

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Ковышкиной Елены Павловны на тему «Исследование и разработка технологии изготовления керамической оболочки на водном связующем для получения крупногабаритных отливок ответственного назначения из жаропрочного никелевого сплава ВЖЛ14Н-ВИ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 26 декабря 2024 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 14 октября 2024 г., протокол № 23.

Диссертация выполнена на кафедре литейных технологий и художественной обработки материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Белов Владимир Дмитриевич, д.т.н., профессор, и.о. заведующего кафедрой «Литейные технологии и художественная обработка материалов» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 23 от 14 октября 2024 г.) в составе:

1. Кожухов Алексей Александрович – д.т.н. заведующий кафедрой металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова филиала НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. Аксенов Андрей Анатольевич - д.т.н, эксперт научного проекта кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС;

3. Батышев Константин Александрович - д.т.н., профессор кафедры «Технологии обработки материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;

4. Шатульский Александр Анатольевич - д.т.н., заведующий кафедрой материаловедения, литья, сварки федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева»;

5. Пашков Игорь Николаевич – д.т.н., профессор кафедры 1101 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- доказана возможность использования водорастворимых солевых моделей для получения крупногабаритных керамических оболочковых форм с применением суспензии, приготовленной на основе готового водного связующего, содержащего силиказоль, и предложена технология позволяющая получать годные отливки в условиях действующего промышленного предприятия;

- на основании разработанных соискателем методик определения технологических свойств водорастворимых моделей на основе карбамида предложены новые составы водорастворимых модельных масс, пригодные для изготовления крупногабаритных моделей и огнеупорных оболочковых форм на основе готовых водных связующих;

- предложена новая методика исследования текучести наполненных восковых модельных составов, позволяющая определять их пригодность для получения крупногабаритных выплавляемых моделей и разработана соответствующая технологическая проба;

- изучены свойства отечественных водных связующих на основе силиказоля и проведено их сравнение, в результате чего предложены марки связующих, наилучшим образом подходящих для изготовления огнеупорных оболочковых форм для крупногабаритных отливок из жаропрочных никелевых сплавов с использованием водорастворимых моделей на основе карбамида или восковых моделей;

- предложены рекомендации по технологии изготовления керамической оболочки с использованием модели на основе карбамида и водных связующих ВТ13-02У, Ставроформ ВС, UltraCast One+ и UltraCast Prime при получении керамических форм для крупногабаритных тонкостенных со сложной геометрией отливок из жаропрочных никелевых сплавов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- выявлены универсальные закономерности изменения условной вязкости суспензии от количества вводимого связующего (ВТ13-02У, Ставроформ ВС, UltraCast One+ и UltraCast Prime) при постоянном количестве наполнителя (пылевидного плавленного кварца). Установлено, что она монотонно уменьшается с 326 до 15 С при увеличении количества связующего с 400 до 600 мл на 1 кг наполнителя, при этом оптимальным количеством является соотношение 1 кг наполнителя к 500 мл связующего;

- обнаружены признаки наличия полиморфных превращений в плавленном кварце в процессе проковки и заливки оболочковой керамической формы с образованием кристобалита и тридимита, а также установлено влияние этого процесса на прочность формы и размерную точность получаемых отливок;

- выявлено, что полиморфным превращением в большей степени подвержен материал связующего (водное связующее Ultracast Prime), чем обсыпочный материал (плавленный кварц), при этом установлено, что связующее после огеливания представляет собой кристаллический SiO_2 , который претерпевает полиморфные превращения в процессе нагрева до 600 °С и в интервале температур 900-1200 °С.

- установлено влияние добавок к солевым модельным массам на растворимость и смачиваемость моделей. Выявлено, что добавка 2 % поливинилового спирта в модельную композицию на основе карбамида способствует увеличению прочности и линейной усадки модельной композиции на 10 % и 0,1 %, соответственно. При этом растворимость

модельной композиции в воде снижается на 50 %. Показано, что $MgSO_4$ и KNO_3 в модельную композицию на основе карбамида обеспечивают снижение краевого угла смачивания водным связующим до 18,9 и 22,7 градусов, соответственно. Добавка поливинилового спирта (ПВС) в модельные композиции на основе карбамида повышает краевой угол смачивания до 38,8 градусов;

