



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК: 621.74

DOI 10.55186/27131424_2022_4_10_5

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
СВЯЗУЮЩЕГО НА ЛИТЕЙНУЮ СПОСОБНОСТЬ ШЛИКЕРА И
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ
ГОРЯЧЕГО ШЛИКЕРНОГО ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ
THE EFFECT OF THE CONCENTRATION OF A TEMPORARY
TECHNOLOGICAL BINDER ON THE CASTING ABILITY OF THE SLIP AND
THE PHYSICAL PROPERTIES OF SAMPLES OBTAINED BY HOT SLIP
INJECTION MOLDING**

Корнюшин Максим Витальевич, младший научный сотрудник, МИРЭА -
Российский технологический университет, Москва, 119454 России, Московский
политехнический университет, Москва, 107023 Россия

maksim.korn0312@yandex.ru,

Смирнов Андрей Владимирович, к.т.н., заведующий лабораторией
керамических материалов и технологий, МИРЭА - Российский технологический
университет, Москва, 119454 России, smirnoff-andrey2009@yandex.ru

Резниченко Александр Владимирович, инженер-исследователь, МИРЭА -
Российский технологический университет, Москва, 119454
России, 250871rav@gmail.com

Пономарев Сергей Григорьевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, МИРЭА - Российский технологический университет, Москва, 119454 России, psgpsg1@ya.ru

Kornyushin Maxim Vitalievich, Junior Researcher, MIREA - Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia, Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023 Russia, maksim.korn0312@yandex.ru,

Smirnov Andrey Vladimirovich, Ph.D., Head of the Laboratory of Ceramic Materials and Technologies, MIREA - Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia, smirnoff-andrey2009@yandex.ru

Reznichenko Alexander Vladimirovich, Research Engineer, MIRA - Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia, 250871rav@gmail.com

Ponomarev Sergey Grigoryevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher, MIREA - Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia, psgpsg1@ya.ru

Аннотация: в статье представлена зависимость влияния концентрации временного технологического связующего и давления литья на литейную способность шликера и плотность обожженных образцов. В качестве исходного материала использовали порошок оксида алюминия. Для измерения плотности, образцы были обожжены при температуре 1600 °С.

Abstract: the article presents the dependence of the influence of the concentration of the temporary technological binder and the casting pressure on the casting ability of the slip and the density of the fired samples. Aluminum oxide powder was used as the starting material. To measure the density, the samples were fired at a temperature of 1600 °C.

Ключевые слова: керамика, шликер, горячее шликерное литье под давлением

Keywords: ceramics, slip, hot slip injection molding

Введение

В последнее время, активно растет спрос к керамическим изделиям сложной конфигурации для электронной промышленности и других отраслей машиностроения. Среди таких технологий, как полусухое прессование, шликерное литье в гипсовые формы, 3D-печать, горячее прессование и т.д. изготавливать изделия сложной конфигурации с минимальными трудозатратами позволяет технология горячего шликерного литья под давлением. Сущность данной технологии заключается в том, что жидкотекучая формовочная масса, состоящая из порошка и, в большинстве случаев, из органического временного технологического связующего (ВТС) на основе парафина или воска, под давлением заливается в форму. В результате чего можно изготовить полуфабрикат сложной конфигурации.

Литейная система может быть приготовлена из порошков самых разнообразных твердых материалов: из природных минералов, синтетических керамических материалов, стекол, карбидов металлов и т. п. [1, 2-4].

Одним из основных технологических требований, предъявляемых к литейной системе, является максимальная степень заполнения объема частицами порошка, т. е. система должна иметь максимально возможный коэффициент упаковки. При этом литейная система должна обладать достаточно хорошей текучестью, обеспечивающей возможность литья различных изделий. [1]

Литейная способность шликера характеризует пригодность его для отливки изделий данной конфигурации. Она является условной комплексной характеристикой, зависящей от вязкости и скорости затвердевания. Чем меньше вязкость и скорость отвердевания шликера, тем выше его литейная способность. Так же, на литейную способность существенное влияние оказывает концентрация ВТС.

