

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ В ОБЪЕМЕ ЧАСТИЦЫ ПОСЛЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОМ НАПЫЛЕНИИ

И.С.ЮГОВА

Научный руководитель: к.ф-м.н., доцент Б.С. Зенин

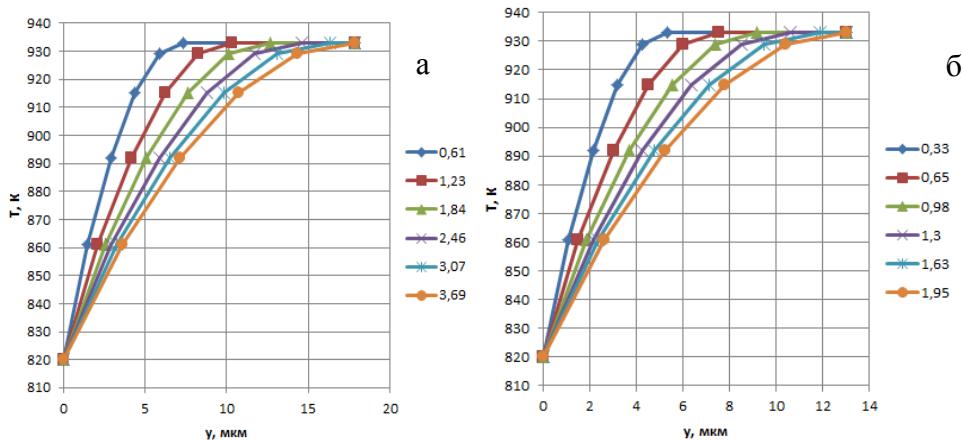
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: [isy4@tpu.ru](mailto:isy4@tpu.ru)

**Введение.** К деталям машин в зависимости от их назначения предъявляются определенные требования по свойствам, таким как износостойкость, жаростойкость, коррозионная стойкость. Свойства поверхностей деталей и конструкционных элементов оказывают большое влияние на надежность и срок службы. Улучшить их можно с помощью образования слоев на поверхностях деталей. Существуют различные методы упрочнения поверхности [1]. Данная работа посвящена газотермическому напылению. Газотермические методы напыления широко применяются для нанесения покрытий различного назначения [2]. Существуют аморфные металлические сплавы с неупорядоченным расположением атомов в пространстве, которые называют аморфными металлическими стеклами. Известно, что такие материалы значительно отличаются по своим свойствам от кристаллических материалов, для которых характерно упорядоченное расположение атомов. Аморфная структура характеризуется отсутствием дальнего порядка в расположении атомов, поэтому в ней нет кристаллической анизотропии, границ зерен и других дефектов структуры [3]. При газотермическом напылении условия, необходимые для появления аморфной структуры – высокие скорости охлаждения – появляются автоматически.

**Методика эксперимента.** В данной работе в качестве реального напыляемого материала был выбран аморфизирующийся сплав Fe<sub>83</sub>B<sub>15</sub>Si<sub>2</sub>, в качестве материала основы – Ст20. Анализ взаимодействия частицы с подложкой осуществлялся с помощью численного моделирования. В процессе выполнения данной работы использовалась компьютерная программа Cristall. Для расчетов вводятся следующие параметры: характеристики материалов, модельные параметры и технологические. В результате расчетов программа выдает значения толщины частицы после взаимодействия с основой и температурное распределение в зависимости от времени.

**Результаты эксперимента.** Численные расчеты проводились при следующих условиях: D = 0,0001 м – диаметр частицы; T<sub>0</sub> = 300 К – температура основы; V = 50; 100; 200; 400 м/с – скорость частицы. На рисунке 1 представлены графики распределения температуры в объеме деформированной частицы (сплэта) при ее кристаллизации после деформации.



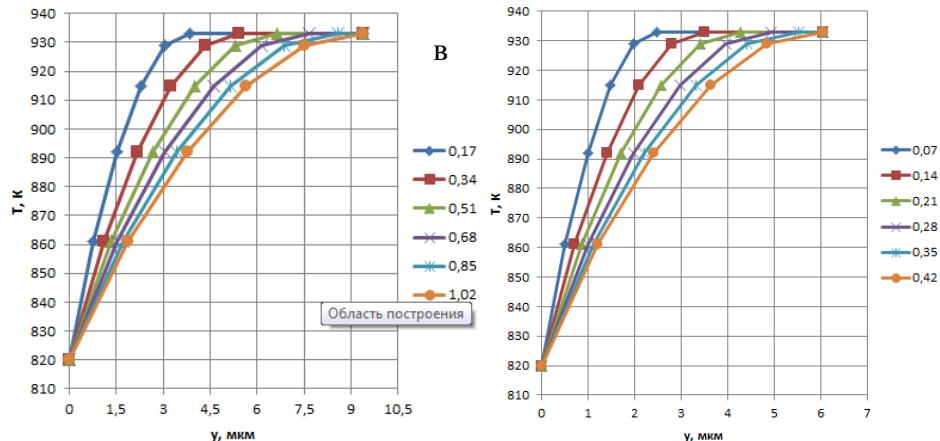


Рисунок 1 – Распределение температуры в объеме частицы сплава при ее кристаллизации на поверхности подложки из ст20 в различные моменты времени: а – при скорости частицы  $V = 50$  м/с; б – при  $V = 100$  м/с; в –  $V = 200$  м/с; г –  $V = 400$  м/с

По графикам были определены изменения со временем  $t$  температуры  $T$  на различных расстояниях  $y$  от контактной границы, и по ним построены кривые охлаждения в заданных точках объема частицы. Затем с помощью кривых охлаждения были рассчитаны скорости охлаждения, рисунок 2.

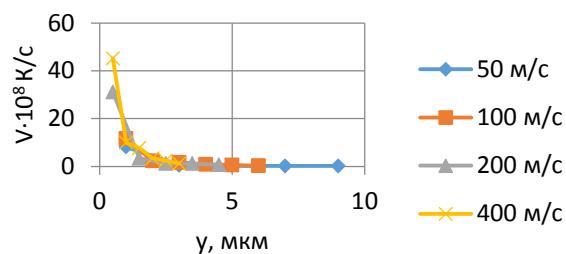


Рисунок 2 – Скорости охлаждения в объеме частицы сплава  $\text{Fe}_{83}\text{B}_{15}\text{Si}_2$  при разных скоростях напыления на основе из ст20

Экспериментальные результаты показали, что можно выделить три зоны в объеме частицы, которым соответствуют разные скорости охлаждения.

**Заключение.** Согласно полученным результатам, можно отметить, что в приконтактной области самая высокая скорость охлаждения при соударении с твердой поверхностью из ст20 наблюдается при  $V = 400$  м/с. Чем выше значение скорости напыления, тем меньше толщина частицы после столкновения с основой. Анализ полученных данных показал, что для всех исследуемых материалов в объеме сплита можно выделить три зоны, которым соответствует высокая, средняя и низкая скорости охлаждения. Такие условия могут соответствовать образованию аморфной, нанокристаллической и кристаллической структуры.

#### Список литературы

- Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление. – пер. с японского В.Н. Попова. – М.: Машиностроение, 1985. – 121 с.
- Бобров Г.В. Нанесение неорганических покрытий (теория, технология, оборудование): учеб. Пособие для студентов вузов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2004. – 624 с.
- Золотухин И.В. Аморфные металлические материалы // Соросовский образовательный журнал. - №4. – 1997. – С. 73-78.