

УДК 621.791.75:[621.791.013]

А. Н. Смирнов, Э. В. Козлов, Ю. А. Мазалов, В.Л. Князьков

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОЙ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ AL_2O_3 В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ И ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Сложные условия эксплуатации, а также существенный износ оборудования в электроэнергетической, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, является причиной выхода из строя технических устройств опасных производственных объектов. Особенно часто повреждаются тяжело нагруженные детали машин, которые эксплуатируются в экстремальных условиях, это уплотнения разъемных соединений трубопроводов и арматуры химического оборудования, лопатки турбин, поверхности трения оборудования по обогащению угля, детали машин испытывающие ударный и абразивный износ, а также другие детали машин.

Традиционные способы восстановления деталей машин близки к достижению предела развития. Новыми технологиями упрочнения занимаются известные Российские предприятия и университеты, такие как ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» г. Санкт-Петербург, ФГУП "Центральный научно-исследовательский институт материалов" г. Москва, ГОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, другие предприятия и учебные заведения.

При повышении производительности машин и агрегатов, к свойствам конструкционных материалов предъявляются все новые требования. Требуются новые наплавочные материалы, технологии упрочнения и восстановления, использование которых позволит значительно повысить ресурс работы оборудования. Одним из путей значительного повышения физических и механических

плавки на основе меди, никеля, кобальта, железа и наноразмерных частиц корунда AL_2O_3 , которые перед наплавкой механически перемешиваются (активируются).

Механическим активированием получены равномерно распределенные смеси металлических порошков (ПГ-БрАЖ-9-4, ПС-12НВК-01, ПР-Р0М6Ф3) и наноразмерных частиц AL_2O_3 . Наплавка выполнялась на установке для плазменно-порошковой наплавки УПН-303.

Проблема получения смеси металлической основы и наноразмерных частиц AL_2O_3 состоит в том, что AL_2O_3 практически не смачивается с металлами [1], плотность AL_2O_3 составляет 3,97 г/см³, поэтому при попытке перемешивания он сосредотачивается в поверхностных слоях, как при подготовке смесей, так и в процессе наплавки. Основные характеристики AL_2O_3 приведены в табл. 1. На рис. 1 представлена рентгенограмма порошка AL_2O_3 (корунд).

Определение размеров частиц проводилось в лаборатории физики Томского архитектурно-строительного университета методом просвечивающей электронной микроскопии с помощью угольных реплик. Просмотр угольных реплик, на которые осаждались исследуемые порошки, осуществлялся на электронном микроскопе ЭМ-125 при ускоряющем напряжении 125 кВ и рабочих увеличениях в колонне микроскопа от 25000 до 80000 крат.

Измерение размеров частиц проводилось по

Таблица 1. Физико-химические характеристики AL_2O_3 (частично)

№ п/п	Наименование* показа- теля	Норма для марок		Методы анализа
		Марка А	Марка Б	
1	Внешний вид	Высокодисперсный порошок белого цвета		Органолептический
2	Структура кристалла	Бемит	Бемит	по 4.3
3	Размер кристаллитов, Е, не более	1000	1300	по 4.4

*Используется в качестве легирующей добавки в порошковой металлургии.

свойств является применение композитных материалов.

Наплавочные металлокерамические смеси состоят из металлических порошковых материалов предназначенных для плазменно-порошковой на-

методу случайных секущих. Было измерено ~500 частиц. Средний размер частиц определялся по гистограмме (распределению частиц по размерам), представленной на рис.2.

