

УДК. 666.792.22

**МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ПОРОШКА, ЛИТЕЙНАЯ СПОСОБНОСТЬ
ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО ШЛИКЕРА И СВОЙСТВА СПЕЧЕННОЙ КЕРАМИКИ ИЗ Al_2O_3**

Д.А. Ткачев, И.А. Бельчиков

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. С.Н. Кульков

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: d.tkachev11@gmail.com

**MECHANICAL TREATMENT OF THE INITIAL POWDER AND THE INFLUENCE OF POWDER
MICROSTRUCTURE ON THE FLOWABILITY OF THE THERMOPLASTIC SLIP CASTING
SUSPENSION AND ON THE PROPERTIES OF SINTERED ALUMINA CERAMIC**

D.A. Tkachev, I. A. Belchikov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.N. Kyilkov

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: d.tkachev11@gmail.com

***Abstract.** In the present work the influence of properties of the initial alumina powder on the physical and mechanical properties of sintered ceramic formed by slip casting method has been studied. The linear shrinkage, bulk density and three point bending strength of materials have been evaluated and discussed.*

Введение. Технология литья термопластичного шликера является доступным способом производства высокотехнологичных изделий из керамики для широкого спектра областей применения, от медицины, до машиностроения. Наиболее часто используемым материалом среди керамик является корундовая керамика – $\alpha-Al_2O_3$. Свойства порошка, размер и морфология частиц определяют литейную способность шликера и физико-механические свойства изделий из керамики. В соответствии с этим, актуальной задачей является исследование влияния свойств исходного порошка Al_2O_3 на литейную способность термопластичного шликера на основе парафина, на плотность и механические характеристики образцов спеченной керамики.

Материалы и методы. В качестве исходного материала использовался порошок глинозема Г-00, предварительно отожженный при температуре $1200^\circ C$, чтобы обеспечить переход оксида алюминия в стабильную α -модификацию. Для изменения размера и морфологии частиц проводилась механическая активация в шаровой мельнице в течение 25, 50, 75 и 100 часов. Была исследована микроструктура порошка после различного времени механической активации методом растровой электронной микроскопии и удельная поверхность по методике Брюнера-Эммета-Теллера (БЭТ), основанной на теории многослойной адсорбции, в качестве адсорбата использовался азот.

Из порошка после различного времени механической активации был подготовлен литейной термопластичный шликер на основе парафина [1]. Содержание термопластичной связки составило 20% от массы всей суспензии. При давлении подачи шликера равном 3 атм. была определена литейная способность, путем измерения длины отливки, полученной в результате подачи шликера в литейную форму в течении 10 секунд [2].

Из шликера на основе порошка после различного времени предварительной механической активации были отлиты образцы для исследования усадки в ходе удаления связующего и спекания, плотности спеченной керамики и прочности при трехточечном изгибе.

Результаты и обсуждение. Механическая активация в шаровой мельнице способствует размолу агломератов, что в свою очередь приводит к увеличению удельной поверхности частиц активированного порошка, зависимости представлены на рисунке 1 (а, б).

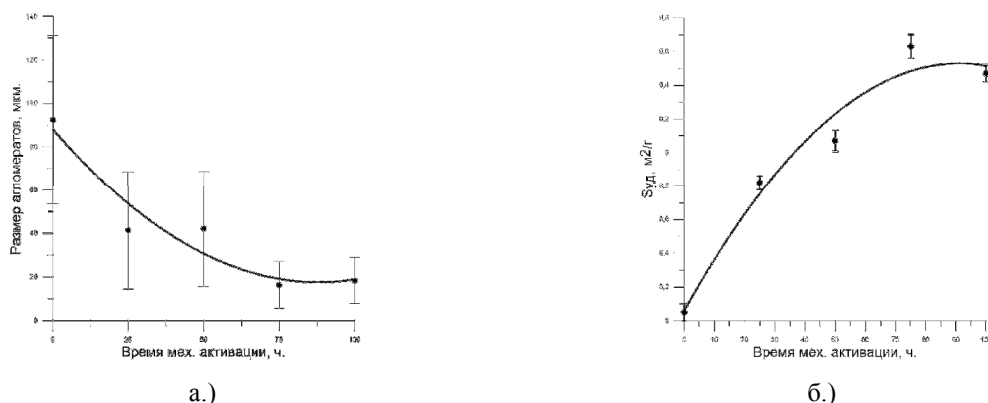


Рис. 1. а.) Зависимость размера агломератов; б.) зависимость удельной поверхности от времени механической активации порошка Al_2O_3

Максимальное значение удельной поверхности достигается после механической активации в течение 75 часов, с последующим увеличением времени помола, начинается снижение удельной поверхности, что говорит о начале процессов агломерации частиц ввиду высокой поверхностной энергии [3]. Полученная зависимость удельной поверхности частиц от времени механической активации, представленная на рисунке 1, б, позволяет сделать вывод, что дальнейшее увеличение времени помола более 100 часов не приведет к ее дополнительному увеличению.