Целью данной работы установление зависимости влияния концентрации ВТС и давления литья на литейные свойства формовочной смеси и плотность обожженных образцов.

Материалы и методы

В работе использовали порошок оксида алюминия (Al_2O_3) марки F 1200 (ООО «Технокерамика», Жуковский р-н) со средним размером частиц 5 мкм.

В качестве временного технологического связующего использовали парафин марки П-2.

Приготовление формовочной смеси (шликера) с разной концентрацией связующего проводили в стальных стаканах из нержавеющей стали, опущенных в водяную баню при температуре воды $90^{\circ}C$. На установке ЭКОН-УГШЛ (см. рис. 1) приготовленные шликеры вакуумировали для удаления воздуха, попавшего при замешивании.

Режим вакуумирования шликера:

- Частота вращения активатора, 20-30 об/мин;
- Длительность вакуумирования 20 – 30 минут.

В работе использовали следующие концентрации ВТС: 10, 11, 12 и 13 масс. %.



Рисунок 1. Установка для горячего шликерного литья под давлением (ЭКОН-УГШЛ)

Литейную способность термопластичного шликера определяли на приборе ПЛС-1 (см. рис. 2). Принцип действия прибора основан на охлаждении шликера при заполнении тонкого канала. Показатель литейной способности – высота заполнения канала шликером при постоянном определенном режиме: давление

формования 2,0, 2,5 и 3,0 атм, температура шликера 75 °С, формы – 20°С. Высоту заполнения замеряли с штангенциркулем.



Рисунок 2. Фото (а) и эскиз прибора для определения литейной способности шликера ПЛС-1 (б); 1 – рабочий канал, 2 - вкладыш из органического стекла, 3 – стальной корпус, 4 – стальные штифты, 5 – шкала.[1]

Образцы в виде цилиндров диаметром 11 мм и высотой 10 мм для определения плотности обжигали при температуре 1600 °С в воздушной атмосфере.

Плотность образцов определяли методом водонасыщения в соответствии с ГОСТ 2409-2014.

Результаты

Зависимость влияния концентрации ВТС и давления литья на литейную способность шликера, кажущуюся плотность и открытую пористость представлена на рисунке 3-5 соответственно.

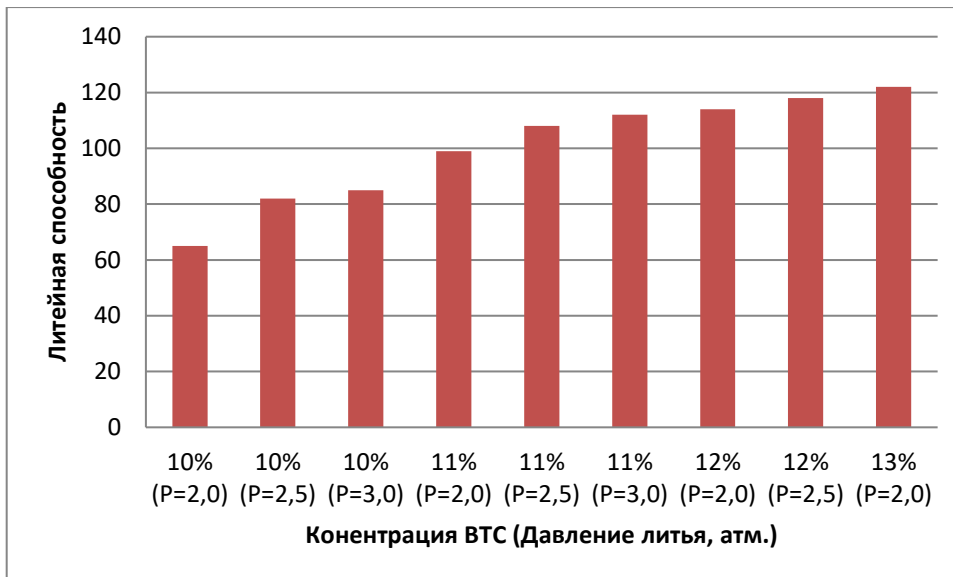


Рисунок 3. Зависимость влияния концентрации ВТС и давления литья на литейную способность

