

УДК 620.19

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕТОКОВОГО МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ УГЛЕРОД-КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Хохлова Е.Д.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – д.т.н., доцент ФСУиР Федоров А.В.**  
(Университет ИТМО)

Изделия из углерод-керамических композиционных материалов (УККМ) имеют широкое применение в теплонапряженных изделиях и конструкциях благодаря большому диапазону их свойств. Сложность и ответственность конструкций из УККМ обуславливает необходимость проведения контроля их качества на стадиях производства и эксплуатации. В данной работе описывается возможность применения вихретокового метода для контроля качества изделий из УККМ.

### **Введение.**

На сегодняшний день наиболее перспективным материалом в теплонапряженных изделиях и конструкциях является УККМ, в виду его малого веса, низкой плотности, высокой прочности при повышенных температурах, низкого коэффициента линейного расширения, высокого коэффициента теплопроводности. Значительная стойкость УККМ в окислительных средах и эрозионных высокотемпературных потоках, происходящих на поверхности деталей теплонапряженных изделий, обуславливает эксплуатацию в сложных условиях обтекания химическим, высокотемпературным (свыше 1000°С) и высокоскоростным (сверхзвуковым, при  $M > 1$ ) потоком продуктов сгорания топлива. Учитывая ответственность конструкции изделий из КМ решающая роль отводится вопросам их контроля качества.

### **Основная часть.**

В качестве исследуемого объекта будет являться изделие из УККМ с защитным покрытием. Характерными дефектами для данных изделий являются несплошности в виде поверхностных и подповерхностных трещин, образующиеся в результате влияния высокотемпературной и окислительной среды. Также, контролю должна подвергаться толщина градиентного слоя покрытия, нанесенного на внешнюю поверхность. Материал должен удовлетворять требованиям по стойкости к воздействию высоких скоростей и повышенных температур.

С учетом конструкционных особенностей контролируемого изделия ряд методов, традиционно используемых для контроля композиционных материалов, в частности, ультразвуковой, радиационный, термографический, оптический, имеют ограниченную применимость к УККМ. В связи с этим, представляет интерес использование методов вихретокового вида неразрушающего контроля, обладающих чувствительностью к изменению электропроводности изделий, обусловленных наличием дефектов. Эффективность применения вихретокового метода обеспечивается корректным выбором типа преобразователя и отстройкой от влияния мешающих параметров.

За счет анизотропии изделий из УККМ результаты, полученные с помощью классических круговых вихретоковых измерительных преобразователей не будут являться достоверными, так как в таком случае измеряется интегральная удельная электропроводность изделия по всем направлениям. Поэтому, предлагается использовать вихретоковый преобразователь тангенциального типа с горизонтальной линейной частью вихревых токов, что позволит

проводить раздельное измерение электропроводности анизотропных материалов в разных направлениях.

Подбором частоты можно определить направление укладки стержней на некоторой глубине изделия, что обеспечит контроль не только поверхностных, но и подповерхностных слоев. Проведение оценки толщины градиентного слоя защитного покрытия, нанесенного на поверхность объекта контроля из УККМ, представляется возможным при использовании трансформаторного трехобмоточного вихретокового фазового преобразователя.

### **Выводы.**

В процессе проведения научно-исследовательской работы был проведен анализ технологии производства композиционных материалов, в том числе УККМ, а также анализ существующих методов и средств контроля качества изделий из УККМ. По результатам полученных данных, в качестве перспективного метода неразрушающего контроля для оценки толщины градиентного слоя защитного покрытия и для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов типа трещин в изделиях из УККМ, был выбран и обоснован вихретоковый метод контроля.

Хохлова Е.Д. (автор)

Подпись

Федоров А.В. (научный руководитель)

Подпись