

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования

**"Сибирский государственный
индустриальный университет"
(СибГИУ)**

ул. Кирова, 42, г. Новокузнецк
Кемеровской обл., 654007
Тел.: (3843) 46-35-02. Факс (3843) 46-57-92
E-mail: rector@sibsiu.ru
http://www.sibsiu.ru

№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инно-
вациям
доктор технических наук, профессор
Темлянецов Михаил Викторович



2018 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» на диссертационную работу Дьячкова Виктора Николаевича «Разработка комплекса технологических решений с целью повышения эффективности производства стальных отливок литьем по выплавляемым моделям», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

Актуальность темы диссертационной работы. Стальные отливки ответственного назначения широко применяются в машиностроении, авиации и ракетостроении. К фасонным отливкам предъявляются жесткие требования по их геометрической точности и надежности в эксплуатации.

Отливки сложной конфигурации, с минимальными припусками на механическую обработку, высокой размерной точностью и чистотой поверхности получают литьем по выплавляемым моделям (ЛВМ).

Однако, широкое применение ЛВМ сдерживается высокой трудоемкостью и материалоемкостью данного способа литья, а также многостадийностью технологического процесса.

Диссертационная работа Дьячкова В.Н. ориентирована на повышение эффективности технологического процесса получения качественных отливок из стали посредством литья по выплавляемым моделям. Актуальность исследований подтверждается выполнением работы в рамках реализации Государственных программ Самарской области «Инновационное развитие предприя-

тий машиностроительного комплекса Самарской области до 2020 г.» (раздел «Металлургическое производство»), участия в конкурсе поддержки инновационных проектов «Инновация-2015» и программы модернизации участка литья по выплавляемым моделям на ООО ПКФ «Вершина» (г. Самара).

Основной целью работы является исследование, разработка и внедрение технологического процесса изготовления огнеупорных керамических форм с использованием плавленного кварца, обеспечивающего повышение эффективности производства стальных отливок ответственного назначения литьем по выплавляемым моделям.

Основные задачи исследования:

- выполнение сравнительных исследований линейной усадки модельных составов различных видов в зависимости от температуры окружающей среды;

- исследование закономерностей взаимодействия в системе «выплавляемая модель – огнеупорная керамическая форма»;

- разработка технологических параметров выплавления восковых моделей из огнеупорной керамической формы на основе плавленного кварца;

- разработка технологического процесса изготовления отливок ответственного назначения, получаемых литьем по выплавляемым моделям в огнеупорные керамические формы из плавленного кварца;

- оценка эффективности замены кристаллического кварца на плавленный кварц в технологии изготовления огнеупорных керамических форм и обоснование целесообразности его применения при получении стальных отливок ответственного назначения;

- проведение опытно-промышленных испытаний и внедрение разработанного технологического процесса в производство стальных отливок ответственного назначения литьем по выплавляемым моделям.

Личный вклад автора заключается в теоретическом обосновании поставленных целей и задач, проведении экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний, анализе полученных результатов и их обобщении.

Результаты работы неоднократно докладывались на различных научно-технических мероприятиях литейно-металлургических направлений.

Основные результаты работы изложены в 19 научных публикациях, в том числе 1 патенте на изобретение, 1 монографии, 9 в изданиях из перечня ведущих научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных методов исследований и аналитического оборудования; использованием лицензионной системы автоматизированного моделирования литейных процессов; соответствием результатов исследований, полученных автором, результатам других исследователей в этой области; практической реализацией полученных результатов, патентом на изобретение; актами внедрения и апробации разработанных технологических решений, оформленных по результатам опытно-промышленных испытаний.

Диссертационная работа состоит из 5 глав, заключения и основных выводов, списка литературы и 4 приложений; изложена на 135 страницах, содержит 50 рисунков, 17 таблиц, список литературы из 105 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, приведены цели и задачи работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, их научная новизна и практическая значимость.

