

Таблица – Результаты рентгеновского исследования поверхностного слоя различных марок сталей

Контролируемый параметр	Способ обработки	Марка стали		
		P6M5	P9K5	P6M5K5
Массовое содержание остаточного аустенита, %	Шлифование МАО	36±13%	29,0	47,0
		30±10%	9,0	37,0
Параметр <i>a</i> кристаллической решетки мартенсита, А	Шлифование МАО	2,8693	2,870	2,872
		2,8740	2,883	2,873
Параметр <i>c</i> кристаллической решетки мартенсита, А	Шлифование МАО	2,8854	2,882	2,888
		2,8671	2,866	2,855
Параметр кристаллической решетки карбида Me_nC , А	Шлифование МАО	10,992	11,005	10,996
		10,992	11,036	10,989
Массовое содержание углерода в мартенсите, %	Шлифование МАО	0,41	0,60	0,65
		0,38	0,40	0,45

Литература

1. Рудзит, Я.А. Качество поверхности и эксплуатационные свойства поверхностей / Я.А. Рудзит. – Рига: РПИ, 1984. – 101 с.
2. Сулима, А.М. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин / А.М. Сулима, В.А. Шулов, Ю.Д. Ягодкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
3. Воронков, В.Н. Некоторые особенности тепловых явлений при алмазном шлифовании инструментальных материалов/ В.Н. Воронков, А.Н. Грабченко, Е.Д. Морштейн и др.// Сверхтвердые материалы. – 1986. – №3. С. 45-48.
4. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение, 1986. – 172 с.

УДК 631.3.02

КЕРАМИЧЕСКИЙ ИЗНОСОСТОЙКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПЕСКОСТРУЙНЫХ ОБРАБОТОК И РАСПЫЛЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ РЕАГЕНТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Шевченко А.А.¹, к.т.н., доцент, **Болодон В.Н.**¹, к.б.н., доцент,
Чернявский В.А.¹, к.ф.-м.н., доцент, **Дымонт В.П.**¹, к.ф.-м.н., доцент,
Долгий В.К.¹, к.ф.-м.н., доцент, **Дятлова Е.М.**², к.т.н., доцент
¹БГАТУ, ²БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Техническая керамика в настоящее время является широко востребованным материалом для производства всевозможных элементов и приспособлений, применяемых в различных отраслях. Например, керамические режущие пластины необходимы для проведения непрерывного полустогового и чистового точения. Керамика демонстрирует большую химическую стойкость, более высокую твердость и износостойкость, чем традиционные материалы. Пескоструйные аппараты, которые используются для очистки поверхностей изделий и конструкций от разных видов загрязнений имеют в своем составе керамические сопла. Такие элементы также помогают проводить механическую обработку поверхностей с целью снятия заусенец и скругления острых кромок. Из технической керамики могут быть изготовлены и высокоточные распыляемые насадки для краскопультов и распылителей. Они применяются также в сельскохозяйственном производстве, установленными на агрегатах, проводящих опрыскивания растений различными химикатами. Следует отметить, что для работы в режиме интенсивного аэро- и гидроабразивного износа нет более подходящего материала, чем оксидная керамика на основе оксида алюминия. В связи с этим, целью данной работы было разработка износо- и коррозионностойкого материала на основе промышленного порошка оксида алюминия с легирующими добавками наноструктурных порошков оксида алюминия двух кристаллических структур, содержащих 0,5 мол. % оксида магния: θ - и α - Al_2O_3 , и исследование его физико-механических характеристик.

Соотношение в смеси исходного промышленного порошка Al_2O_3 и наполнителей изменялось от 99:1 до 80:20 мас. %. Смеси порошков размалывались в мельнице в течение 30 минут. Затем их сушили, отсеивали по фракциям и методом одноосного статического пресования формовали заготовки, которые отжигали по заданному режиму в диапазоне температур 1550–1700°C. У полученных керамических образцов исследовали микроструктуру, а также определяли плотность (ρ), пористость (Π), влагопоглощение (W), микротвердость (Hv), прочность при сжатии ($\sigma_{сж}$) и изгибе ($\sigma_{изг}$). В процессе смешивания промышленных и наноструктурных порошков происходило не только равномерное распределение микро- и наночастиц между макропорами и промежуткам микрочастиц и агломератов промышленного порошка, но и активирование поверхности его частиц. По сравнению с исходным порошком Al_2O_3 удельная поверхность порошковых смесей с наноструктурными добавками после помола возрастала в 1,5–2,5 раза.

