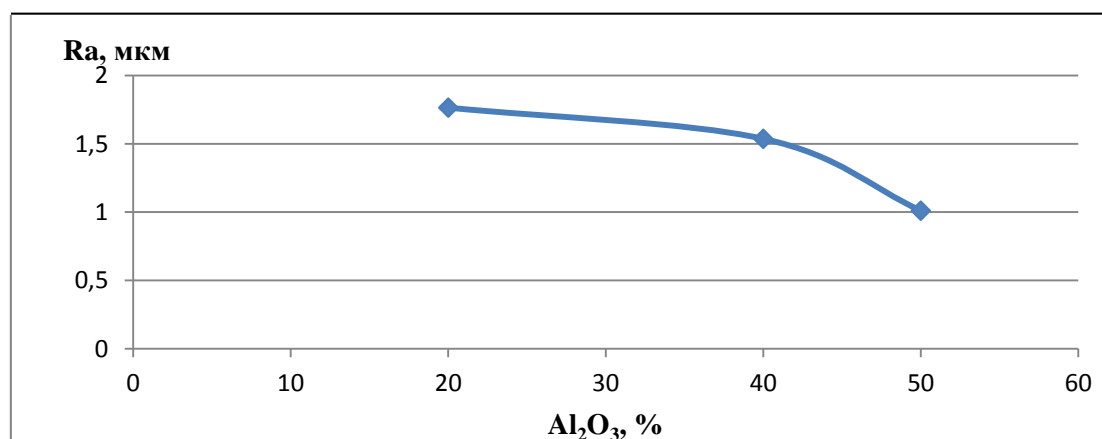


Рисунок 4 – График влияния процентного содержания балластной добавки Al_2O_3 на шероховатость поверхности

Выводы

– Проведенные исследования убедительно показывают, что на параметры шероховатости поверхности, полученные после нанесения покрытий диффузионного типа, существенное влияние оказывают как вид применяемого активатора, так и его процентное содержание в насыщающей смеси.

– При проведении процессов диффузионного ванадирования все три вида примененных активаторов оказывают практически одинаковое влияние на изменение величины шероховатости, полученной после обработки поверхности. Характер кривых также идентичен с выраженным максимумом повышения величины шероховатости поверхности.

– Изменение процентного содержания балластной добавки в насыщающей смеси также существенно влияет на величину шероховатости, полученной после диффузионного насыщения поверхности. С повышением процентного содержания балластной добавки происходит снижение параметров шероховатости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгих, А. М. Химико-термическая обработка материалов: учеб.-метод. комплекс / А. М. Долгих. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 224 с.
2. Ворошнин, Л. Г. Теория и технология химико-термической обработки: учеб. Пособие / Л. Г. Ворошнин. – Минск : Новое знание, 2010. – 304 с.
3. Металловедение. Термическая и химико-термическая обработка сплавов: сб. научн. трудов / под ред. Б. Н. Арзамасова. – М. : Изд-во МГТУ, 2003. – 246 с.
4. Многокомпонентные диффузионные покрытия / Л. С. Ляхович [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1974. – 288 с.
5. Стуканов, В. А. Металловедение: учеб. пособие / В. А. Стуканов. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 368с.

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТЕПЕНЬ ИЗНОСА УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Калугин¹ Ю. К., Лещик² С. Д.

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Гродно, Республика Беларусь*

Обработка металлов магнитным импульсом характеризуется воздействием нестабильных магнитных полей на материал с максимальным напряжением $2...3 \cdot 10^7$ А/м и импульсными токами до $5 \cdot 10^5$ А и благодаря работе этого магнитного импульса и импульсному нагреву металла. Во время обработки магнитным импульсом происходит воздействие концентрированного электромагнитного поля на дефекты структуры. Изменение температурных градиентов и термоупругих сжимающих напряжений в зоне упрочнения приводит к локализации или полному сглаживанию дефектов микроструктуры. Глубина проникновения магнитного поля зависит от частоты электромагнитных колебаний и электропроводности материала. Следовательно, при таком способе обработки можно изменять свойства поверхностного слоя детали. Действие магнитного поля вызывает изменения структуры материала, что приводит к изменению механических характеристик обрабатываемых материалов [1]. Возможности технологии магнитно-импульсного упрочнения обработки (МИУ) позволяют при