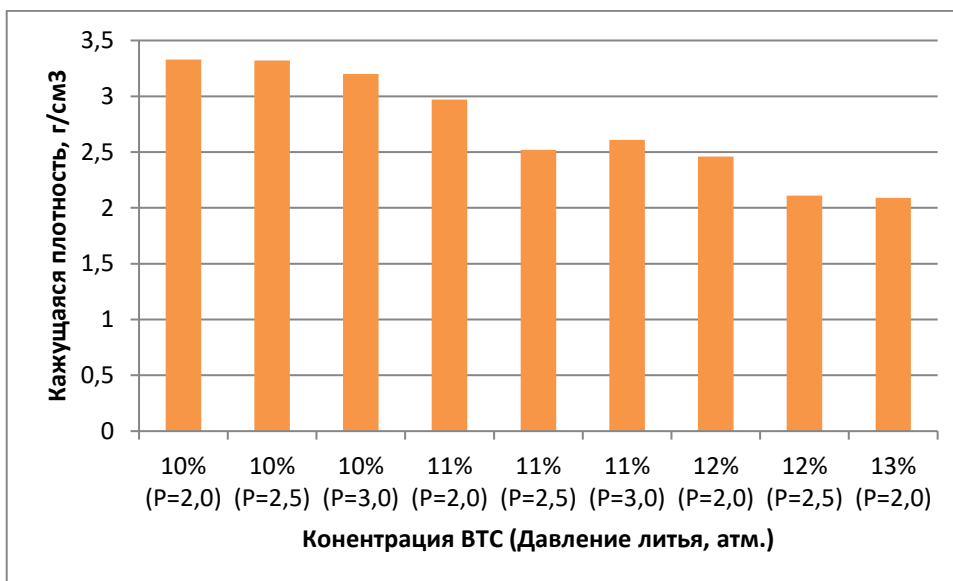


Рисунок 4. Зависимость влияния концентрации ВТС и давления литья на кажущуюся плотность

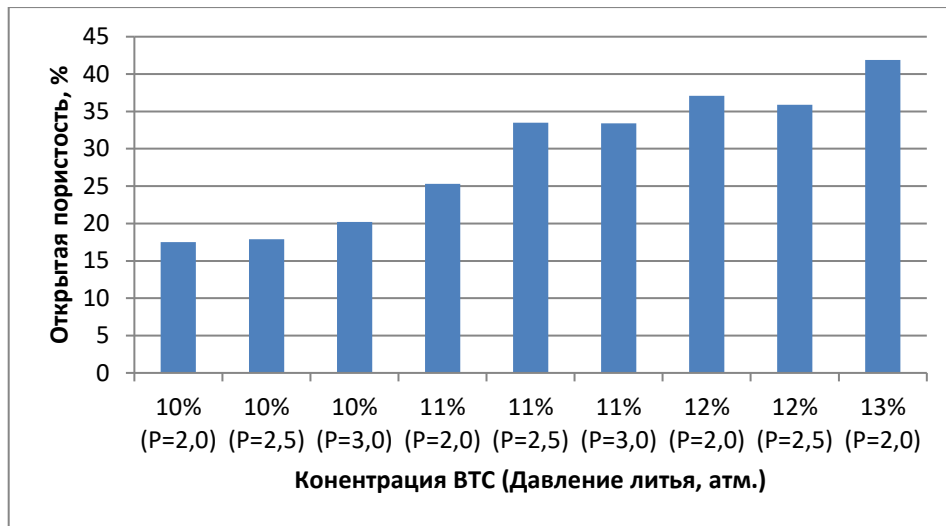


Рисунок 5. Зависимость влияния концентрации ВТС и давления литья на открытую пористость

С увеличением концентрации ВТС наблюдается линейная зависимость изменения литейной способности и кажущейся плотности. Литейная способность увеличивается почти в два раза. С 65 мм при 10 % ВТС до 122 мм. В то же время, кажущаяся плотность при увеличении концентрации ВТС уменьшается с $3,33 \text{ г/см}^3$, до $2,09 \text{ г/см}^3$.

