

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.06

**по диссертации Ордина Дмитрия Алексеевича
на соискание ученой степени
кандидат технических наук**

Диссертация «Физико-химические основы и технология литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля» по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы принята к защите «21» октября 2020 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.06, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «01» октября 2019 г. № 70-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым - четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на кафедре «Химические технологии».

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

Официальные оппоненты:

Буякова Светлана Петровна, доктор технических наук (01.04.07 – Физика конденсированного состояния), профессор, заместитель директора по научной работе, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации;

Тарасовский Вадим Павлович, кандидат технических наук (05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), доцент кафедры материаловедения и технологии композиционных материалов, Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Ведущая организация: «Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук» – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования, г. Пермь (отзыв ведущей организации утвержден Стрельниковым Владимиром Николаевичем, доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН, директором, заслушан на семинаре ИТХ УрО РАН и подписан Вальцифером Виктором Александровичем, доктором технических наук, профессором, заместителем директора по научной работе).

По теме диссертации соискателем опубликовано 17 научных трудов, в том числе 4 работы - в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, из них 1 работа - в издании, индексируемом в международных базах цитирования (Scopus, Springer, Web of Science, Chemical Abstracts (pt)), соискателем получено 5 патентов на изобретения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

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

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны составы связующих для изготовления керамических форм и технология производства керамических форм на основе кремнезоля для литья по выплавляемым моделям, которые отличаются повышенной стабильностью фазового состава и экологичностью по сравнению с серийным связующим – гидролизованным этилсиликатом, что в результате позволяет автоматизировать производство литейных форм.

на основании статистического анализа характеристик литейных керамик различного состава **предложены** математические регрессионные модели, описывающие зависимости физико-механических свойств литейных форм от фазового и количественного составов литейных керамик;

доказана перспективность использования в металлургической отрасли производства литейных керамических форм новых технических решений, связанных с повышением стабильности керамических суспензий на основе водно-коллоидных связующих и усовершенствованием технологии литейных форм, что подтверждается выдачей патентов №2614944, №2641205, №2670115, №2670116, №2696614;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **доказано**, что возрастание степени деструкции и удаления остатков компонентов выплавляемых моделей в операции прокаливания литейных керамических форм наблюдается при

проведении высокотемпературного пиролиза в инертной среде с последующим окислением в атмосфере воздуха;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методик экспериментального определения характеристик материалов, позволивших установить, влияние основных технологических параметров водно-коллоидных связующих на величину дзета-потенциала и средний размер частиц диоксида кремния, которые определяют агрегативную устойчивость керамических суспензий;

установлено влияние содержания плавленого кварца и фазового состава на физико-механические свойства литейных керамических форм;

определены температурные интервалы полиморфных превращений диоксида кремния в цикле «нагрев-охлаждение», тепловые эффекты плавления, условия поликонденсации, деструкции, самовоспламенения и горения веществ, входящих в состав восковых и полистирольных моделей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: *разработаны и внедрены* в металлургическом производстве отливок деталей газотурбинных установок авиационного и наземного назначения АО «ОДК-Авиадвигатель» (г. Пермь) обезжиривающие растворы и способ обезжиривания, составы водно-коллоидных связующих и основы технологии изготовления литейных керамических форм для литья по выплавляемым моделям; *доказана перспективность* замены токсичного гидролизованного этилсиликатного связующего в литейных керамиках на более пожаробезопасное, экологичное и обладающее высокой стабильностью водно-коллоидное связующее на основе диоксида кремния;

предложены практические рекомендации по технологии удаления остатков восковых составов и прокаливания литейных керамических форм при температуре 750-770°C;

на основании результатов дифференциального термического анализа и термогравиметрического анализа *представлены* рекомендации по проведению технологических режимов выжигания восковых моделей из литейных форм и предварительного прокаливания литых керамических форм;

разработаны опытно-промышленная технологическая схема изготовления литейных керамических форм на основе водно-коллоидных кремнезольных связующих в промышленных масштабах и параметры технологических операций для повышения качества литейных керамик;

Рекомендации по использованию. Предложенные технологические решения позволяют получать литейные формы с характеристиками, соответствующими требованиям серийного производства литейных керамических форм с экономическим

эффектом, выраженным в снижении себестоимости изготовления форм для равноосного литья и литья методом направленной кристаллизации от 4 до 21 раза.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано сертифицированное оборудование, позволившее получить воспроизводимые результаты;

теоретические основы разработанной технологии базируются на передовом российском и мировом опыте в области теории и технологии керамических материалов; согласуются с результатами исследований, представленными в независимых источниках по рассматриваемой тематике;

установлена согласованность предложенных разработок с эмпирическими данными других исследователей;

использованы современные стандартизированные методики проведения экспериментов и обработки статистической информации.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и задач исследования; изучении и разработке составов связующих для изготовления керамических форм; изучении физико-химических процессов, влияющих на агрегативную устойчивость керамических суспензий на основе водно-коллоидного кремнезоля; исследовании процессов удаления восковых моделей; разработке математических регрессионных моделей; определении оптимальных технологических параметров изготовления литейных керамических форм; проведении опытно-промышленных испытаний и выполнении технико-экономической оценки предложенной технологии изготовления литейных керамических форм с использованием водно-коллоидных связующих; обработке полученных данных и анализе результатов; формулировании основных положений и выводов; подготовке публикаций и заявок на патенты.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 января 2018 г. № 1-О: в ней содержатся теоретические и технологические решения в области получения и применения литейных керамических материалов на основе водно-коллоидного кремнезоля, отвечающих требованиям серийного производства литейных форм; предложенные решения расширяют знания о процессах, протекающих при получении дисперсных систем из керамических материалов, и имеют важное теоретическое и практическое значение для металлургических производств в машиностроении и авиадвигателестроении.

На заседании «22» декабря 2020 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.06 принял решение присудить *Ордину Дмитрию Алексеевичу* ученую степень *кандидат технических наук* по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы (протокол заседания № 7).

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – 0.

Председатель диссертационного совета
Д ПНИПУ.05.06, д-р техн. наук, доц.

___ /Оглезнева С.А./

Ученый секретарь диссертационного совета
Д ПНИПУ.05.06, канд. техн. наук.

___ /Кульметьева В.Б./

« ___ » декабря 2020 г.

