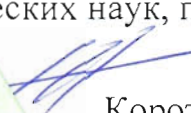


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
Пермского национального
исследовательского
политехнического университета,

доктор технических наук, профессор


Коротаев В.Н.

_____ 2020 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Физико-химические основы и технология литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля» выполнена на кафедре «Химические технологии».

В период подготовки диссертации аспирант Ордин Дмитрий Алексеевич, работал в АО «ОДК-Авиадвигатель», технологическое бюро литейно-термического цеха №27 в должности инженера-технолога 1 категории технологического бюро.

В 2014 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по специальности 240301.65 Химическая технология неорганических веществ.

В 2020 году окончил аспирантуру очной формы обучения Пермского национального исследовательского политехнического университета по направлению 18.06.01 Химическая технология (период обучения 01.09.2016 – 31.08.2020).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Пойлов Владимир Зотович, профессор кафедры «Химические технологии» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Представленная работа Ордина Дмитрия Алексеевича посвящена теоретическим и прикладным аспектам получения и применения литейных керамик на основе водно-коллоидного кремнезоля, в том числе изучению протекающих физико-химических процессов и разработке технологии литейных керамических форм.

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

- проведен аналитический обзор литературных данных;
- проведены исследования влияния различных промывочных растворов на величину краевого угла смачивания керамической суспензии к поверхности модельного воска;
- исследованы параметры, влияющие на агрегативную устойчивость керамических суспензий;
- изучены тепловые эффекты процессов деструкции веществ, входящих в состав восковых и полистирольных моделей;
- рассмотрены полиморфные превращения диоксида кремния в цикле «нагрев-охлаждение»;
- разработаны составы литейных керамик, обеспечивающие литейным керамическим формам заданные технические характеристики;
- проведены опытно-промышленные испытания стадий технологии и технико-экономическая оценка использования разработанной технологии и материалов.

2. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- впервые установлены параметры, влияющие на устойчивость керамических суспензий, содержащих электрокорунд, дистенсиллиманит и водный кремнезоль. Выявлены параметры, оказывающие влияние на средний размер частиц SiO_2 водно-коллоидных связующих. Средний размер частиц SiO_2 снижается при увеличении абсорбированных функциональных групп OH^- на поверхности мицелл SiO_2 , величины pH, концентрации SiO_2 , плотности и электропроводности системы;

- выявлены полиморфные превращения нанодисперсного SiO₂ с размером частиц 8-15 нм в цикле «нагрев-охлаждение», выделенного из водно-коллоидных связующих;

- впервые установлены степень деструкции и удаления остатков компонентов выплавляемых моделей в операции прокаливания литейных керамических форм;

- на основании статистического анализа характеристик литейных керамик различного состава разработаны математические регрессионные модели, описывающие зависимости прочности, относительного изменения длины и усадки от качественного и количественного составов керамик для литейных форм.

3. Степень достоверности полученных результатов подтверждается использованием современных методов проведения исследований, воспроизводимостью полученных результатов, согласованностью защищаемых разработок с эмпирическими данными, достаточным объемом исследований российского и мирового опыта в области теории и технологии материалов на керамической основе. Результаты и выводы научной работы не противоречат результатам, представленным в независимых источниках по рассматриваемой тематике.

4. Практическая значимость исследования заключается в следующем:

- установлены величины характеристик (прочность, огнеупорность, коэффициент линейной усадки, коэффициент термического расширения) для 20 видов литейных керамик различного состава на основе водно-коллоидных связующих, необходимые для разработки технологии производства литейных керамических форм;

- разработаны связующие для изготовления керамических форм и технология производства керамических форм для литья по выплавляемым моделям, которые позволяют автоматизировать производство литейных форм, отличаются повышенным сроком сохранения стабильных свойств и экологичностью по сравнению с серийным связующим – гидролизированным этилсиликатом (на изобретения получены патенты №2614944, №2641205, №2670115, №2670116, №2696614).

Результаты исследований – обезжиривающие растворы и способ обезжиривания, водно-коллоидные связующие и основы технологии литейных керамических форм внедрены в производство на АО «ОДК-Авиадвигатель», г. Пермь, в металлургическом производстве изготовления отливок деталей газотурбинных установок авиационного и наземного применения.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 17 работах, из них 4 работы опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для публикации основных результатов диссертационных исследований, в том числе 1 переводная статья – в издании, индексируемом в международных базах цитирования Scopus, Springer, Web of Science, Chemical Abstracts (pt), получено 5 патентов (общий объем публикаций 8,26 печатного листа, из них авторских 3,59 печатных листа).

Наиболее значимые работы:

1. Углев, Н. П. Термомеханические свойства керамик для литья по выплавляемым моделям / Н. П. Углев, В. З. Пойлов, А. Л. Казанцев, Д. А. Ордин, К. С. Мерзляков, В. Л. Звездин, А. В. Шилов, А. Ю. Петров, С. Н. Трубкина, А. А. Самосудов // Литейное производство. – 2014. – № 5. – С. 16-20.

