

УДК 621.375.826.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ПОРОШКОВЫХ ЧАСТИЦ ОТ РАСХОДА ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО ГАЗА ПРИ КОАКСИАЛЬНОЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ

Алексей Анатольевич Дренин

Студент 3 курса

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана

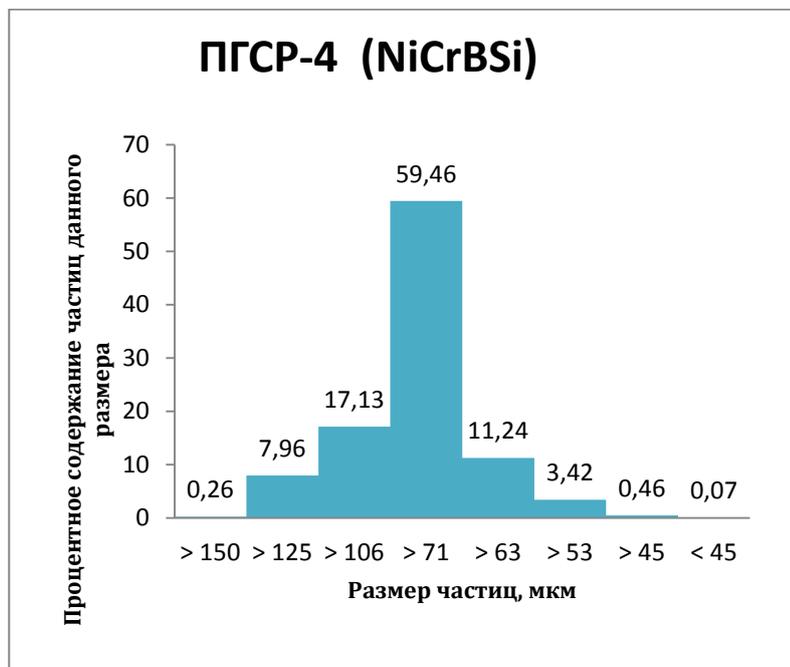
Научный руководитель: Р.С. Третьяков, ассистент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Во время процесса лазерной наплавки с коаксиальной подачей порошкового материала порошок транспортируется инертным газом через конические сопла в зону обработки. Параметры газового потока и порошка должны быть оптимизированы для повышения эффективности процесса нанесения (обеспечение доставки частиц в соответствующее место поверхности, увеличение коэффициента использования порошкового материала).

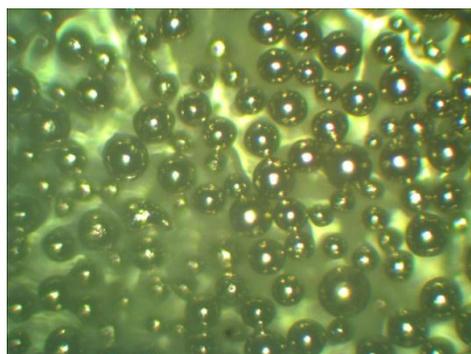
В настоящее время система подачи порошкового материала несовершенна в силу многообразия взаимосвязанных протекающих физических процессов и непрерывно расширяющегося спектра используемых материалов.

В данной работе для исследования использовался порошок ПГСП-4 (Ni-Cr-B-Si). Гранулометрический состав:

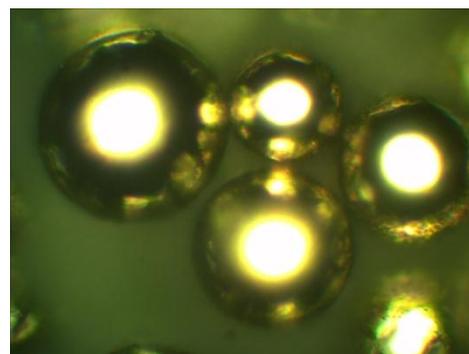
ПГСП-4 (Ni-Cr-B-Si)	
Размер частиц, мкм	Процентное содержание частиц данного размера
> 150	0,26
> 125	7,96
> 106	17,13
> 71	59,46
> 63	11,24
> 53	3,42
> 45	0,46
< 45	0,07



Частицы порошка имеют сферическую форму (рис. 1). На поверхности присутствуют редкие выступы и неровности.



