

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»  
ФГУП «ВИАМ»

---

НОМИНАЦИЯ

«Лучший инновационный проект»

Название работы: **«Разработка технологии изготовления сопел из керамического композиционного материала, используемых для распыления расплавов металлов»**

Большие перспективы развития авиационного материаловедения в России представляют аддитивные технологии, использующие высококачественные порошки металлов и жаропрочных сплавов. Для изготовления порошков атомизацией необходимо применение сопел из материалов, не загрязняющих распыляемые металлы и выдерживающих большие термические напряжения.

В настоящее время одними из наиболее перспективных производственных процессов в авиационном машиностроении являются аддитивные технологии, позволяющие создавать сложнопрофильные детали и облегченные конструкции, в том числе из металлов. Основные преимущества аддитивного производства перед традиционными технологиями заключаются в снижении времени производственного цикла, а также возможность изготовления деталей с бионическим дизайном, производство которых с использованием традиционных технологических методов очень трудоемко и иногда просто невозможно.

Наиболее дешевым способом изготовления металлических порошков с требуемыми для аддитивных технологий характеристиками является газовая атомизация. При распылении (атомизации) расплавленных металлов используются сопла из высокотемпературных материалов, к которым предъявляются высокие требования по инертности к металлам, термостойкости и механическим свойствам. Стабильность фракционного состава порошков получаемых атомизацией зависит не только от поддержания параметров расхода металла и распыляющей среды, но и от стабильности геометрии сопла, поскольку высокие температуры плавления (никелевых, кобальтовых, железных и пр.) сплавов приводят к эрозии сопла, нарушению его геометрии и образованию дефектных порошков, которые препятствуют их нормальному нанесению при 3D-печати.

В настоящее время для атомизации металлов и сплавов применяются керамические материалы, разработанные для непрерывного литья стали и сплавов. В отличие от литья при атомизации материал сопла испытывает большие термические напряжения за счёт подачи на его внешнюю сторону сопла холодного распыляющего газа. Поэтому разработка новых материалов для сопел необходима для развития аддитивных технологий.

По результатам выполнения проекта впервые в России разработаны керамический композиционный материал (ККМ) ВМК-17 и технология изготовления из него сопел, используемых при получении порошков авиационных металлов и сплавов методом газовой атомизации для аддитивных технологий. Материал ВМК-17 отличается повышенным уровнем механических свойств, эрозионной и окислительной стойкостью, более высокой термостойкостью по сравнению с зарубежным аналогом (SO 43 (3M<sup>TM</sup>)), увеличенным сроком службы. В отличие от многих высокотемпературных керамических материалов ВМК-17 поддается механической обработке без использования твердосплавного инструмента, что позволяет значительно повысить производительность обработки. В настоящее время ФГУП «ВИАМ» освоено изготовление наиболее востребованных размеров сопел из ВМК-17 диаметром от 12 до 36 мм и высотой от 16 до 90 мм (рисунок 1).

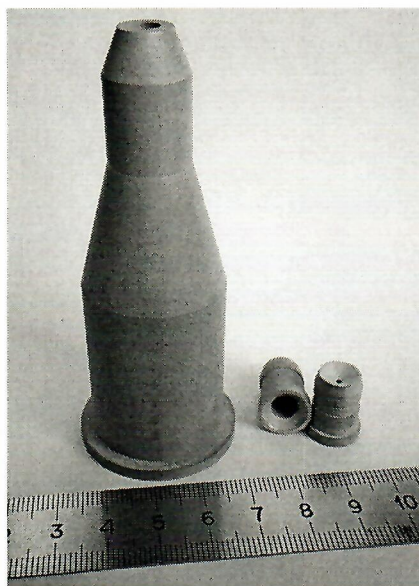


Рисунок 1 – Сопла из ВМК-17

Разработанные технологии используются в условиях ФГУП «ВИАМ» на газовом атомизаторе типа Hermiga 10/100VI при распылении сплавов ВПр50, ВЖ177, ЭП648 и на установке JW-150 при распылении сплава ЭП-648. Максимальная рабочая температура распыления составила 1700 °С.

В результате исследований, проведенных Вагановой М.С., Качаевым А.А. и Князевым А.Е. во ФГУП «ВИАМ» в 2017 году была разработана техническая документация на изготовление керамического композиционного материала и сопел из него:


- ТИ 1.595-13-1070-2017 «Изготовление керамического композиционного материала марки ВМК-17» с присвоением литеры «О»;
- ТУ 1-595-13-1677-2017 «Материал керамический композиционный марки ВМК-17»;
- ТИ 1.595-13-1115-2017 «Изготовление сопел из керамического композиционного материала марки ВМК-17» с присвоением литеры «О»;
- ТУ 23.44-013-07545412-2017 «Сопла из керамического композиционного материала марки ВМК-17».
- Подана заявка на патент №2017140671 от 22.11.2017 г. «Керамический композиционный материал для изготовления сопел».

Реализация данного проекта позволила:

1. Изготовить сопла с термостойкостью превышающей используемые в настоящее время зарубежные аналоги.
2. Получить материал для изготовления сопел с прочностными характеристиками соответствующими мировому уровню.
3. Изготавливать порошки из отечественных высокожаропрочных сплавов (с температурой распыления до 1700 °С) благодаря высокой инертности разработанного материала к лигатурам этих сплавов.
4. Снизить себестоимость порошков за счет замещения дорогостоящих зарубежных сопел.
5. Изготавливать сопла широкого ряда типоразмеров за счет возможности обработки ВМК-17 механической обработке без использования твердосплавного инструмента.
6. Изготавливать порошки металлов и сплавов со стабильным фракционным составом, поскольку применение разработанного материала не приводит к эрозии сопла, нарушению его геометрии и образованию дефектных порошков.

Заместитель генерального директора

«09» 04 2018 г.



Ю.Н. Шевченко