В статье соискателем представлены результаты исследований механических и физико-химических свойств 20 видов литейной керамики на основе оксидов алюминия и кремния.

2. Углев, Н. П. Об удалении модельных масс из керамических оболочек при литье по выплавляемым моделям / Н. П. Углев, В. З. Пойлов, К. С. Мерзляков, В. Л. Звездин, А. В. Шилов, Д. А. Ордин // Литейное производство. – 2015. – № 3. – С. 17-20.

В статье соискателем рассмотрен процесс удаления восковых и полистирольных моделей из полости керамической формы. Представлены результаты ДТА- и ДТГ-анализов модельных и полистирольных масс.

3. Углев, Н. П. Влияние технологических параметров сырья на физико-механические характеристики керамики / Н. П. Углев, В. З. Пойлов, В. В. Карманов, К. С. Мерзляков, В. Л. Звездин, А. В. Шилов, Д. А. Ордин, А. Ю. Петров, С. Н. Трубкина, А. А. Самосудов // Стекло и керамика. – 2016. – № 6. – С. 15-21.

Переводная версия: Uglev, N. P. Effect of technological parameters of raw materials on the physical-mechanical characteristics of ceramics / N. P. Uglev, V. Z. Poilov, V. V. Karmanov, K. S. Merzlyakov, V. L. Zvezdin, A. V. Shilov, D. A. Ordin, A. Yu. Petrov, S. N. Trubkina and A. A. Samosudov // Glass and Ceramics. – 2016. – Vol. 73. – P. 213-218. (Scopus, Springer, Web of Science, Chemical Abstracts (pt))

В статье соискателем представлены результаты исследований материалов литейных керамик различного состава и назначения, приведены уравнения регрессии, отражающие влияние состава керамик на их свойства.

4. Ордин, Д. А. Свойства керамических суспензий на основе водно-коллоидных связующих / Д. А. Ордин, А. В. Шилов, В. Л. Звездин, В. З. Пойлов, Н. П. Углев, А. Л. Казанцев, В. В. Вахрушев // Литейное производство. – 2016. – № 3. – С. 21-25.

В статье представлены исследования шести типов наполнителей, четырех марок связующего и 13 составов суспензий, проведена сравнительная оценка свойств разработанных соискателем суспензий.

5. Раствор для смачивания поверхности восковых моделей для высокоточного литья: пат. 2614944 Рос. Федерация: МПК51 C11D3/10(2006.01), C11D3/20(2006.01), C11D3/02(2006.01) / В. Л. Звездин, К. С. Мерзляков, Д. А. Ордин, В. З. Пойлов, Н. П. Углев, А. В. Шилов; заявитель и патентообладатель АО «ОДК-Авиадвигатель» (RU). – № 2016105134; заявл. 16.02.2016; опубл. 31.03.2017.

6. Способ изготовления керамических форм для равноосного литья жаропрочных сплавов по выплавляемым моделям: пат. 2641205 Рос. Федерация: МПК51 B22C 9/04 (2006.01) / В. Л. Звездин, А. В. Шилов, Д. А. Ордин, В. З. Пойлов, Н. П. Углев, М. С. Дьяков; заявитель и патентообладатель АО «ОДК-Авиадвигатель» (RU). – № 2016152405; заявл. 28.12.2016; опубл. 16.01.2018.

7. Связующее для изготовления керамических форм, используемых для литья по выплавляемым моделям жаропрочных сплавов, и способ получения связующего для изготовления керамических форм, используемых для литья по выплавляемым моделям жаропрочных сплавов: пат. 2670115 Рос. Федерация: МПК51 B22C 1/18 (2006.01) / Д. А. Ордин, В. Л. Звездин, А. В. Шилов, В. З. Пойлов, Н. П. Углев; заявитель и патентообладатель АО «ОДК-Авиадвигатель» (RU). – № 2017136653; заявл. 17.10.2017; опубл. 18.10.2018.

8. Связующее для изготовления керамических форм, используемых для равноосного литья по выплавляемым моделям жаропрочных сплавов: пат. 2670116 Рос. Федерация: МПК51 B22C 1/18 (2006.01) / Д. А. Ордин, В. Л. Звездин, А. В. Шилов, В. З. Пойлов, Н. П. Углев, Н. А. Зотов, А. С. Максютин, И. А. Юрпатов; заявитель и патентообладатель АО «ОДК-Авиадвигатель» (RU). – № 2017136778; заявл. 18.10.2017; опубл. 18.10.2018.

9. Способ смачивания восковых моделей: пат. 2696614 Рос. Федерация: МПК51 B22C 9/04 (2006.01) / Д. А. Ордин, А. В. Шилов, В. Л. Звездин;

заявитель и патентообладатель АО «ОДК-Авиадвигатель» (RU). – № 2019102672 ; заявл. 31.01.2019 ; опубл. 06.08.2019.

