



**МОСКОВСКИЙ
ПОЛИТЕХ**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет»
(Московский Политех)

Б. Семеновская ул., д.38, Москва, 107023
Тел.+7 495 223 05 23, Факс +7 499 785 62 24
www.mospolytech.ru | E-mail: mospolytech@mospolytech.ru
ОКПО 04350607, ОГРН 1167746817810,
ИНН/КПП 7719455553/771901001

27.10.2021 № 02-02-22/3758

на _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по исследованиям
и разработкам,

д-р. физ.-мат. наук, доцент



А.А. Скворцов

« 27 » 10 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Кузовова Сергея Сергеевича
на тему: «Разработка и исследование способа предотвращения образования
поверхностных горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного
назначения» на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.3 – «Литейное производство»

Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день литейное производство продолжает оставаться основной заготовительной базой в машиностроении. Конкурентоспособность современного машиностроительного предприятия определяется низкой себестоимостью и высоким качеством получаемого продукта, и во многом определяется долей забракованных изделий. При изготовлении фасонных стальных отливок, частым видом брака являются горячие трещины. Горячие трещины (ГТ) являются сложно прогнозируемым дефектом, требующим всесторонней разработки технологии производства и комплексного подхода для выработки решений по его предупреждению. Особенно это касается отливок ответственного назначения, так как к ним предъявляются повышенные требования качества. В частности, для большинства отливок ответственного назначения, работающих в условиях статического и динамического нагружения, а также циклических воздействий не допускается наличия в поверхностном слое трещин любой природы. В этой связи в производстве востребованы методы, которые позволят превентивным воздействием предотвратить образование таких опасных дефектов как ГТ. Поэтому актуальность данной работы не вызывает сомнений.

В данной диссертационной работе рассматриваются вопросы классификации дефекта ГТ, в зависимости от морфологических особенностей дефекта и выработки

методики для их идентификации. Представлена методика создания трехмерных моделей поверхностей литейных форм, которые в последующем были использованы для компьютерного моделирования процессов теплообмена на границе «металл – литейная форма» и определения степени рельефности поверхности рабочей полости литейной формы. Предложено использовать уточненный критерий образования ГТ RDG за счет учета угла, образованного между группами соседних дендритов при кристаллизации в узлах отливок, которые имеют радиальные сопряжения конструктивных элементов. Описана концепция предотвращения образования поверхностных ГТ в локальных узлах за счет создания в поверхностном слое отливки структуры, представленной мелкодисперсными, разнонаправленными кристаллами. Разработан способ создания определенного микрорельефа на поверхности рабочей полости. Проведен сравнительный анализ различных видов огнеупорных материалов, применяемых в литейном производстве с целью выбора оптимальной основы функционального покрытия. Произведена оценка осыпаемости и прочности к истиранию разработанного функционального покрытия. Разработана методика расчета формирования поверхностной зоны фасонных стальных отливок в песчано-глинистой литейной форме с функциональным покрытием определенного микрорельефа на основе синтеза решений тепловых и кристаллизационных задач литья, учитывающих начальное распределение температуры расплава после заполнения формы, рельефность покрытия, его смачиваемость, теплообмен последнего с формой, а также условий зарождения и роста кристаллов. В результате проведенных исследований выявлен комплексный эффект от работы функционального покрытия по предупреждению образования поверхностных ГТ, заключающийся в следующем: во-первых, микрорельеф, возникающий на поверхности формы в результате применения покрытия приводит к образованию слоя из разнонаправленных кристаллов поверхностной зоны отливки, который увеличивает прочность металла в твердо-жидком состоянии, и в процессе затвердевания препятствует образованию поверхностных горячих трещин; во-вторых, обеспечивается повышение сил трения и рассредоточение напряжений на начальном этапе формирования отливки; в-третьих, на последующем этапе особенности технологии нанесения такого покрытия на форму позволяют при дальнейшем увеличении усадочных напряжений работать на срез функциональному покрытию по границе «покрытие – форма». Проведенные экспериментальные и опытно-промышленные исследования с примерами использования разработанного функционального покрытия на различных отливках ответственного назначения. Результаты работы внедрены на АО «ПО «Бежицкая сталь» (г. Брянск) при

производстве фасонных стальных отливок ответственного назначения, используемых в конструкциях железнодорожного транспорта.

Научная новизна исследований, полученных результатов и выводов

В диссертационной работе Кузовова С.С. получен ряд новых научных результатов, а именно:

1. Доказано, что выявленная морфология поверхностных ГТ, обусловлена возникновением характерного «веерного» строения зоны столбчатых дендритных кристаллов в узлах отливок, имеющих радиальные сопряжения конструктивных элементов, которое приводит к частичной коалесценции ветвей второго порядка дендритных кристаллов и образованию ГТ.

2. Уточнен критерий образования ГТ RDG, в котором скорость изотермы ликвидуса в зоне роста столбчатых дендритных кристаллов рассчитывается с учетом угла между группами соседних дендритов, который образуется при кристаллизации в узлах отливок, имеющих радиальные сопряжения конструктивных элементов.

3. Выявлен и обоснован комплексный механизм влияния микрорельефа рабочей полости песчано-глинистой литейной формы, образующегося в результате нанесения функционального покрытия, который приводит к формированию упрочненного слоя из мелкодисперсных разнонаправленных кристаллов в поверхностной зоне отливки, рассредоточению усадочных напряжений и препятствует образованию поверхностных ГТ.