При формовании из порошковых смесей получались компактные заготовки, а после спекания – плотный керамический материал. В процессе термообработки частицы порошка спекались, при этом усадка образцов из промышленного порошка после их отжига при 1700°C составляла 15,2 % по диаметру и 14,8 % - по высоте. При введении $\theta-Al_2O_3$ порошков усадка керамических образцов несколько увеличивалась с повышением содержания наполнителя от 15,5 до 17,1 % по диаметру и от 15,0 до 15,7 % - по высоте. В случае использования в качестве модификатора $\alpha-Al_2O_3$ порошков усадка образцов практически не отличалась от данных при консолидации чистого порошка Al_2O_3 . При помоле порошков и формовании заготовок кристаллическая структура исходного материала Al_2O_3 сохранялась, но после спекания при температурах 1600–1700°C на дифрактограммах образцов, содержащих наноструктурные добавки, наблюдалась инверсия интегральных интенсивностей рефлексов кристаллической решетки корунда, что, возможно, обусловлено текстурированием керамического материала или искажением его кристаллической решетки. Рентгеновские данные были подтверждены электронно-микроскопическими исследованиями сколов отожженных образцов. Микроструктура керамики из промышленного порошка представляла собой спаянные по границам крупные частицы пластинчато-осколочной формы с крупными порами. Образцы керамики с добавкой $\alpha-Al_2O_3$ порошков характеризовались образованием однонаправленных «колоний» правильных пластинок оксида алюминия. Активные наночастицы вызывали в керамическом материале процесс рекристаллизации $\alpha-Al_2O_3$ и организовывали внутреннее упрочнение материала. Введенные наполнители оказывали влияние не только на микроструктуру, но и на физико-механические свойства. Причем, их влияние было различным: с увеличением содержания $\theta-Al_2O_3$ прочностные характеристики имели параболическую зависимость, при добавке $\alpha-Al_2O_3$ – прямопропорциональную. Введение модификатора со структурой α -фазы повышало, как механические свойства, так и пластичность материала, сопротивление деформации возрастало от 7 % (Al_2O_3) до 19 % ($Al_2O_3+10\% \alpha-Al_2O_3$). Эта закономерность сохранялась при введении активного наполнителя до 10 мас. %, повышение его содержания до 15 мас. % вызывало некоторое понижение прочности при сжатии, но увеличивало прочностные показатели при изгибе. Физико-механические свойства керамики из промышленного порошка Al_2O_3 и композиционных порошков с наноструктурными наполнителями представлены в таблице 1.

Введение наноструктурных наполнителей повышало пластичность и прочность материала при сжатии. Это факт подтверждается деформационными кривыми при нагружении материала (рисунок 1). В целом, с повышением содержания активного наполнителя пластичность (коэффициент сопротивления деформации) возрастает: кривые 5, 7, 8. Однако, добавка $\alpha-Al_2O_3$ волокнистых порошков выше 12–15 % вызывает увеличение пористости материала и в меньшей мере способствует его упрочнению. Таким образом, высокоактивные наноструктурные наполнители выполняют в композиционной керамике роль модификаторов микроструктуры материала и повышают их эксплуатационные характеристики. Полученные зависимости позволяют формировать структуру корундовой керамики, придавать материалу нужные свойства и прогнозировать технологию изготовления высокопрочного керамического материала.