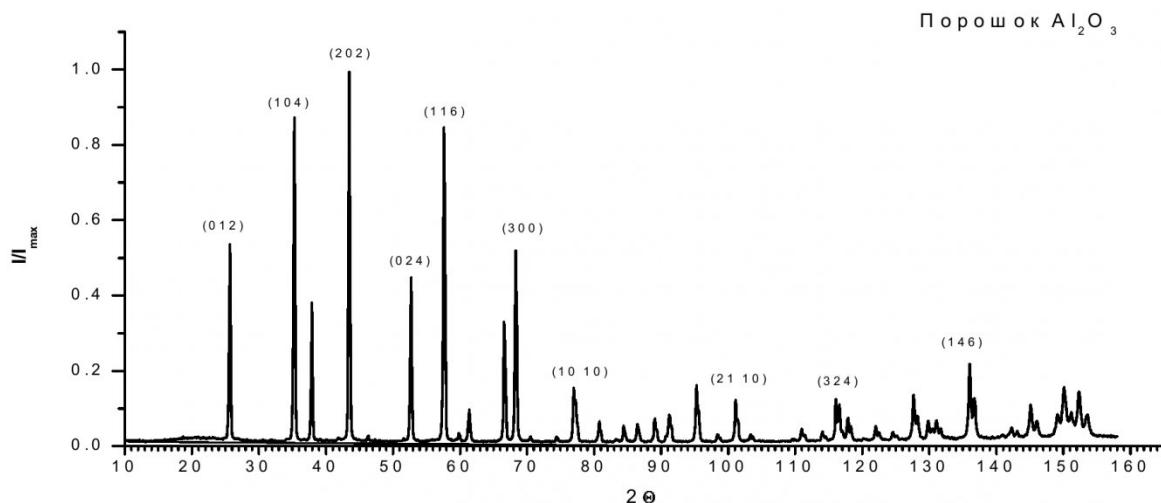


Рис. 1 Рентгенограмма порошка Al_2O_3 (корунд), полученная на дифрактометре ДРОН-3ММ в $\text{CuK}\alpha$ -излучении (на рентгенограмме указаны индексы наиболее сильных рефлексов). Параметры кристаллической решетки гексагональной фазы Al_2O_3 : $a=3.73\text{\AA}$, $c=13.09\text{\AA}$

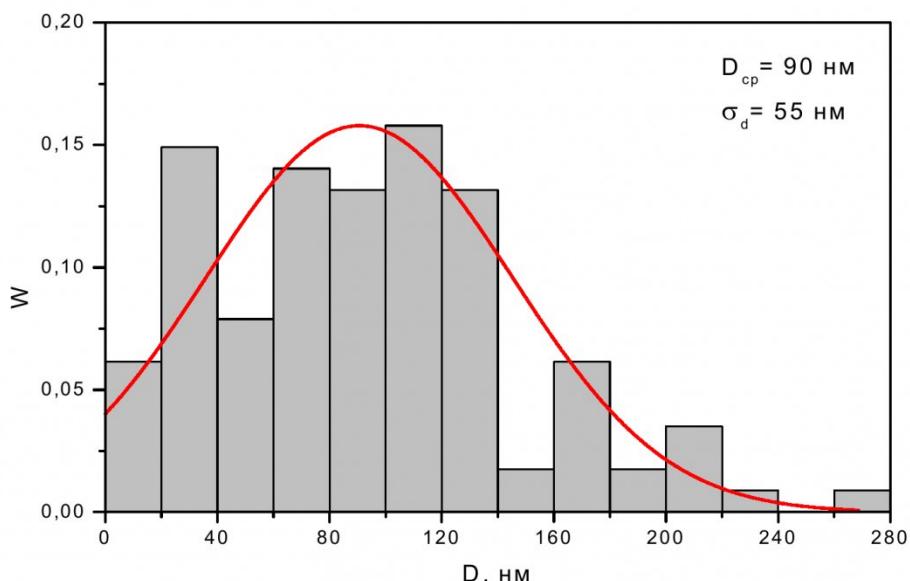


Рис. 2 Гистограмма распределения частиц Al_2O_3 по размерам

Из рисунка видно, что средний размер частиц ($\langle D \rangle = 90 \text{ нм}$) не является наиболее вероятным