а) x100



б) x400

Рис. 1. Характерная форма частиц порошка ПГСП-4 (Ni-Cr-B-Si)

Измерения проводились на экспериментальном стенде для проведения процесса лазерной наплавки, оборудованным порошковым питателем PF 2/2 и коаксиальным соплом. Скорость порошковых частиц оценивалась с помощью скоростной видеокамеры Fast Video 500M с частотой 2505 кадров/мин и экспозицией 180 мкс.



а)



б)

Рис. 2. а - порошковый питатель PF 2/2;

б - скоростная видеокамера Fast Video 500M;

Порошковые материалы транспортируются инертным газом, и сводятся в точку с помощью конического коаксиального сопла (рис. 3). Для создания защитной атмосферы и транспортировки порошковых частиц в зону обработки используется инертный газ повышенной чистоты – аргон ГОСТ 10157-79.

Защитный газ подается вдоль центральной оси сопла и защищает оптическую систему от частиц порошка и ванну расплава от окисления, а транспортирующий газ доставляет порошок от питателя до зоны лазерной обработки.

Расход порошка в процессе измерения оставался фиксированным и составил 0,1 г/мин. В данной работе не целесообразно использовать большие расходы порошка, по причине сложности регистрации отдельных частиц.

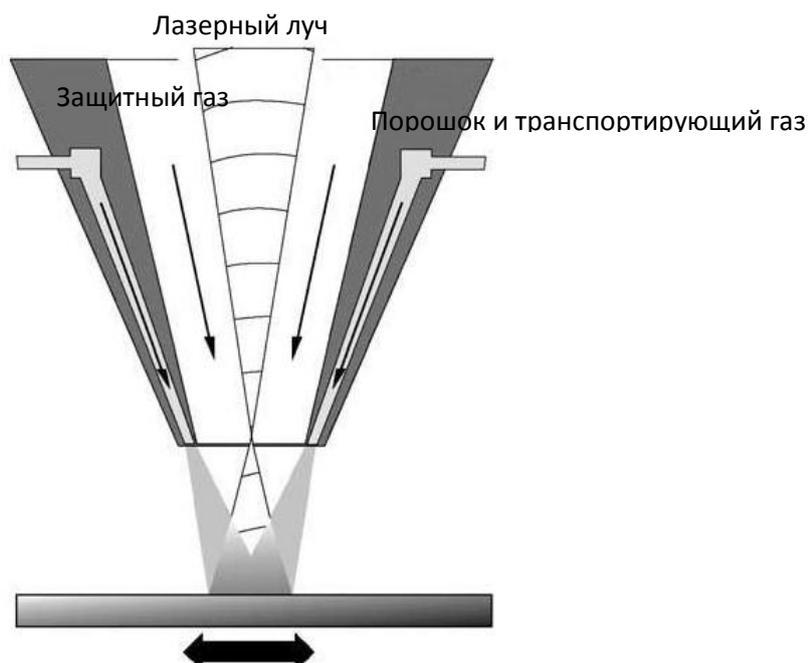


Рис. 3.Схема подачи технологических газов для коаксиального сопла
 Для получения частиц с размерами: 100-80 мкм., 80-71 мкм., 71-63 мкм. и 63-50 мкм. перед исследованием порошок просеивался на сите при помощи установки РЛ-1.
 В процессе проведения эксперимента расходы газов зафиксированы (таблица 1).

Таблица 1.

Расходы технологических газов во время исследования

Тип инертного газа	Расход газа, л/мин	
	Несущий газ	Защитный газ
Аргон	15 25	15

Регистрация частиц проводилась с помощью высокоскоростной камеры Fast Video 500M, а затем в программе AutoCad на соседних кадрах измерялось расстояние пройденной частицей (Рис 4). Зная расстояние, пройденное одной частицей, частоту кадров и масштаб съемки, можно с легкостью подсчитать скорость частицы.

