

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВОДОРАСПЫЛЕННЫХ ПОРОШКОВ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И КОМПАКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Иван Константинович Гребенников ⁽¹⁾.

магистр 1 года ⁽¹⁾

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет

Научный руководитель: Т.А. Березина,

старший преподаватель кафедры «Материаловедение»

В последние годы в мировой практике наметилась тенденция к увеличению спроса на порошки высоколегированных сталей и сплавов [1]. Это связано как и с расширением номенклатуры изделий (в основном в автомобилестроении), получаемых методом традиционной порошковой металлургии, так и с развитием новых технологических направлений, таких как инжекционное формование (MIM) и аддитивные технологии (AM). Основными потребителями продукции этих современных направлений в основном является авиационно-космическая отрасль, где к исходному порошку предъявляются довольно жесткие требования по чистоте, размеру и морфологии частиц, поэтому порошки в основном получают способом газового распыления расплава, центробежным распылением вращающегося электрода в контролируемой атмосфере инертного газа, или в вакууме, или вакуумным распылением. Использование этих способов позволяет получать порошки чистые по примесям и имеющие сферическую форму частиц, которая обеспечивает хорошую текучесть порошка и позволяет компактно уложить частицы в спекаемом слое, приводя к формированию приемлемой плотности получаемого изделия [1]. В то же время очень высокая стоимость таких порошков тормозит их применение на других промышленных направлениях, таких как автомобильная промышленность, нефтегазовая отрасль и др. где потребность в производстве экономичных деталей с использованием AM и MIM технологий с каждым годом возрастает. Поиск более дешевых альтернативных методов получения высоколегированных порошков, которые могут быть использованы в MIM и AM технологиях подтолкнул многие зарубежные компании к совершенствованию способа водяного распыления, который с успехом используется для получения железных и низколегированных порошков, а также порошков нержавеющей и некоторых других высоколегированных сталей и сплавов в традиционной порошковой металлургии и является экономически более оправданным [2]. Способом распыления расплава водой выпускаются порошки высоколегированных сталей и сплавов со свойствами, позволяющими их использование в MIM и AM технологиях, включая селективное лазерное плавление и спекание, а также методы «Binder Jet» (последовательное нанесение связующего) и 3D-печать металлонаполненным филаментом (FDM/FFF метод), которые являются наиболее производительными и экономичными и применяются для серийного производства различных функциональных изделий на базе высоколегированных сталей и сплавов, керамики и композитов со сложной геометрией [3]. Таким образом получение водораспыленных порошков высоколегированных сталей и сплавов с разнообразным комплексом свойств по морфологии и окисленности частиц порошка является важной технологической задачей.

Целью настоящей работы является оценка влияния состава расплава на структуру и свойства водораспыленных порошков нержавеющей аустенитных сталей и изделий на их основе, изготовленных методом 3D печати.

Получение порошков заданного состава аустенитной стали X17H12M2CP проводили на установке распыления расплавов водой высокого давления «Деви-Макки». Расплав готовили в открытой индукционной печи под основным шлаком. После достижения расплава температуры 1650 °С снимали шлак и выпускали расплав в предварительно нагретый керамический металлоприемник с калиброванным отверстием в днище диаметром 8 мм. Одновременно подавали воду на форсунки с давлением 110 атм и соотношением расхода воды к металлу 1,81 л/кг. Распыленный порошок собирался в порошокосборнике, который после осаждения порошка снимался, проводилось обезвоживание порошка и сушка его в вакуумном сушильном шкафу при температуре 100 °С в течение 6 часов. Контроль гранулометрического состава порошков осуществлялся на лазерном анализаторе распределения размеров частиц HORIBA LA-950 (Япония). Исследование формы частиц порошков проводили на растровом электронном микроскопе JEOL JSM 6610LV (Токуо Воэки, Япония). Удельная поверхность порошков определялась на анализаторе удельной поверхности порошков Beckman Coulter SA 3100 (США). Образцы были получены из порошка методом селективно лазерного плавления на установке фирмы TruPrint и прямого лазерного выращивания на установке фирмы InssTek при стандартном режиме выращивания. Оценка морфологии и микроструктуры порошков и образцов после 3D печати проводили на световом микроскопе Olimpus GX51. Анализ прочности на растяжение выполняли на универсальной испытательной машине FPZ 100/1 по ГОСТ 11701-84. Закалку образцов после 3D печати проводили в печи СНОЛ 12/17 на температуру 1100 °С, выдержка 30 мин, охлаждение на воздухе.

Анализ полученных результатов показывает, что увеличение содержания бора (около 1%) приводит к сфероидизации и возрастанию насыпной плотности за счёт понижения тугоплавкости оксидной плёнки порошка, что позволяет использовать данные порошки для аддитивных технологий. Также повышается твердость и прочность напечатанных порошковых заготовок. После закалки происходит понижение прочностных свойств, а именно предела текучести с 674 МПа до 454 МПа и предела прочности с 905 МПа до 764 МПа, а также повышение пластичности в 2 раза (10,9 до 23,2%).

Автор выражает благодарность Розанову С.Д. и Березиной Т.А. за помощь в подготовке научного исследования.

Литература

1. Манегин С.Ю., Розанов С.Д., Гуляев И.А., Межевов А.В., Жуков П.О. Влияние состава расплава на формообразование частиц порошка при распылении высоколегированных сталей водой высокого давления. // *Металлург.* – 2023. – №1 – С.57-63.
2. J. J. Dunkley. Metal Powder Atomisation Methods for Modern Manufacturing. // *Johnson Matthey Technol. Rev.*, 2019, 63, (3), 226–232
3. Скачков О. А., Манегин С. Ю., Гуляев И.А., Межевов А. В., Жуков П. О. Исследование влияния параметров процесса распыления водой высокого давления на морфологию порошков нержавеющей сталей. // *Металлург.* – 2020. – №8 – С.43-48.