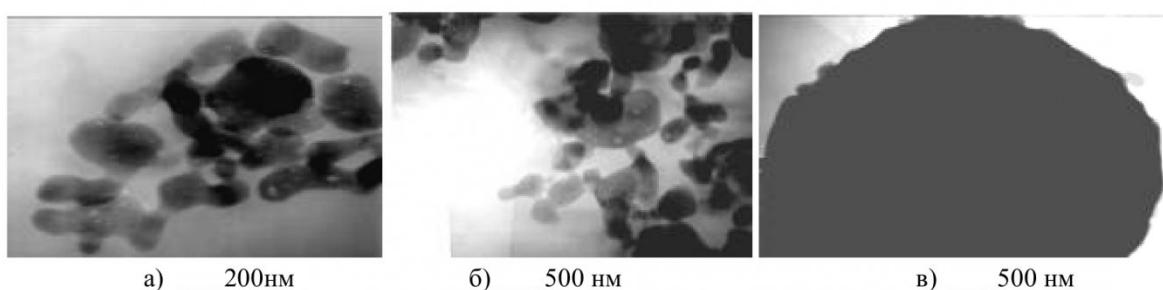


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение частиц Al_2O_3 .

Изображения получены при рабочем увеличении 25000 крат (увеличение в колонне микроскопа)

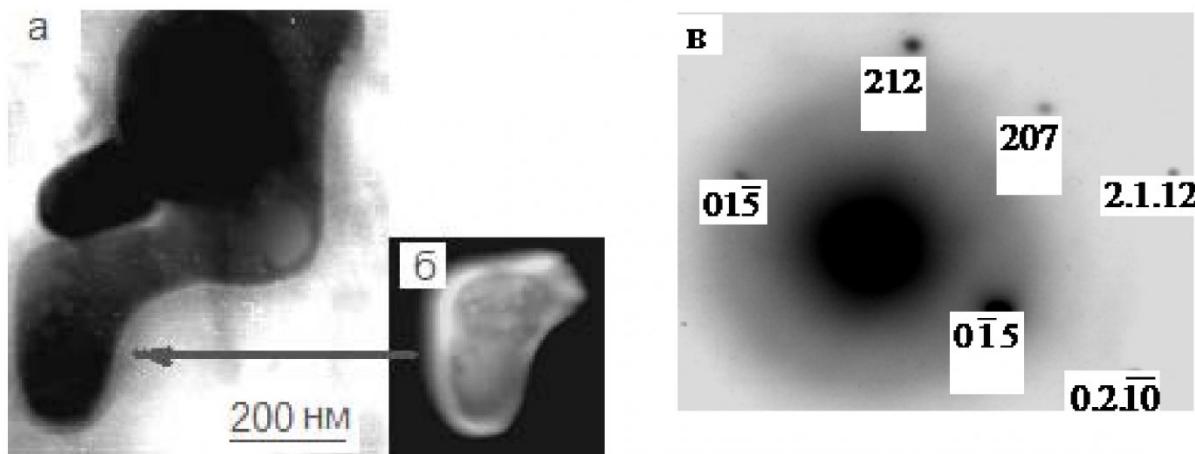


Рис.4. Электронно-микроскопическое изображение группы частиц Al_2O_3 : а – светлопольное изображение; б – темнопольное изображение частицы, полученное в рефлексе $[0\bar{1}5]$ фазы Al_2O_3 ; в – микродифракционная картина участка (б) содержит рефлексы, принадлежащие плоскости $(\bar{7}.10.2)$ фазы Al_2O_3