С возрастанием удельной поверхности исходного порошка, увеличивается литевая способность шликера, график представлен на рисунке 2, а.

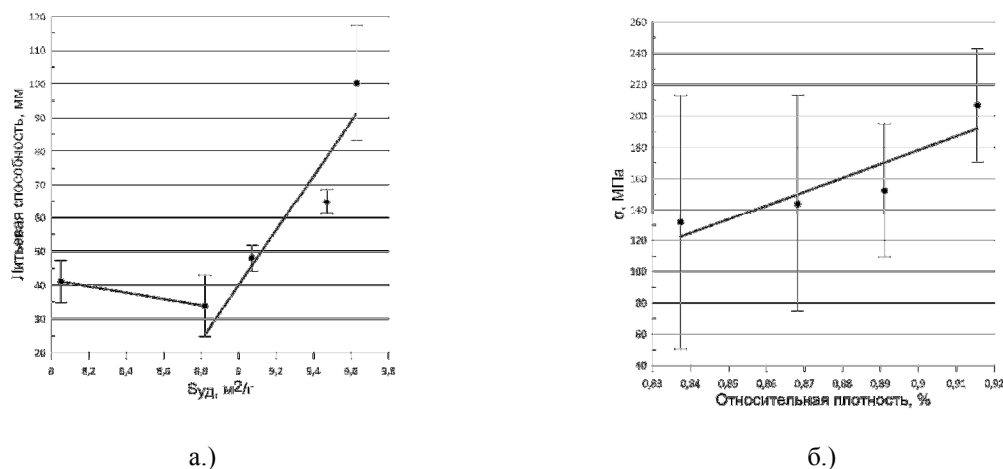


Рис. 2. а.) Зависимость литевой способности от удельной поверхности исходного порошка Al_2O_3 ; б.) зависимость предела прочности при трехточечном изгибе от плотности спеченной керамики на основе Al_2O_3

Наибольшая литьевая способность характерна для шликера на основе порошка с площадью удельной поверхности частиц равной $9,63 \text{ м}^2/\text{г}$, средним размером частиц $0,36 \text{ мкм}$ и средним размером агломератов 16 мкм . Данные параметры исходного порошка были достигнуты после предварительной механической активации в течении 75 часов .

Линейная усадка образцов в результате спекания составила от 16 до 20% , плотность, определенная методом гидростатического взвешивания, составила от 83% до 91% относительно теоретической прочности оксида алюминия, равной $3,95 \text{ г/см}^3$. С возрастанием теоретической плотности, увеличивается значения предела прочности при трехточечном изгибе для образцов спеченной керамики на основе Al_2O_3 , график представлен на рисунке 3, б. Максимальное значение предела прочности при трехточечном изгибе достигается для наиболее плотноспеченной керамики с относительной плотностью 91% и составляет 243 МПа .

Заключение. В работе исследован метод формирования изделий из керамики посредством литья термопластичного шликера, рассмотрен вклад характеристик исходного порошка: удельной поверхности и размера частиц в литейные характеристики термопластичной суспензии. Показано, что при максимальном значении удельной поверхности и минимальном среднем размере агломератов, равном 16 мкм , достигается наибольшее значение литейной способности шликера. Линейная усадка керамики после отжига и спекания составляет до 20% . Максимальное значение плотности достигается после механической активации порошка в течение 100 часов и составляет 91% от теоретической плотности оксида алюминия, при этом, для образцов с данным значение плотности характерно наибольшее значение предела прочности при трехточечном изгибе, составляющее 243 МПа .

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0005

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zorzi J. E., Perottoni C. A., Jornada J. A. H. Wax-based binder for low-pressure injection molding and the robust production of ceramic parts // *Industrial Ceramics*. – 2003. – Vol. 23. – P. 47-49.
2. Грибовский П. О. Горячее литье керамических изделий. – Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1956. – 176 с.
3. Григорьев М.В., Кульков С.Н. Фазовый состав, структура и удельная поверхность порошковых систем на основе корунда различной дисперсности // *Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии* – 2009. – № 2(3). – С. 294-30.