В работах 5-9 соискателем представлены практические результаты исследовательской работы: обезжиривающие растворы, водные связующие и основы технологии литейных керамических форм.

Научные труды в прочих изданиях:

10. Углев, Н. П. Термомеханические свойства керамик для прецизионного литья по выплавляемым моделям / Н. П. Углев, К. С. Мерзляков, Д. А. Ордин // Химия. Экология. Биотехнология : тезисы докладов XVI региональной научно-практической конференции студентов и молодых учёных, г. Пермь, 23-24 апреля 2014. – Пермь, 2014. – С. 59-61.

11. Ордин, Д. А. Исследование влияние состава промывочных растворов на величину адгезии воды к материалу восковых моделей для металлического литья / Д. А. Ордин, К. С. Мерзляков, Н. П. Углев, В. З. Пойлов // Вестник ПНИПУ. – 2014. – № 2. – С. 18-24.

12. Ордин, Д. А. Перевод технологии литья по выплавляемым моделям в авиастроении на керамику, полученную с использованием связующих на водной основе. Обзор выполненных исследований / Д. А. Ордин, Е. Н. Новокрещенных, В. З. Пойлов, Н. П. Углев // Вестник ПНИПУ. – 2016. – № 3. – С. 59-74.

13. Углев, Н. П. Разработка и испытания литейной керамики на водно-коллоидной основе для высокотемпературных сплавов авиационного назначения / Н. П. Углев, В. З. Пойлов, А. Ю. Петров, В. Л. Звездин, А. В. Шилов, Д. А. Ордин, С. Н. Трубкина // Роль фундаментальных исследований при реализации "Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года". – 2016. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: ОЗУ – 512 Мб, свобод. место на HDD не менее 60 Мб, процессор 500 МГц, разрешение экрана 1024x768, дисковод CD-ROM 2x и выше, мыш, Windows XP SP3/Vista/7/8, Microsoft Word 2010 и выше, Internet Explorer 9. – Загл. с экрана.

14. Мырзина, К. М. Сравнительное исследование и выбор смачивателя для водно-коллоидных связующих / К. М. Мырзина, Е. Н. Новокрещенных, Д. А. Ордин, Н. П. Углев // Химия. Экология. Урбанистика. – 2017. – Ч. 1. – С. 550-553.

15. Ордин, Д.А. Влияние состава керамик на коэффициент термического расширения / Д. А. Ордин, А. Л. Казанцев, В. З. Пойлов, Н. П. Углев // Актуальные проблемы порошкового материаловедения. – 2018 – С. 315-318.

16. Ордин, Д.А. Моделирование физико-механических характеристик керамических материалов на основе оксидов металлов / Д. А. Ордин, А. Л. Казанцев, Е. Н. Новокрещенных, В. З. Пойлов, Н. П. Углев // Актуальные проблемы порошкового материаловедения. – 2018 – С. 319-322.

17. Семуков, А.И. Формирование керамических оболочек для литья жаропрочных сплавов / А. И. Семуков, Д. А. Ордин, Д. В. Саулин, В. З. Пойлов, Н. П. Углев // Актуальные проблемы порошкового материаловедения. – 2018 – С. 347-351.

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите.

Представленная Ординым Дмитрием Алексеевичем диссертационная работа является самостоятельным научным исследованием в области технологии керамических материалов, имеет важное научное, фундаментальное и прикладное значение для развития порошковой металлургии и композиционных материалов.

Указанная область исследования соответствует формуле научной специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы: п. 1 «Изучение закономерностей физико-химических процессов получения дисперсных систем из материалов на основе керамики»; п. 2 «Исследование и моделирование физико-химических процессов синтеза полуфабрикатов и изделий из порошковых и композиционных материалов с керамической и полимерной матрицей, разработка оборудования и технологических процессов их получения»; п. 5 «Изучение структуры и свойств порошковых материалов и изделий, модифицированных слоев на полуфабрикатах и изделиях, полученных методом порошковой металлургии или другими способами»; п. 6 «Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов производства, контроля и сертификации полуфабрикатов и изделий различного назначения из порошковых и композиционных материалов, а также материалов и изделий с покрытиями и модифицированными слоями».

7. Диссертационная работа Ордина Дмитрия Алексеевича отвечает требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013г.: автор, Ордин Дмитрий Алексеевич, в тексте диссертации приводит ссылки на авторов и/или источники заимствованных материалов и отдельных результатов. Результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, материалах конференций, соответствующие ссылки присутствуют в тексте диссертации.

Диссертация «Физико-химические основы и технология литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля» Ордина Дмитрия Алексеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Заключение принято на заседании кафедры «Химические технологии» Пермского национального исследовательского политехнического университета 02 июля 2020 г. (протокол № 16). Присутствовало на заседании 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0.

Ио заведующего кафедрой
«Химические технологии»,
кандидат технических наук, доцент



_____/Кобелева А.Р./

Ученый секретарь кафедры

_____/Кузина Е.О./