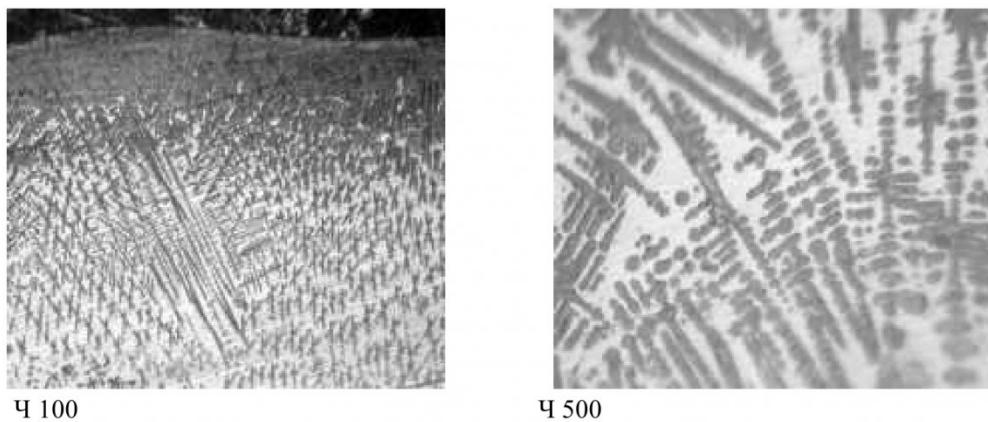


Рис. 5. Структура контрольного образца плазменно-порошковой наплавки слоя алюминиевой бронзы ПГ-БРАЖ-9-4

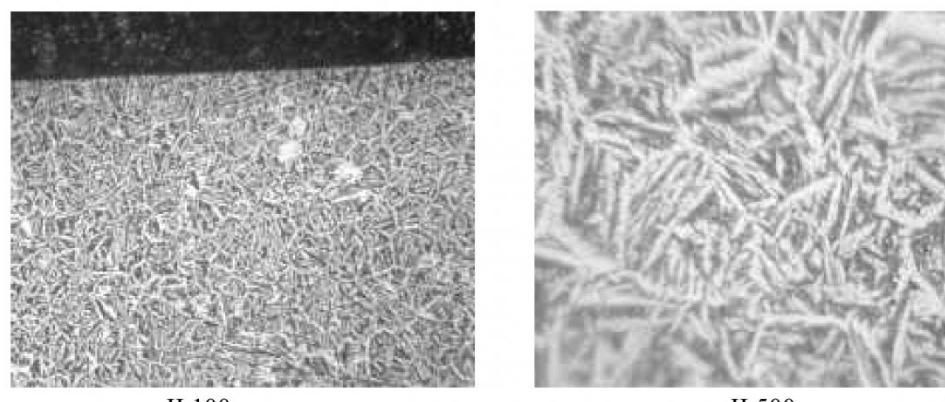


Рис. 6. Структура контрольного образца плазменно-порошковой наплавки слоя наплавленного смесью алюминиевой бронзы ПГ-БРАЖ-9-4 и наноразмерных частиц AL_2O_3 (корунд)

значением. Как следует из распределения, наиболее вероятными значениями являются интервалы значений 20–40 нм и 100–120 нм. Обнаружено, что количество частиц, имеющих размеры <20 нм, составляет $\sim 6\%$

Примеры изображений частиц, полученных при увеличении в колонне микроскопа 25000 крат, представлены на рис.3.

Из рис. 3 а, б, в видно, что все частицы, во-первых, обладают окружлой формой и, во-

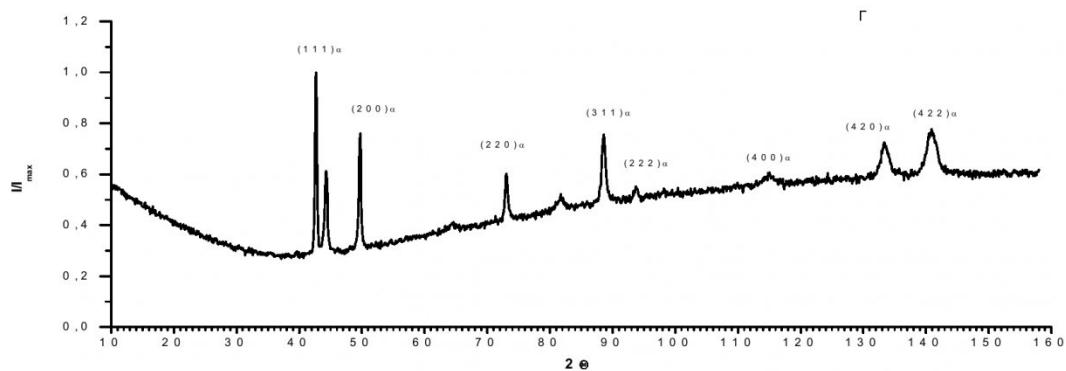


Рис. 7. Рентгенограмма образца, наплавленного без наночастиц корунда полученная на дифрактометре ДРОН-3ММ в $CuK\alpha$ излучении (на рентгенограмме указаны индексы твердого раствора замещения алюминия в меди α -фаза, имеющего ГЦК-решетку)

