Оценка результатов эксперимента.

Применение выбранной конструктивной схемы турбины (рисунок 4 б) полностью себя оправдало, на это указывают результаты испытаний разработанной шлифовальной машины.

Использование многоступенчатой радиальной турбины с двумя ступенями скорости позволило:

- снизить рабочую частоту вращения ротора до требуемых параметров без снижения мощности (эффективности);
- увеличить стартовый крутящий момент (при $n = 0 \text{ мин}^{-1}$);
- закладывает большой потенциал для совершенствования и модифицирования привода, например, для создания моделей машин со скоростями менее 25000 мин^{-1} ;
- подтвердить эффективность выбранного подхода.

1. Статья в «Авиационной технике»
2. Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям): сайт. 2021 URL: <https://fasie.ru/programs/programma-start/#konkursu> (дата обращения 25.03.2021).
3. Патент РФ на полезную модель № 139138, F01D 1/32. Турбинный привод / Ю.П. Кузнецов – 2013. Бюл. № 10.
4. Патент РФ на полезную модель № 110132, F01D 1/06. Многовенечная радиальная турбина / Ю.П. Кузнецов, А.Б. Чуваков – 2011. Бюл. № 31.
5. Кузнецов Ю.П., Чуваков, А.Б., Погодин Р.А. Турбомашина // Патент на полезную модель RU 193118, U1. Оpubл. 15.10.2019, бюл. № 29.

Ткаченко С.С., Емельянов В.О., Мартынов К.В.

Управление структурой литейной керамики с помощью тиксотропных добавок

*Филиал РАН "Творческая мастерская "Литейный двор"
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-05-12-2021-12

Аннотация

В статье приведены экспериментальные данные о влиянии акриловой дисперсии на формирование структуры литейной керамики на микро и наноуровне. Представлены исследования микроструктуры поверхности кремнегеля методом АСМ. Показано комплексное действие структурирующих добавок на свойства керамической формы. Приводится объяснение повышения прочности керамических форм с точки зрения структурных особенностей кремнегеля. Сделан вывод о возможности управления свойствами литейной керамики с помощью органических тиксотропных добавок.

Ключевые слова: керамические формы, прочность, гель, микроструктура, кремнезоль.

Abstract

The article presents experimental data on the effect of acryl dispersion on the formation of foundry ceramics at the micro and nanoscale levels. Studies of silica gel microstructure surface by atomic force microscopy (AFM) are presented. The complex effect of texturing agents on the properties of ceramic mold is shown. The explanation of the increase in the strength of ceramic molds from the point of view of the structural features of silica gel is given. The conclusion about the opportunity of controlling the properties of foundry ceramics with the help of organic thixotropic agents is made.

Keywords: ceramic molds, strength, gel, microstructure, siliceous.

Современные методы исследования структуры материалов открывают новые горизонты инженерных изысканий. Литье по выплавляемым моделям основной способ получения фасонных высокоточных заготовок. Прочность и стабильность керамической формы определяет качество отливки. Изучение кремнегеля методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) позволяет разработать управление структурой на наноуровне.

По результатам исследований связующего с помощью электронного микроскопа было установлено влияние тиксотропных свойств кремнезоля на конечную структуру геля. Удержание частиц золя в каркасе водной дисперсии акрила приводит к формированию пористой структуры. При отсутствии седиментационной устойчивости золя происходит образование кристаллов разделенных силикатом натрия [1]. При этом прочность образца геля, полученного из золя, в состав которого входит акриловая дисперсия, в два раза выше. Пористая структура должна обладать меньшей прочностью, но в случае с системой золь-гель происходит обратное [2].

Разрушение образца начинается с концентратора напряжений, находящегося на поверхности. Изучение поверхности образцов геля, полученного из золя без тиксотропных добавок методом АСМ, выявило наличие плавного рельефа высотой в пределах 1 мкм. Рельеф распределяется неравномерно в зависимости от зоны фрагмента (Рис.1 и Рис.2).

Рисунок 1. 3D-реконструкция поверхности (центральная часть фрагмента), высота рельефа 0,1мкм (гель получен из золя без тиксотропных добавок)

Рисунок 2. 3D-реконструкция поверхности фрагмента (периферическая часть), высота рельефа 0,5мкм (гель получен из золя без тиксотропных добавок)

В периферической части сказывается влияние скоплений силиката натрия с ПАВ и структура начинает деформироваться.

Присутствие в составе золя водной дисперсии акрила приводит к формированию развитой поверхности (Рис.3).

Рисунок 3. 3D-реконструкция поверхности геля кремнекислоты модифицированной акриловой дисперсией, высота рельефа 4мкм

Существенное различие в строении поверхности может служить объяснением увеличения прочности керамических форм. Напряжения, возникающие при деформации, локализуются на развитой поверхности (Рис. 3). Напротив, структура близкая к идеальной (Рис 1, Рис.2), приводит к образованию трещины по отдельному дефекту поверхности.

Таким образом, установлено, что органические соединения могут формировать структуру литейной керамики с заданными свойствами на наноуровне.

1. Ткаченко С.С., Емельянов В. О., Мартынов К. В. Диспергирование кремнезоля для повышения прочности литейной формы. Труды XV международного съезда литейщиков. г. Москва, 8-9 июня 2021 г.
2. Бречко А. А., Емельянов В. О., Мартынов К. В. Особенности формирования структуры и поверхности контактного слоя керамических форм на основе ЭТС-40 и Сиалит-20С. Журнал “Литейщик России”. – 2006. – № 2.