

Современные тенденции в области исследований, касающихся разработки фундаментальных основ технологии деформирования металлических порошков, связаны с получением материалов и изделий с улучшенными или принципиально новыми свойствами, малой неоднородностью свойств, высокой пластичностью. В связи с этим возникает ряд актуальных научно-технических задач, связанных с выбором составов смесей порошков, режимов деформации и последующей термической обработки с целью создания структуры, обеспечивающей повышенные свойства материалов. В металлургическом производстве в настоящее время скопилось большое количество отходов расплавов чугуна, полупродуктов и стали, отходов прокатного производства, окалины, лома, а также отвалы железные кеки могут быть источниками железного порошка.

Поскольку композиты с железной матрицей характеризуются невысокой коррозионной стойкостью, актуальным становится разработка способов повышения этой характеристики, за счет диффузионного алитирования.

Для порошковых материалов величина и характер распределения деформаций будут зависеть как от гранулометрического и химического состава исходных порошков и их смесей, так и от технологических параметров их термомеханической обработки. При этом существенную роль играют характер и последовательность указанных операций, во многом определяющие структуру и свойства готовой продукции. Рассмотрим следующую, достаточно типичную схему получения изделий из порошкового сырья: порошок - прессовка - спеченное порошковое изделие - термообработка - деталь. Очевидно, что каждая последующая операция формирует структуру и свойства с учетом влияния изменений, внесенных на предшествующих этапах [1]. Поэтому необходимо учитывать, как неоднородность структуры исходного материала, так и ее изменение в процессе деформирования, а также условия эксплуатации и защиты от вредных факторов воздействия.

Степень нагружения	Пористость, %	Свойства относительно компактного материала, %	
		прочность	Пластичность, вязкость
Малонагруженные	25-16	30-45	25-35
Умереннонагруженные	15-10	45-65	35-60
Средненагруженные	9-2	65-95	60-90
Тяжелонагруженные	<2	95-100	90-100

Таблица 1. Характеристика порошковых деталей общемашиностроительного назначения

В промышленности методы обработки поверхностей, основанные на процессах нанесения различных покрытий, используются для улучшения поверхностных характеристик сталей и сплавов. Общая, предложенная, схема изготовления образцов для испытания представлена на рисунке 1.

Алитирование в порошкообразных смесях, из-за его характеристик, таких как простота, надежность и экономичность является предпочтительным методом для повышения коррозионной стойкости порошковых композиций на основе железа.

Для изготовления испытательных образцов и проведения исследований в качестве основы выбран ванадийсодержащий порошок железа ПРЖФ: на основе порошка фракция <315 мкм, с легирующими добавками порошка меди ПМС-1 и порошка цинка ПЦ 6. Составы подготовлены согласно предложенной схеме проведения исследований, скомпактированы в брикеты, при установленных ранее условиях и соответствии требуемым физико-механическим свойствам [3]. Диффузионное алитирование было проведено при температуре 950 °С. Один из представленных образцов представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Образец после алитирования