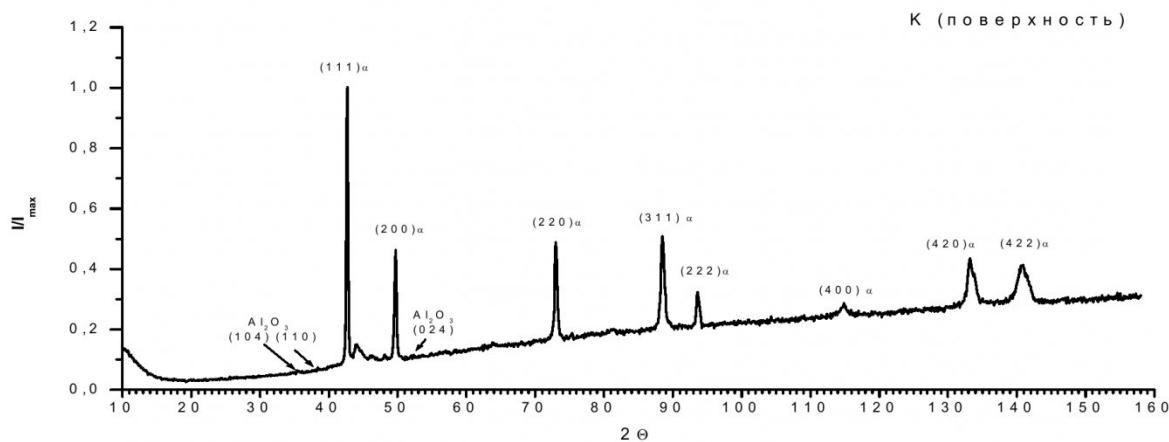


Рис. 8 Рентгенограмма образца, наплавленного с добавлением частиц корунда полученная на дифрактометре ДРОН-3ММ в $CuK\alpha$ излучении (на рентгенограмме указаны индексы твердого раствора замещения алюминия в меди α -фаза, имеющего ГЦК-решетку, и фазы Al_2O_3 - корунд). Объемная доля фазы Al_2O_3 составляет порядка 1,5%

вторых, частицы присутствуют только группами. При этом плотность частиц в группе может быть так велика, что такая группа может быть принята за отдельную частицу, размер которой составляет величину >1 мкм (см. рис.3в). Однако доказательством того, что это не отдельная частица, а группа частиц, служит тот факт, что края конгломерата частиц имеют волнистый вид, а не идеальный овал, как на отдельных частицах, представленных на рис.3а-б. В связи с этим в статистику для определения среднего размера частиц такие «частицы» (конгломераты частиц) не учитывались.

Был проведен фазовый анализ и изучена структура частиц (таких, как представленных на рис.3а-б) при больших увеличениях (~ 70000 крат) в колонне микроскопа и с применением дифракционного анализа. Один из примеров идентификации фаз представлен на рис.4.

Микродифракционная картина (рис.4в), полученная с отдельной частицей (на рис.4а она указана стрелкой), свидетельствует о том, что:

1) частица – это фаза α - Al_2O_3 (корунд), обладающая ромбоэдрической кристаллической

решеткой (пространственная группа $R\bar{3}c$) с параметрами $a = 0.4758$ нм и $c = 1.2991$ нм;

2) частица является монокристаллом, т.к. на микродифракционной картине (рис.3в) присутствует только одна плоскость, а именно $(\bar{7}.10.2)$ фазы Al_2O_3 , и на темнопольном изображении (рис.4б) эта частица «светится» целиком и равномерно.

Используя особенности сварочных процессов, такие как высокие скорости плавления, кристаллизации, а также известные распределения течения металла сварочной ванны [2] выполнена плазменная наплавка с применением активированной смеси металлокерамического материала.