- разработана методика определения текучести модельного воска в процессе запрессовки. С помощью разработанной методики установлено, что текучесть наполненных восков RG20, S1235 и S1135 зависит от температуры и давления впрыска. При этом выявлена линейная зависимость текучести воска от давления и температуры впрыска. Снижение температуры с 90 °С до 60 °С увеличивает динамическую вязкость воска более чем в 10 раз, что является основной причиной падения текучести воска с понижением температуры запрессовки.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- предложена альтернативная технология получения керамических форм на поверхности водорастворимых моделей на основе карбамида с использованием связующих на водной основе;

- разработана и опробована в производственных условиях технология изготовления крупногабаритных (более 1 м) отливок «Корпус наружный», которая позволяет получать крупногабаритные тонкостенные отливки ответственного назначения из жаропрочного никелевого сплава ВЖЛ14Н-ВИ в условиях санкций и дефицита специального оборудования для запрессовки крупногабаритных (более 1200 мм) тонкостенных (до 5 мм) восковых моделей в России;

- сконструирована и изготовлена проба для определения текучести наполненных восков, которая обеспечивает высокую воспроизводимость результатов измерений. На основании предложенной методики произведен выбор наиболее подходящего для получения крупногабаритных выплавляемых моделей модельного воска марки S1135;

- по результатам исследований свойства экспериментальных составов модельной композиции на основе карбамида с добавками сульфата магния, нитрата калия, поливинилового спирта и диметилглиоксима предложены модельные составы, позволяющие получать огнеупорную керамическую оболочку с минимальным количеством дефектов на водных связующих;

- предложены составы покрытий для водорастворимых солевых моделей, способные защитить модельные композиции на основе карбамида от взаимодействия со связующим на водной основе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ о надежности результатов свидетельствует повторяемость результатов, высокая оценка представленных данных на профильных конференциях, а также публикация в том числе в рецензируемом журнале, входящем в первый квартиль Web of Science (Core Collection) / Scopus;

- работа базируется на комплексном анализе результатов исследования свойств керамической оболочки и материалов моделей и полученных в ходе опытно-

промышленного опробования предложенной технологии изготовления керамических оболочек для получения крупногабаритных тонкостенных отливок;

- для экспериментальных работ было использовано современное аттестованное исследовательское оборудование (сканирующий электронный микроскоп VEGA3 SBH, вискозиметр Brookfield DV2TLV, универсальной машине Instron 5966, профилометр MarSurf M300C, рентгеновский дифрактометр Bruker D8 ADVANCE) и соответствующие методики исследования;

- в работе применены современные методики сбора и обработки исходной информации, отвечающие современным требованиям. Для проведения анализа оригинальных и литературных данных использовались программы MS Excel, Origin, ImageJ;

- теоретические положения построены на известных и наиболее цитируемых, проверяемых данных, имеют согласованность с данными, полученными ранее и опубликованными в известных литературных источниках.

Личный вклад соискателя состоит в:

Непосредственном участии автора на всех этапах подготовки диссертационной работы, включая сбор, обработку и анализ научно-технической литературы по тематике исследования, формулирование цели и задачи исследования, получение исходных данных при проведении экспериментов. Статистическая обработка, обобщение и анализ расчетных и экспериментальных данных. Формулировка основных положений и выводов диссертационной работы. Подготовка научных публикаций и представление докладов на профильных конференциях.

Соискатель представил 8 опубликованных работ, из них 4 работы в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, и два патента.

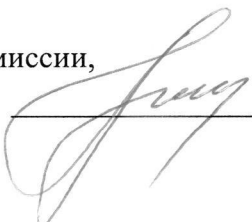
Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Ковышкиной Елены Павловны соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований предложено решение научно-хозяйственной проблемы изготовления крупногабаритных отливок из жаропрочных никелевых сплавов путем внедрения альтернативной технологии, основанной на преимущественном использовании отечественных материалов и оборудования, позволяющей получать в условиях санкций керамические формы с использованием отечественного водного связующего и водорастворимых моделей.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Ковышкиной Елены Павловны ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за – 5, против – 0, недействительных – 0.

Председатель Экспертной комиссии,
д.т.н., доцент



Кожухов Алексей Александрович
26.12.2024 г.