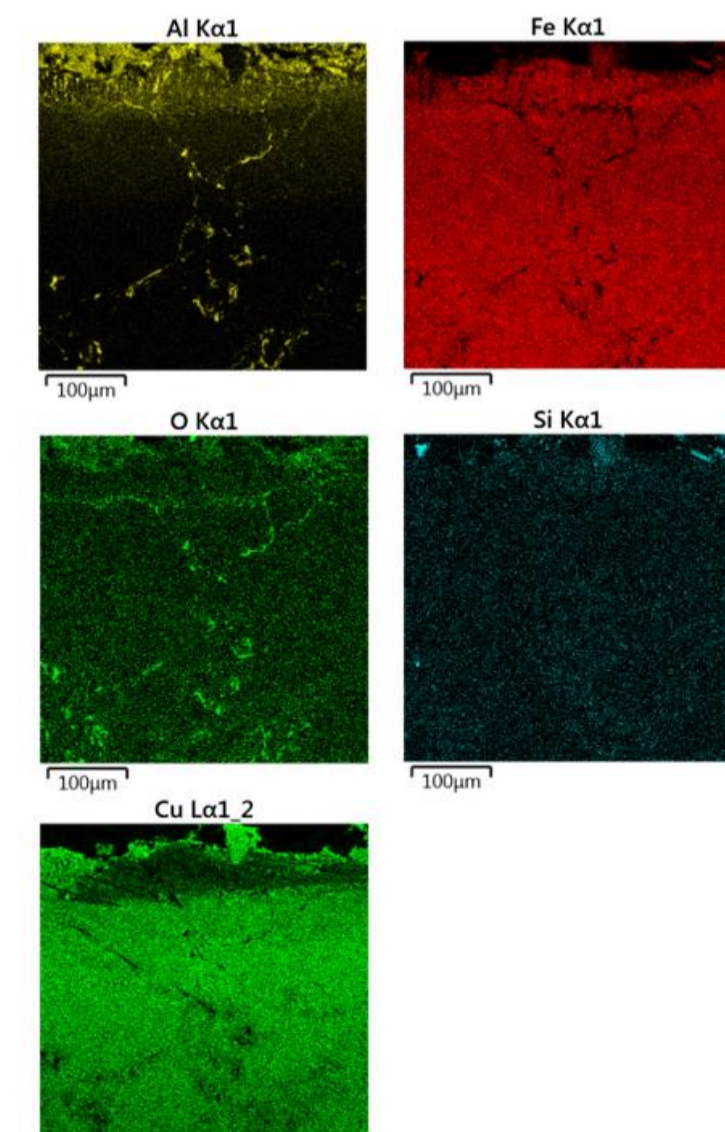


Рис. 3. Распределение элементов в покрытии на образце Fe+Cu

Основные технологические схемы получения конструкционных порошковых изделий описаны в работе [2]. Для мало- и умереннонагруженных деталей основными операциями являются холодное прессование (дополнительно возможно выдавливание) и спекание, для средне- и тяжелонагруженных деталей к числу основных операций следует добавить горячую или холодную штамповку и отжиг.

Наиболее важными факторами при замене традиционных методов формовки металлов порошковой металлургией являются низкие затраты на энергию, низкие затраты на производство материалов и использование материала на максимальном уровне.

Новые материалы производятся путем совершенствования методами нанесения металлического или неметаллического



Рис. 1. Схема проведения исследований

Микроструктурный анализ полученных образцов оптического микроскопа и растрового электронного микроскопа. Изучение поверхности нанесенных алюминидных покрытий после испытаний проводили методом растровой (РЭМ) электронной микроскопии.

Распределение элементов в полученном покрытии образца Fe+1.5% Cu на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA II XMU представлена на рисунке 3.

В процессе изучения полученных образцов, удалось установить, что в результате диффузионного алитирования на поверхности образцов композитов сформировался слой алюминидов железа FeAl с толщиной в среднем 80–130 мкм.

Кроме того, на образцах наблюдалось диффузионное проникновение атомов алюминия по границам гранул исходного порошка железа, т.е. как следствие сформировались диффузионные слои внутри образцов на большей глубине.

При изготовлении изделий из порошковых материалов существенную роль играют характер и последовательность операций термомеханической обработки, во многом определяющие структуру и свойства готовой продукции. При сравнительном анализе прочностных свойств прессовок следует учитывать, что эти физико-механические свойства зависят не только от плотности, но и от способа получения исходного порошкового сырья или смеси, размеров и формы частиц, их распределения по размерам. Большой интерес при этом представляет использование метода диффузионного алитирования заготовок из композиционных материалов, который, как показывает анализ полученных данных может способствовать упрочнению и повышению коррозионной стойкости, получаемых образцов и изделий. Более подробно процесс, параметры и характер формирования защитного слоя, а также его влияние на прочностные характеристики испытательных образцов будет рассмотрено в следующих работах.

#### Литература

1. Залазинский, Г. Г. Физико-химические основы получения ванадийсодержащего порошка железа и свойства порошковых материалов на его основе / Г. Г. Залазинский, Т. Л. Щенникова, А. Г. Залазинский, А. П. Поляков // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2013. – № 1. – С. 13-17.
2. Андриевский, Р. А. Порошковое материаловедение / Р.А. Андриевский. – М.: Металлургия, 1991. – 205 с.
3. Поляков, П. А. Прочность на сжатие прессовок из ванадийсодержащего порошка железа с малыми легирующими добавками / П. А. Поляков, А. В. Долматов, А. П. Поляков // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12. Ч.4 – С. 713-717.