Получение высококачественной наплавки с новой структурой подтверждено результатами металлографических исследований и рентгеноструктурным анализом исследования, по одному из которых, представлены ниже.

Рефлексы фазы Al_2O_3 в данном образце не обнаружены, что означает, что объемная доля фазы может составлять менее 1%

Рентгеноструктурным анализом установлено

наличие в объеме наплавки 1,5% наноразмерных частиц Al_2O_3 (корунд) что указывает на возможность получения методами плазменно-порошковой наплавки композиционного материала Бронза-корунд с новым типом структуры и свойствами.

Научные результаты, лежащие в основе представленной технологии являются новыми и ранее никем в мире не высказывались и не получены.

Использование разработанной технологии позволит минимум в 3 раза сократить трудоемкость нанесения упрочняющих покрытий, повысить качество покрытий, снизить вероятность отказов горношахтного и другого технологического оборудования с тяжелыми последствиями, значительно сократить издержки предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А враамов Ю.С., Шиганов И.Н., Шляпин А.Д. Сварка и модификация поверхности металлических композиционных материалов. – М.: ГИНФО, 2002. -120 с.
2. Березовский Б.М. Математические модели дуговой сварки: В 5 т. – Том. 1. Математическое моделирование и информационные технологии, модели сварочной ванны и формирование шва. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. - 585 с.

□ Авторы статьи:

<p>Смирнов Александр Николаевич - докт. техн. наук, профессор каф. «Технологии машиностроения» КузГТУ Тел.8-384-2-44-14-93</p>	<p>Козлов Эдуард Викторович - доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. каф. физики ГУ ВПО Томского государственного архитектурно-строительного университета. Тел.8-382-2-65-42-65</p>	<p>Мазалов Юрий Александрович - докт. техн. наук, профессор, зав. лабораторией новых видов энергии ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт эксплуатации машинно-тракторного парка» г. Москва Тел.-499-746-09-16.</p>	<p>Князков Виктор Леонидович - канд. техн. наук, доцент, каф. «Технологии машиностроения» КузГТУ Тел.8-384-2-44-14-91</p>
---	--	--	--

УДК 621.9.004.12

Б.И. Коган, А.В. Люткова

«МЕТОД 8D» – ЭЛЕМЕНТ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Одна из основных целей внедрения эффективной системы управления состоит в создании таких условий в организации, когда происходит постоянное улучшение каждого процесса.

Большинство крупных западных компаний либо использует традиционный механизм улучшений, либо адаптирует его под себя и используют собственные вариации. Так, компания «Форд» разработала методологию, получившую название «Метод 8D для командного решения проблем».

8D - это методология решения проблем с целью улучшения продукта или процесса, состоящая структурно из 8 дисциплин, подчеркивая синергию группы. Предполагается, что группа, в целом, более эффективна, чем качественная сумма отдельно взятых ее членов.

Сущность метода 8d (8 дисциплин):

- существенные несоответствия;
- жалобы потребителей;
- повторяющиеся проблемы;
- потребность в комплексном подходе.

Стадии в решении проблем 8D

- D0. На первом этапе необходимо выполнить

все подготовительные работы, быть в курсе всех задач, т.к. 8D подходит / требуется не для каждой проблемы. 8D - это процесс решения проблем на основе фактической информации, предполагающий некоторые специализированные навыки и культуру, способствующую непрерывному улучшению. Для эффективной работы 8D в организации могут быть необходимы специальное образование и тренинги.

- D1. На этом этапе собирается межфункциональная группа (с эффективным руководителем), обладающая знаниями, временем, полномочиями и навыками для разрешения проблемы и внедрения коррективных мер. Устанавливается структура, цели, роли, процедуры и отношения.

- D2. Описывается существо проблемы и выявляются все стороны проблемы, связанной с клиентом, путем описания ее в конкретных исчисляемых терминах: Кто, Что, Когда, Где, Почему, Как, Сколько (анализ 5W2H - Who, What, When, Where, Why, How, How many).

- D3. Происходят внедрение и контроль промежуточных действий по сдерживанию, времен-