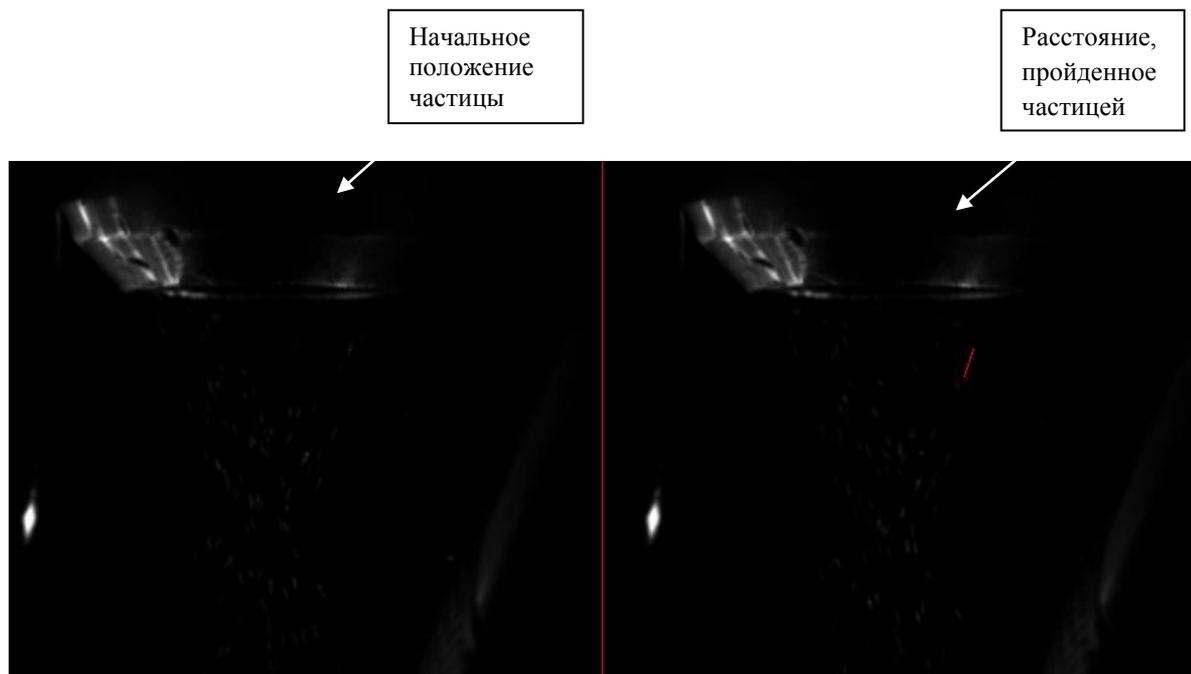


Рис. 4. Пример измерения расстояния пройденного частицей (AutoCad)

Для нахождения зависимости скорости порошковых частиц от расхода транспортирующего газа был проведен полнофакторный эксперимент, состоящий из серии четырех измерений, с изменяемыми параметрами: расход транспортирующего газа (15-25 л/мин) и размера частиц (100-50 мкм.).

После проведения опытов выполнена статическая обработка результатов. В таблице 2 приведен результат численного расчета средней арифметической скорости частиц из четырех повторных опытов в зависимости от размера частицы и расхода транспортирующего газа.

Таблица 2.

Средняя скорость частицы

Размер частиц, мкм	Расход транспортирующего газа, л/мин	Средняя скорость частиц, м/с
100-80	15	4,086
	25	4,256
80-71	15	4,671
	25	4,930
71-63	15	4,113
	25	4,620
63-50	15	4,460
	25	4,467

Заметно, что разница между скоростью частиц при расходе транспортирующего газа 15 л/мин и 25 л/мин составляет в среднем от 5 до 15%, поэтому повышенный расход транспортирующего газа (в 1,5-2 раза) является бессмысленным, так как не влияет на производительность, а только ведет к удорожанию процесса лазерной наплавки. Однако, при использовании порошков с другой плотностью и формой частиц скорость может

измениться значительно по причине измененных условий взаимодействия частиц и транспортирующей газовой среды. Кроме того, фракционный состав порошковых материалов в исследованном диапазоне (100-50 мкм.) так же не влияет на производительность технологического процесса, а влияет только на физико-механические свойства получаемого наплавленного материала. Описанная методика показывает, что ее применение позволяет быстро получить не только качественную картину измерения скорости частиц порошкового материала, но и количественную с весьма высокой точностью.

Литература

1. *Новиченко Д. Ю.* Разработка и исследование процесса прямого лазерного изготовления детали из композиционного материала на основе стали и карбида титана. Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011 г.

Аннотация: рус и eng

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований скорости порошковых частиц в зависимости от расхода транспортирующего газа, при использовании коаксиального сопла. Изучены особенности движения частиц разного размера в газовом потоке. Для повышения эффективности процесса лазерной наплавки приведены рекомендации для выбора расхода транспортирующего газа.

This paper presents the experimental investigation results of the powder particles velocity as a function of carrier gas flow rate by using a coaxial nozzle. The different sized particles characteristics in the gas stream are studied. The guidelines for laser cladding effectiveness increase by choosing the carrier gas flow are shown.