

4. Powder Diffraction File. Data Cards. Inorganic Section Sets 1–34. JCPDS. Swarthmore Pennsylvania, USA, 1948–1984.

5. Булычев, С.И. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора / С.И. Булычев, В.П. Алехин. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.

УДК 669.58

Н.И. УРБАНОВИЧ,
Д.В. ГЕГЕНЯ (БНТУ)

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗГАРИ В СОСТАВЕ НАСЫЩАЮЩИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ

Цинкование занимает одно из ведущих мест среди многочисленных процессов нанесения защитных покрытий на стальные и чугунные изделия. В настоящее время все большее применение находит термодиффузионное цинкование. Существенной проблемой порошковых процессов химико-термической обработки является отсутствие собственного сырья.

В настоящей статье авторами рассмотрена целесообразность полной или частичной замены чистого цинка и различных активаторов, содержащихся в насыщающих средах, на изгарь в процессе нанесения термодиффузионных защитных цинковых покрытий.

Известно, что изгарь представляет собой цинксодержащие отходы, образующиеся при горячем цинковании. С целью обезжиривания, травления и флюсования поверхности, стальные изделия предварительно проходят обработку в водных растворах кислот и солей, содержащих ионы хлора. Изгарь образуется на поверхности расплавленного цинка в результате взаимодействия флюса с металлом и представляет собой полурасплавленную массу, которую периодически удаляют механическим способом. Следует отметить, что после остывания изгарь имеет вид рассыпчатого порошка (рисунок 1).

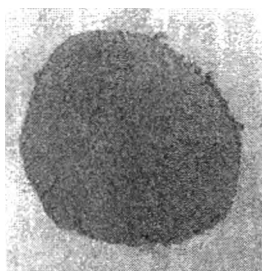


Рисунок 1 – Внешний вид изгари

В состав изгари кроме цинка, оксида цинка, алюминия, углерода и других элементов входит также и хлор (таблица 1). При термодиффузионном цинковании в качестве активатора используют различные галогениды, в частности хлористый аммоний, в состав которого входит хлор, являющийся поставщиком ионов цинка к поверхности цинкуемого изделия. Исходя из вышеизложенного, целью работы было изучение возможности использования изгари в составе насыщающей смеси для термодиффузионного цинкования, как активирующего компонента, а также цинксодержащего компонента.

Таблица 1 – Химический состав изгари

Наименование элементов	Zn	O	C	Si	P	S	Cl
Содержание элементов, % по массе	65,66	22,22	6,68	0,64	0,05	0,10	2,80
Наименование элементов	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Al	Pb
Содержание элементов, % по массе	0,10	0,10	0,10	0,27	0,46	0,63	0,16

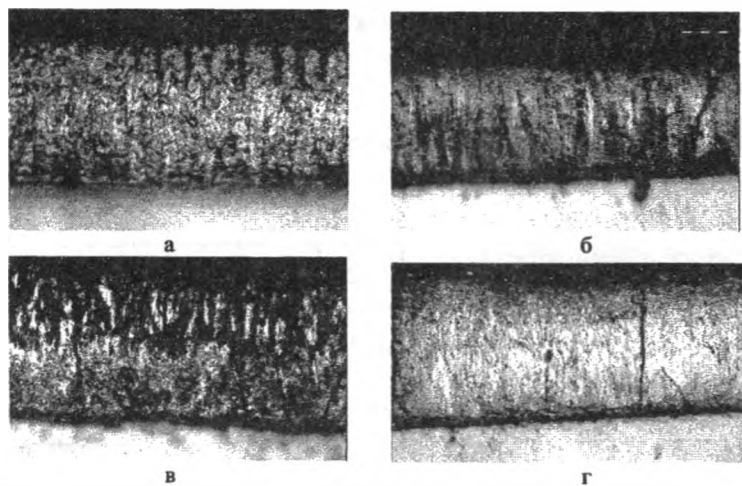
Исходными компонентами для цинкования являлись порошки цинка марки ПЦВД-0 (ГОСТ12601-67) зернистостью $\leq 0,063$ мм, изгари – $\leq 0,4$ мм, гартцинка – $\leq 0,094$ мм, хлористого аммония (ГОСТ 3773-60), корунда(Al_2O_3) с насыпной плотностью $1,8$ г/см³ (таблица 2).

Таблица 2 – Составы насыщающих сред и режимы цинкования

Массовая доля компонентов в насыщающих средах, %	Условия ХТО		Толщина диффузионного слоя, мкм
	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ч}$	
20 изгарь + 80 Zn	450	4	103
20 изгарь + 80 гартцинк	450	4	98
98 изгарь + 2 NH_4Cl	450	4	105
100 изгарь	450	4	105

Перед использованием изгарь просеивали через сито с диаметром ячейки $\leq 0,4$ мм с целью удаления крупной фракции, представляющей собой корольки цинка. После проведения цинкования насыщающая смесь не спекалась.

Поверхность образцов диффузионно оцинкованных образцов характеризуется достаточно ровным покрытием, имеющим светлосерый цвет (рисунок 2).