В **первой главе** Выполнен обзор тематических публикаций по основным проблемам и современному состоянию литья по выплавляемым моделям (ЛВМ). Обоснованы основные преимущества и недостатки способа ЛВМ. Выполнен анализ современного состояния технологий получения огнеупорных керамических форм и совершенствования модельных составов. Литературный обзор выполнен с привлечением современных отечественных и зарубежных публикаций.

Во **второй главе** приведена общая схема исследований. Указаны объекты исследований, методики и основное оборудование, используемые в работе. Для выполнения исследований использовались современные методики и аналитическое оборудование. Для моделирования гидродинамических и кристаллизационных процессов применяли лицензионную систему автоматизированного моделирования литейных процессов LVM Flow. Эксперименты выполнялись в лабораторных и производственных условиях.

В **третьей главе** представлены исследования механизмов взаимодействия в системе «выплавляемая модель – огнеупорная керамическая форма». Большое внимание уделено исследованиям свободной линейной усадке модельных составов различных видов в зависимости от времени выдержки при постоянной температуре $(+20\pm 2)$ °С. Исследовано влияние температуры окружающей среды на величину свободной линейной усадки исследуемых модельных составов. Получены новые научные результаты по стабильности линейных размеров образцов из различных модельных составов в зависимости от изменения внешних факторов.

Представлены результаты по влиянию кристаллического и плавленого кварца на свойства огнеупорных керамических форм. Установлено, что формы из плавленого кварца обладают лучшим сочетанием физико-механическими свойствами по сравнению с формами на основе кристаллического кварца. На основании исследований по влиянию температуры системы «выплавляемая модель-огнеупорная керамическая форма» перед операцией выплавления модельного состава сформулированы научно-обоснованные практические рекомендации, направленные на устранение брака по растрескиванию огнеупорных форм.

Новизна разработки подтверждена патентом на изобретение.

В **четвертой главе** разработаны и обоснованы технологические решения, направленные на повышение качества стальных отливок. С использованием САМ ЛП LVMFlow выполнен анализ технологичности элементов литниково-питающей системы для отливок «Вал» из стали марки 40ХЛ. Адекватность построенной модели подтверждается совпадением мест расположе-

ния дефектов в реальных и виртуальных отливках. Приведены исследования по влиянию состава шихты и вида огнеупорного материала для огнеупорных керамических форм (ОКФ) на механические свойства стали 40ХЛ.

В пятой главе приведены результаты опытно-промышленных испытаний на примере отливок «Вал» из стали марки 40ХЛ и «Корпус» из стали 35ХГСЛ. Объективность разработанных технологических решений подтверждена положительными актами испытаний. С применением аддитивных технологий и реверс-инжиниринга разработанные технологические решения прошли успешную апробацию при получении отливок «Рычаг тормозной» из стали 40ХЛ способом ЛВМ.

Выводы по работе полностью отражают основные результаты диссертационной работы, подтверждают решение поставленных задач и достижение цели диссертационного исследования.

В работе получен ряд новых научных результатов, среди которых можно выделить следующие:

- установлено, что усадочные процессы модельных составов различных видов протекают в течение до 24 часов, что обусловлено длительностью процессов полимеризации, протекающих в модельных составах;

- изменения литейных размеров моделей в диапазоне температур от -5 до +35 °С зависят от вида модельного состава;

- для объяснения причин растрескивания огнеупорных керамических форм из плавленного кварца при выплавлении модельного состава предложено модифицированное выражение У.Д. Кингери. Предложено условие, при котором отсутствует растрескивание керамических форм при выплавлении модельного состава: где σ_e – предел прочности формы при растяжении.