Обращает на себя внимание результат по определению открытой пористости образцов. Она увеличилась почти в 2,5 раза, с 17,5 % до 41,9 %. Причина такого резкого увеличения открытой пористости пока не установлена.

Таким образом, варьированием параметров концентрации ВТС и давления литья, можно управлять пористостью и плотностью керамики, что очень важно при изготовлении таких изделий, как фильтры, форсунки, газоанализаторы и т.д.

Заключение

Проведено исследование по влиянию концентрации ВТС на литейную способность и плотность обожженной алюмооксидной керамики.

Из полученных результатов видно, что при увеличении концентрации ВТС наблюдается линейная зависимость изменения литейной способности и кажущейся плотности. Литейная способность увеличилась в два раза, кажущаяся плотность уменьшилась почти в полтора раза.

Интересным и новым являются результаты открытой пористости, которая меняется почти в два с половиной раза в зависимости от концентрации ВТС в шликере. На данный момент трудно объяснить такое поведение, но оно полностью коррелируется с данными по кажущейся плотности.

Таким образом, варьированием параметров концентрации ВТС и давления литья, можно управлять пористостью и плотностью керамики.

Финансирование работ

Статья написана в рамках выполнения индикаторов по проектам, финансируемым из гос. бюджета или других внешних источников: Национальный проект «Наука и университеты» для достижения результата «Создание новых лабораторий, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей (нарастающий итог)». FSFZ-2022-0003.

Благодарности

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП РТУ МИРЭА, получившего поддержку Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Соглашения от 01.09.2021 №075-15-2021-689.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Научные технологии в машиностроении» Московского Политеха.

Литература

1. Грибовский П.О. Горячее литье керамических изделий: Учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей. / П.О. Грибовский – Москва: Госэнергоиздат, 1961 г.
2. Абрамсон И.Д. Керамика для авиационных двигателей / И.Д. Абрамсон. – Москва: Оборонгиз, 1963 г.
3. Рахманкулов М.М.. Технология литья жаропрочных сплавов / М.М. Рахманкулов, В.М Парашенко. – Москва: Интермет Инжиниринг, Москва, 2000 г.
4. Поляков А.А. Технология керамических радиоэлектронных материалов / А.А. Поляков. – Москва: Радио и связь, Москва, 1989 г.

Literature

1. Gribovsky P.O. Hot casting of ceramic products: A textbook for students of chemical and technological specialties. / P.O. Gribovsky - Moscow: Gosenergoizdat, 1961
2. Abramson I.D. Ceramics for aircraft engines / I.D. Abramson. – Moscow: Oborongiz, 1963.
3. Rakhmankulov M.M. Technology of casting heat-resistant alloys / M.M. Rakhmankulov, V.M. Parashchenko. – Moscow: Internet Engineering, Moscow, 2000
4. Polyakov A.A. Technology of ceramic radioelectronic materials / A.A. Polyakov. – Moscow: Radio and Communications, Moscow, 1989

© Корнюшин М.В., Смирнов А.В., Резниченко А.В., Пономарев С.Г., 2022
Научный сетевой журнал «СтолЫпинский вестник» №10/2022.

Для цитирования: Корнюшин М.В., Смирнов А.В., Резниченко А.В., Пономарев С.Г. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО НА ЛИТЕЙНУЮ СПОСОБНОСТЬ ШЛИКЕРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ШЛИКЕРНОГО ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ// Научный сетевой журнал «СтолЫпинский вестник» №10/2022.