а – 20 % изгарь + 80 % Zn; б – 20 % изгарь + 80 % гартцинк;
в – 98 % изгарь + 2 % NH_4Cl ; г – 100 % изгарь

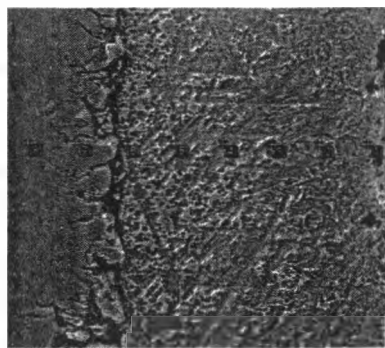
Рисунок 2 – Микроструктуры цинковых слоев полученных при термодиффузионном насыщении в смесях содержащих изгарь, $\times 400$

Анализ результатов показал, что добавка изгари в количестве 20 % в насыщающие среды, Zn и гартцинк позволила получить покрытия такой же толщины (примерно 95–105 мкм), как и при добавке активатора (NH_4Cl) в количестве 2 % в смеси следующего состава (% по массе): 98 % Zn и 98 % гартцинк.

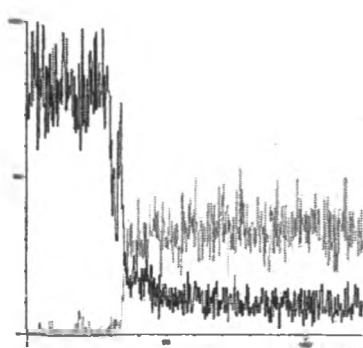
При насыщении образцов в средах, состоящих только из изгари и изгари с добавкой активатора NH_4Cl в количестве 2 %, значения толщин слоев составляют 105 мкм. Полученные значения близки к значениям толщин слоев, получаемых при термодиффузионном насыщении с соблюдением такой же технологии в насыщающих средах, состоящих из (% по массе): 60 % Zn + 38 % Al_2O_3 + 2 % NH_4Cl .

На рисунке 3 представлено распределение элементов в точках и по линии в цинковом слое, полученном при термодиффузионной обработке в насыщающей среде, состоящей из 98 % изгарь + 2 % NH_4Cl . Очевидно, что распределение присутствующих в слое элементов неравномерное. В частности, концентрация железа увеличивается по мере приближения к основе (точки 5, 6), что способствует формированию фаз с более высокой твердостью (Γ -фазы, δ -фазы). Среднее содержание железа по слою составляет около 9 %. Из литературных источников, например, [1] известно, что максимальные защитные свойства цинковых покрытий могут быть получены при содержании железа в поверхностной зоне слоя в пределах от 9 до 12 %. А так как в исследуемом слое такие условия соблюдаются, то можно полагать, что данное покрытие будет иметь достаточную коррозионную стойкость. Наличие железа в покрытии и его плавный концентрационный переход к железной основе способствует размыванию границ между фазами, и тем самым увеличению прочности сцепления одного фазового слоя к другому.

Анализ полученных результатов по термодиффузионному насыщению в средах, представленных выше, позволяет сделать вывод, что изгарь можно использовать в качестве цинксодержащего компонента насыщающей, а также в качестве самостоятельной насыщающей смеси. Использование изгари в качестве насыщающей смеси имеет преимущество, состоящее в том, что изгарь представляет собой готовый порошок, требующий только отсева крупной фракции.



а



б

Спектр	Al	Si	S	Cr	Mn	Fe	Zn
1				0,59		8,49	90,92
2				0,77		8,79	90,44
3				0,50		9,64	89,86
4				0,18		11,26	88,56
5	0,32	0,71	0,25	1,20	0,27	12,10	85,15
6		0,33		0,23	0,32	18,07	81,05
7		0,23		0,08	0,51	95,96	3,24
8		0,23		0,13	0,28	97,53	1,83
Суммар. спектр						32,75	67,25
Max	0,32	0,71	0,25	1,20	0,51	97,53	90,92
Min	0,32	0,23	0,25	0,08	0,27	8,49	1,83

в

а – микроструктура цинкового покрытия с указанием точек, в которых проводился анализ элементов; б – распределение железа и цинка по линии; в – таблица элементного состава по точкам

Рисунок 3 – Распределение элементов по цинковому покрытию, полученному в среде, состоящей из изгарн

Таким образом, изгарь можно рекомендовать в качестве дешевого заменителя цинка для термодиффузионного насыщения стальных изделий.

Литература

1. Кухарев, Б.С. Диффузионные цинковые слои: получение, структура и свойства / Б.С. Кухарев, Н.Г. Кухарева, С.Н. Петрович. – Металловедение и термическая обработка металлов. – 2000. – № 7. – С. 6–10.

УДК 621.793

К.Е. БЕЛЯВИН, д-р техн. наук (БНТУ),
М.А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, д-р техн. наук,
И.А. СОСНОВСКИЙ (ОИМ НАН Беларуси)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКОВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СПЛАВОВ

Введение. Нанесение покрытий из ферромагнитных сплавов [1] с использованием индукционного нагрева предполагает учет физических свойств используемых материалов. При индукционном нагреве материалы, обладающие ферромагнитными свойствами, в отличие от парамагнитных материалов, нагреваются значительно интенсивнее. В настоящей работе рассмотрен процесс формирования покрытий из порошков самофлюсующихся сплавов на железной основе в поле центробежных сил.

Технология получения покрытий. Нанесение покрытий из порошков ферромагнитных материалов на внутренние поверхности быстроизнашивающихся деталей осуществляется следующим образом. Деталь устанавливают в центрирующую оправку и закрепляют зажимным приспособлением с упругим поджимом. Затем деталь приводят во вращение, а устройство перемещают на позицию нагрева до полного вхождения внутреннего индуктора ТВЧ в полость детали и предварительно нагревают до температуры, которую определяют из соотношения:

$$T \geq K \left(T_{\kappa} + \frac{m_1 c_1}{mc} (T_{\kappa} - T_0) \right),$$