- получена зависимость величины зазора в исследованном интервале температур для системы «выплавляемая модель – огнеупорная керамическая форма»;

- с целью предотвращения растрескивания ОКФ на основе плавленного кварца перед операцией выплавления модельного состава предложено условие для формирования зазора в системе «выплавляемая модель – огнеупорная керамическая форма», исключающее давление модельного состава на ОКФ: $\Delta T = (T_{\phi 1} - T_{\phi 2}) - (+10-15)^\circ\text{C}$, где ΔT – требуемая величина захолаживания, относительно текущей температуры системы; $T_{\phi 1}$ и $T_{\phi 2}$ – текущая и требуемая температуры ОКФ.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в следующих положениях:

- разработан и внедрен в литейное производство ООО ПКФ «Вершина» (г. Самара) комплекс технологических решений, обусловивший устранение брака по растрескиванию ОКФ из плавленного кварца при выплавлении модельного состава; сокращение расхода электроэнергии при прокатке ОКФ; сокращение общего брака отливок и повышение эффективности производства отливок ответственного назначения из сталей марок 40ХЛ («Вал») и 35ХГСЛ («Корпус»);

- выполнена программа модернизации участка ЛВМ, для получения отливок «Вал»;

- результаты исследований используются в учебном процессе кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии» СамГТУ, в курсе учебных дисциплин «Специальные способы литья», «Производство отливок из сталей и чугуна», «Технология литейного производства».

Работа соответствует паспорту научной специальности 05.16.04 - Литейное производство:

- в части формулы специальности: «решения научно-технических проблем данной специальности ... в совершенствовании существующих и создании новых высокопроизводительных малоотходных ... технологий литья..., повышения качества отливок и технико-экономической эффективности литейного производства»;

- в части области исследования: п. 1 Исследование физических, физико-химических, теплофизических, технологических и служебных свойств материалов, как объектов и средств реализаций литейных технологий; п. 11 Ресурсосбережение в литейном производстве; п. 12 Исследование проблем качества литья.

Замечания и вопросы по диссертационному исследованию.

1. Чем обусловлено проведение испытаний свободной линейной усадки на образцах постоянного сечения?

2. На величину свободной линейной усадки модельных составов существенное влияние оказывает способ их запрессовки в пресс-форму. Как это оценивалось в диссертационном исследовании?

3. В работе исследовалось только влияние состава шихты на свойства сталей. Почему не уделено внимание другим известным приемам, направленным на повышение качества литейных сталей?

4. По тексту диссертации имеются отдельные неточности и опечатки.

Указанные замечания не влияют на уровень научной и практической значимости диссертационного исследования.

На основании вышеизложенного диссертация Дьячкова В. Н. является завершённой научно-исследовательской работой на актуальную тему.

Результаты, полученные соискателем, направлены на решение научно обоснованных технической, экономической и технологической задач. Внедрение результатов исследования вносит существенный вклад в совершенствование и развитие технологий литья по выплавляемым моделям. Содержание автореферата соответствует диссертации и в необходимом объёме отражает ее основные результаты и выводы.

Материалы диссертационного исследования соответствуют критериям, установленным п.9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842. Автор диссертации, Дьячков Виктор Николаевич, за-

служивает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры материаловедения, литейного и сварочного производства протокол №33 от 11 мая 2018 года.

Заведующий кафедрой материаловедения, литейного и сварочного производства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»,
доктор технических наук (05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов), профессор

Козырев Николай Анатольевич
« 11 » мая 2018 г.

Ученый секретарь кафедры материаловедения, литейного и сварочного производства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»,
кандидат технических наук
(05.16.04 – Литейное производство),
доцент

Усольцев Александр Александрович
« 11 » мая 2018 г.

Подпись профессора Н.А. Козырева
и доцента А.А. Усольцева
удостоверяю

Начальник отдела кадров



Миронова Татьяна Анатольевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Почтовый адрес: 654007, г. Новокузнецк, улица Кирова, дом 42.

Контактный телефон: +7 (3843) 46-35-02, **факс:** +7 (3843) 46-57-92.

E-mail: rector@sibsiu.ru

Официальный сайт: <http://www.sibsiu.ru>

Козырев Николай Анатольевич, 8-3843-46-32-91, E-mail: Kozyrev_na@mtsp.sibsiu.ru

Усольцев Александр Александрович, 8-3843-46-32-91, E-mail: a.us@rambler.ru