4. Разработана методика расчета формирования поверхностной зоны фасонных стальных отливок в песчано-глинистой форме с функциональным покрытием определенного микрорельефа на основе синтеза решений тепловых и кристаллизационных задач литья, учитывающих начальное распределение температуры расплава после заполнения формы, рельефность покрытия, его смачиваемость, теплообмен последнего с формой, а также условий зарождения и роста кристаллов.

Значимость для науки и производства полученных результатов

Результаты, полученные автором в работе, нашли практическое применение при производстве отливок, что подтверждено актом внедрения и патентом.

1. Разработана методика исследования дефектной зоны и классификация, позволяющая идентифицировать трещины в фасонных отливках, в зависимости от их природы и особенностей механизмов образования.

2. Разработан способ повышения трещиностойкости стали, основанный на изменении структуры в поверхностной зоне отливки путем использования функционального покрытия на базе хромитового песка определенной фракции,

которое обеспечивает заданный микрорельеф поверхности рабочей полости песчано-глинистой литейной формы.

3. Результаты работы опробованы и внедрены в производственный процесс по получению стальных фасонных отливок ответственного назначения на АО «ПО «Бежицкая сталь» (г. Брянск)

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Все использованные в работе методы регламентированы соответствующими стандартами, проверены и обработаны в аналогичных научных изысканиях другими исследователями, что подтверждается многочисленными литературными ссылками и имеют в своей основе четкие математико-статистические закономерности. При выполнении работы были использованы современные методы, приборы и оборудование.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений, излагается на 211 страницах, содержит 73 рисунка и 16 таблиц. Список литературы включает 270 наименований.

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Анализ содержания диссертационной работы убеждает в ее завершенности. Содержание диссертации изложено грамотно, в логической последовательности, а стиль изложения соответствует общепринятым нормам. По структуре, оформлению и содержанию автореферат и диссертация соответствуют требованиям ГОСТ 7.0.11 – 2011. Работа соответствует паспорту специальности 2.6.3 – «Литейное производство» по п.п. : 1 – «Исследование физических, физико-химических, теплофизических, технологических и служебных свойств материалов, как объектов и средств реализаций литейных технологий»; 2 – «Исследование тепло- и массопереноса, гидродинамических, реологических и других процессов, происходящих в расплавах, отливках и литейных формах»; 12 – «Исследование проблем качества литья»; 14 – «Исследование процессов формирования свойств литейных сплавов и формовочных смесей».

Анализ содержания диссертации, опубликованных работ, в том числе работ, опубликованных в соавторстве, показал, что все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат соискателю.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы и ее основные положения.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации автором опубликовано 26 научных работ в различных журналах и сборниках трудов российских и международных конференций, 13 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, в том числе 2 работы из перечня научных изданий, индексируемых в международных базах данных, дополнительно имеется патент на изобретение.

Диссертация и автореферат, как единый документ, были проверены «Автоматизированной системой специализированной обработки текстовых документов» (далее – Система) по коллекции «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки» (ЭДБ РГБ) из полнотекстовой базы «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки» по состоянию на 16.06.2021. Система показала, что уникальный текст в проверенном документе составил 97,21 %, а 2,79 % присутствует в 36 (тридцати шести) источниках.

По диссертационной работе имеются следующие замечания

1. Из работы не ясно как производилась оценка влияния угла разориентировки между соседними группами смежных дендритов на вероятность образования горячих трещин;
2. При описании механизма образования горячих трещин целесообразнее учитывать параллельность протекания газовых и усадочных процессов и их влияние на возникновение дефекта;
3. Необходимо уточнение по вопросу о степени влияния теплофизического фактора при использовании хромитового покрытия для обоснования полученного эффекта;
4. Некорректное употребление термина «армированный» применительно к описанию структуры поверхностной зоны отливки.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение

В целом представленная диссертационная работа Кузовова С.С. «Разработка и исследование способа предотвращения образования поверхностных горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного назначения» выполнена на высоком научно-техническом

уровне и представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на предотвращение образования поверхностных горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного назначения за счет комплексного влияния микрорельефа поверхности литейной формы, полученного при помощи функционального покрытия. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и в необходимом объеме отражает ее основные результаты и выводы.

Таким образом, диссертация Кузовова Сергея Сергеевича является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. По научному уровню полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 20.03.2021 г.), а ее автор Кузовов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – Литейное производство.

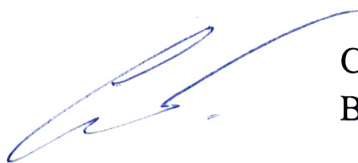
Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Машины и технология литейного производства» им. П.Н. Аксенова, протокол № 4 от 12 октября 2021 г. На заседании присутствовало 9 человек. Результаты голосования: «за» 9 человек, «против» - нет, воздержавшихся – нет.

Отзыв подготовил
к.т.н., доц



Илюхин
Виктор Дмитриевич

Заведующий кафедрой
«Машины и технологии
литейного производства» им.
П.Н. Аксенова, к.т.н., доцент



Солохненко
Василий Васильевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» 107023, г. Москва, ул. Б. Семеновская, д.38. Электронная почта: nts@mospolytech.ru.
Адрес в сети интернет: <http://mospolytech.ru/>
Телефон: +7(495)223-05-23 (доб. 1587)