



Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук
(ПФИЦ УрО РАН)

филиал

«Институт технической химии
Уральского отделения
Российской академии наук»
(«ИТХ УрО РАН»)

614013, г. Пермь, ул. Ак. Королёва, 3
Тел. (342) 237-82-72, факс 237-82-62
<http://itcras.ru>, E-mail: info@itcras.ru
ОКПО 15730655, ОГРН 1025900517378
ИНН 5902292103 КПП 590243002

12.11.2020 № 17700-Т / 2141 / 01-293

на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Директор «ИТХ УрО РАН»
член корреспондент РАН

Стрельников В.Н.
2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации «Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ИТХ УрО РАН») на диссертационную работу Ордина Дмитрия Алексеевича на тему «Физико-химические основы и технология литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность темы диссертационного исследования.

Метод литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) является одним из перспективных методов получения прецизионно точных изделий сложной конфигурации, имеющих полузакрытые полости со специфичной топологией. К таким изделиям относятся, например лопатки и фасонные детали турбореактивных двигателей.

Анализ тенденций развития технологии получения литейных керамических форм (ЛКФ) для ЛВМ показывает, что одними из основных критериев определяющих качество металлических отливок являются точность воспроизведения ЛКФ размерно-геометрических характеристик восковых моделей, достаточная механическая прочность ЛКФ в «сыром» виде, прогнозируемая усадка при обжиге, а также достаточная открытая пористость для отвода газов и высокая механическая прочность обожженной формы.

В настоящее время в качестве связующего для получения ЛКФ используют токсичный и пожароопасный гидролизованый этилсиликат (ГЭТС), обладающий низкой стабильностью свойств и сопровождаемый введением ацетона на стадии гидролиза и аммиака на стадии сушки ЛКФ. В связи с необходимостью повышения степени автоматизации производства, а также совершенствования технологии получения ЛКФ, в части соблюдения норм по защите окружающей среды и техники безопасности, замены ГЭТС на пожаробезопасные, экологичные и стабильные водно-коллоидные связующие (ВКС) на основе SiO_2 является перспективным и актуальным направлением развития современной металлургии.

Таким образом, диссертационная работа Ордина Дмитрия Алексеевича, посвященная изучению физико-химических основ и разработке технологии литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля, несомненно, является

актуальной, а полученные результаты открывают дополнительные перспективы в области современной металлургии в части с получения прецизионно точных металлических изделий сложной конфигурации методом ЛВМ.

Степень обоснованности научных результатов исследования, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Материалы экспериментальной части работы изложены на высоком научном уровне, полученные автором результаты являются обоснованными и достоверными. Автором разработаны связующие для изготовления керамических форм на основе ВКС и технология производства керамических форм для литья по выплавляемым моделям.

Теоретические положения диссертационной работы Ордина Д.А. подтверждены большим количеством экспериментальных исследований с использованием современных методик и оборудования.

Диссертационная работа изложена на 127 страницах машинописного текста и включает в себя введение, литературный обзор, пять разделов, основные выводы и список литературы, включающий 105 наименований. Обзор литературы подготовлен весьма квалифицированно, содержит достаточное количество ссылок на работы последних лет и логично построен, что позволяет положительно оценить подготовленность автора критически подходить к анализу экспериментальных данных.

Достоверность полученных данных.

Достоверность полученных результатов базируется на большом объеме проведенных экспериментов, воспроизводимости результатов эксперимента, полученных с использованием современного оборудования и физико-химических методов анализа.

Достоверность результатов исследования не вызывает сомнений.

Научная новизна основных положений диссертационной работы.

Научная новизна диссертации состоит в том, что автором впервые установлено, что для керамических суспензий, содержащих электрокорунд, дистенсиллиманит и водный кремнезоль абсолютная величина дзета-потенциала, отражающая устойчивость коллоидной системы, в наибольшей степени возрастает с уменьшением величины pH, повышением вязкости системы и химически связанных функциональных групп OH⁻. Средний размер частиц SiO₂ снижается при увеличении абсорбированных функциональных групп OH⁻, величины pH, концентрации SiO₂, плотности и электропроводности системы, а также при уменьшении количества функциональных групп CH_x, CO₂ и вязкости. Автором выявлено, что полиморфные превращения нанодисперсного SiO₂, с размером частиц 8-15 нм в отличие от микрокристаллического SiO₂ при термической обработке ЛКФ образуют 3 модификации, отличающиеся по температурному диапазону их существования: α-кristобалит при T = 750-770 °C, β-тридимит при T = 850-910 °C, α-тримидит при T = 1030-1070 °C. Установлен качественный и количественный состав кристаллических фаз нанодисперсного SiO₂ в цикле «нагрев-охлаждение». Впервые установлено, что степень деструкции и удаления остатков компонентов выплавляемых моделей в операции прокаливания ЛКФ возрастает при проведении высокотемпературного пиролиза в инертной среде с последующим окислением в атмосфере воздуха. По результатам статистического анализа характеристик 20 литейных керамик различного состава автором разработаны математические регрессионные модели, описывающие зависимости прочности, относительного изменения длины, теплового эффекта и изменения массы керамик при нагреве с 500 до 1000 °C, усадки от качественного и количественного составов ЛКФ.

