

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Ерёмина Сергея Александровича  
**«Аддитивное формирование изделий из алмазных порошков методом  
СВЧ плазмохимического осаждения из газовой фазы»**  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные  
материалы»

Широкое применение алмазных изделий сдерживается сложностью его обработки. Возможность быстрого прототипирования изделий из алмаза позволит не только расширить области его применения, но и ускорит время от опытной партии до промышленно выпускаемой алмазной продукции. Поэтому диссертация Ерёмина С.А. посвящена разработке технологического процесса аддитивного формирования изделий из алмазных порошков методом химического осаждения из газовой фазы.

Научную значимость имеют следующие результаты исследований. Предложен механизм роста аллотропных модификаций углерода из газовой фазы, заключающийся в необходимости непрерывного прямого контакта передаваемой СВЧ энергии веществам, участвующим в реакции образования алмаза. При частичном же экранировании слоем алмазного порошка потока СВЧ энергии, мощность его падает, что и приводит к формированию промежуточных аллотропных модификаций углерода на поверхности и внутри насыпки алмазного порошка (пластинчатый алмаз, гибридная углеродная структура, нанокристаллический графит, алмаз со столбчатой структурой, углеродные нити). Показано существование переходных реакционных зон в плазменном разряде, обусловленных разной концентрацией атомарного водорода и метильных радикалов, образующихся в зависимости от градиента распределяемой СВЧ энергии в плазменном разряде, что и определяет переход от одной аллотропной модификации углерода к другой. Показано, что контакт алмазных порошков с порошками

оксида алюминия, оксида кремния, оксида циркония, не препятствует росту алмаза из газовой фазы, что позволит использовать их в качестве материала поддерживающих конструкций при аддитивном формировании изделий из алмазных порошков.

Практическая значимость работы составляют такие пункты: Разработана техническая документация на созданный технологический процесс аддитивного формирования изделий из алмазных порошков методом химического осаждения из газовой фазы (Технологическая инструкция «На получение аддитивно сформированных алмазных пластин», ТУ26.11.22.190-001-279560342021 «Аддитивно сформированная поликристаллическая алмазная пластина»); Разработана технологическая схема поддержания растущей алмазной конструкции сложной формы с использованием сфероидизированных оксидных порошков, не препятствующих росту алмаза из газовой фазы. Проведены исследования по сфероидизации модельного и оксидных порошков (оксида кремния, оксида алюминия). Здесь же предусмотрена термохимическая шлифовка для придания поверхности алмазного изделия заданной шероховатости; Аддитивным формированием с использованием газовой фазы из композитов алмаз-алмаз изготовлен алмазный варистор. Алмазный варистор прошел испытания в организации ООО «ТВИНН». По результатам исследования вольтамперной характеристики изделие может быть рекомендовано к практическому применению в качестве пассивного электронного компонента.

Результаты работы прошли достаточную апробацию и докладывались на Российских и международных научных конференциях.

По тексту автореферата имеются следующие замечания:

- 1) Отсутствует примерная оценка стоимости алмазного изделия, которое получено аддитивным формированием. Можно лишь косвенно понимать исходя из времени процесса, что стоимость этого изделия будет меньше чем стоимость алмазной пленки аналогичной толщины.

- 2) Не обоснован выбор изделия из алмазного порошка размером 5/3 мкм для изготовления электронного компонента.

Сделанные замечания не снижают общей ценности представленной работы. Считаю, что диссертационная работа Ерёмина Сергея Александровича является завершённой научно-квалификационной работой. Она выполнена на высоком научно-методическом уровне и отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертант, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Кандидат технических наук  
Директор по производству керамики  
АО «ЭЛЕМЕТ»



Вепринцев Константин Владимирович

142530, М.О. г. Электрогорск,  
ул. Свердлова, д. 11,  
тел./факс +7 499 707 1057  
моб. +7 916 679 3726  
email: [kvv@elemet.ru](mailto:kvv@elemet.ru)

19.07.2021

Подпись К.В. Вепринцева заверяю:

Генеральный директор  
АО «ЭЛЕМЕТ»



Макеев И.И.