Таблица 1 – Физико-механические свойства керамических материалов

Состав материала	ρ , цилиндры г/см ³	П, %	W, %	Hv, ГПа	$\sigma_{сж}$, цилиндры МПа	ρ , балки г/см ³	$\sigma_{изг.}$, балки, МПа
Al ₂ O ₃	3,76	0,2	0,04	16,1	1003	4,02	169,3
Al ₂ O ₃ +1 % θ -Al ₂ O ₃	3,75	0,2	0,04	16,0	771	3,75	193,1
Al ₂ O ₃ +5 % θ -Al ₂ O ₃	3,69	0,4	0,11	16,1	1033	3,60	216,1
Al ₂ O ₃ +10 % θ -Al ₂ O ₃	3,74	0,3	0,07	14,1	817	3,85	210,7
Al ₂ O ₃ +15 % θ -Al ₂ O ₃	3,71	0,2	0,05	15,5	1005	3,72	203,5
Al ₂ O ₃ +1 % α -Al ₂ O ₃	3,78	0,35	0,09	17,1	992	3,70	176,4
Al ₂ O ₃ +5 % α -Al ₂ O ₃	3,85	0,2	0,05	16,8	1363	3,84	211,8
Al ₂ O ₃ +10 % α -Al ₂ O ₃	3,90	0,1	0,03	16,7	1462	3,74	219,6
Al ₂ O ₃ +15 % α -Al ₂ O ₃	3,80	0,3	0,08	16,4	1350	3,78	248,3

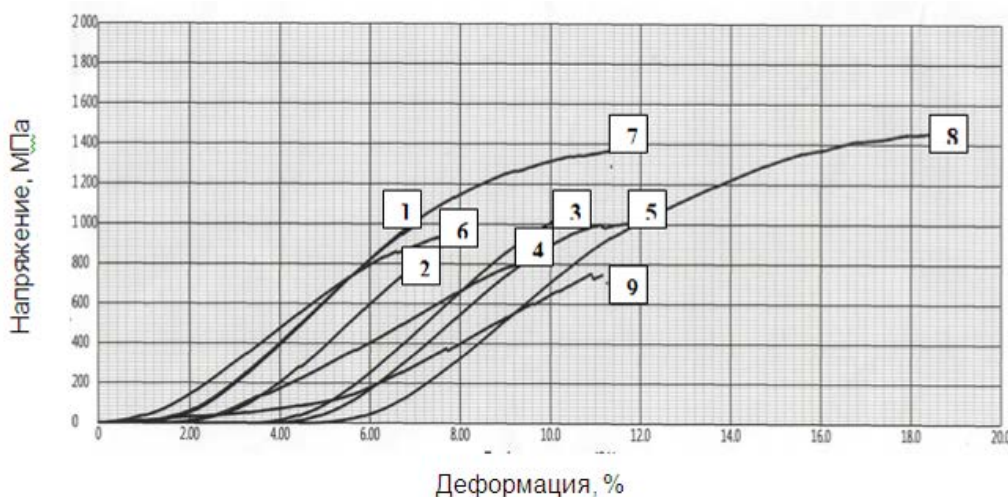


Рисунок 1- Деформационные кривые при сжатии образцов керамики из порошка корунда с наноструктурными наполнителями: 1 - без наполнения; с добавкой θ - Al₂O₃ (мас. %): 1мас. % – 2; 5мас. % - 3; 10мас. % - 4; 15мас. % - 5 и с добавкой α - Al₂O₃ (мас. %): 1мас.% - 6; 5мас. % - 7; 10мас. % - 8; 15мас. % - 9

УДК 620.178

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ ПОРОШКОВ И ТВЕРДОСТИ ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

Шемберев И.А.

ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

Спеченные твердые сплавы оказывают существенное влияние на современную технику. Основой большого количества применяемых твердых сплавов, является карбид вольфрама. Анализ исследовательских работ в области вольфрамсодержащих твердых сплавов показывает, что большинство из них связано с вопросом экономии вольфрама. Этот вопрос имеет весьма актуальное значение в связи с дефицитом, дороговизной и непрерывным расширением областей применения вольфрама. С экономией вольфрама тесно связаны мероприятия по сбору отходов твердых сплавов и их переработка. В отечественной и зарубежной промыш-