Научная и практическая значимость.

Полученные в диссертационной работе результаты представляют значительный научный интерес, так как способствуют развитию теоретических представлений в области повышения устойчивости керамических суспензий и полиморфных модификаций нанодисперсного диоксида кремния.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений, поскольку полученные результаты используются ведущим предприятием отрасли – АО «ОДК-Авиадвигатель». В ходе опытно-промышленных испытаний технологии изготовления ЛКФ с использованием ВКС получены литейные формы с характеристиками, соответствующими требованиям серийного производства ЛКФ.

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Из графика, приведенного на рисунке 3.34 стр. 85 диссертации следует, что полное выгорание образца, вне зависимости от среды (инертная или окислительная), достигается при температуре до плюс 600 °С. В этой связи не совсем понятно, на чем основан вывод о необходимости выжига восковых моделей при температурах более 750 °С.

2. Не совсем понятен смысл проведения исследования вязкости связующих, представленный в п.3.11 стр. 77 диссертации. Существует ли какое то предельное (оптимальное) значение вязкости для связующих, на основании которого автор сделал вывод: «Связующие марок ЕНТ, Remasol LCSi, Армосил АМ, Армосил Р и Армосил Н могут быть использованы для приготовления суспензий с большим содержанием огнеупорных порошков»? Почему в этот список не вошел, к примеру, Армосил SR? Полезно было бы провести сравнение вязкости для связующих с различным содержанием наполнителя.

3. Одним из пунктов практической значимости диссертационной работы являются разработанные связующие для изготовления керамических форм. При этом в диссертационной работе данных по разработке связующих не приводится.

Приведенные выше замечания не снижают научную и практическую значимость выполненной Ординым Дмитрием Алексеевичем диссертационной работы и ее основных выводов. Представленная диссертация, несомненно, вносит существенный вклад в развитие современной металлургии в части технологии ЛВМ. Она характеризуется научной и практической ценностью, логичностью построения и достоверностью результатов.

Автор продемонстрировал достаточно высокую квалификацию в области физикохимии и технологии литейных керамических форм на основе водно-коллоидных кремнезольей. Результаты работы изложены в достаточном количестве публикаций и апробированы на различных конференциях. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

Соответствие диссертации паспорту специальности.

Тема и содержание диссертационной работы Ордина Дмитрия Алексеевича соответствует основным положениям паспорта специальности научных работников 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Заключение о соответствии диссертации требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Представленная диссертационная работа Ордина Дмитрия Алексеевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой в соответствии с п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 г. на основании выполненных автором исследований разработана технология литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля, имеющие существенное значение для развития металлургической промышленности страны в области технологии литья по выплавляемым моделям, так как позволяет снизить себестоимость ЛКФ в 4 раза и внедрить в производство роботизированные комплексы нанесения слоев керамических суспензий.

В соответствии с п.10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» работа подготовлена в виде рукописи, написана автором самостоятельно. Обладает

внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, приведены сведения о практическом использовании результатов научных исследований, что свидетельствует о личном вкладе диссертации в науку.

В соответствии с п. 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» основные результаты диссертации в полной мере отражены в 17 опубликованных работах, в том числе 4 в журналах рекомендованных перечнем ВАК РФ. Автором получено 5 патентов на изобретение.

В соответствии с п.14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» в диссертационной работе отсутствуют заимствованный материал без ссылки на автора и (или) источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Ординым Д.А. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Результаты и выводы диссертации могут быть рекомендованы для использования на целом ряде предприятий металлургической отрасли и отраслевых научно-исследовательских институтов: АО «ОДК Пермские моторы»; АО «ОДК-Авиадвигатель»; ПАО «Мотовилихинские заводы»; АО «Новомет –Пермь». ПАО «Научно-производственное объединение «Искра»,

Диссертационная работа Ордина Д.А. по своему содержанию, оформлению, новизне, практической значимости отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Ордин Дмитрий Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Диссертация обсуждена на семинаре «Института технической химии Уральского отделения Российской академии наук» - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук «ИТХ УрО РАН» «10» ноября 2020 г., протокол № 8.

Председатель научного семинара,
доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе
«ИТХ УрО РАН»

Вальцифер Виктор Александрович

«Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук «ИТХ УрО РАН»

614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д.3.

тел.: (342) 237-82-50, факс: (342) 212-93-77

e-mail: info@itch.perm.ru