

## ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., доцента Коротченко А.Ю. на диссертацию Кузовова Сергея Сергеевича: «Разработка и исследование способа предотвращения образования поверхностных горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного назначения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство»

**Актуальность темы диссертации.** В настоящее время наиболее используемым сплавом для изготовления фасонных отливок ответственного назначения, которые изучаются в работе автором, является сталь. Набор механических и эксплуатационных характеристик, свойственных стальным изделиям, выгодно отличает их от других литейных сплавов, работающих в сложных условиях при динамическом нагружении и наличии знакопеременных циклических нагрузок. Однако, при получении фасонных стальных отливок ответственного назначения, частным видом дефектов на литейном производстве остаются горячие трещины. Возможность образования данного вида дефекта связана с целым комплексом различного рода факторов, которые оказывают влияние практически на всем протяжении технологического цикла изготовления отливки до момента ее затвердевания. При этом, несмотря на хорошую изученность данного вопроса, в том числе в работах профессора Г.Ф. Баландина, на реальном производстве литейщики, столкнувшись с проблемой систематического брака отливок по причине образования горячих трещин, испытывают определенные сложности с предотвращением данного дефекта в производстве. Поэтому расширение возможных способов, направленных на предупреждение данного вида опасных дефектов, позволяет использовать более широкий спектр инструментов для решения проблемы образования горячих трещин в стальных фасонных отливках ответственного назначения. Научные

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

27 10 2021г.

исследования и выработанные на их основе технологические решения, связанные с вопросами изучения механизма возникновения и разработки способа предупреждения горячих трещин, рассмотренные в диссертации Кузовова С.С., несомненно, делают ее актуальной и значимой для отечественного литейного производства.

### **Общая характеристика работы.**

Диссертация включает: введение, 5 глав, заключение, список литературы и приложения, излагается на 211 страницах, содержит 73 рисунка и 16 таблиц. Список литературы включает 270 наименований.

В данной диссертационной работе автором проделан обширный и разносторонний анализ ранее проведенных исследований, посвященных проблеме образования горячих трещин. Проведен анализ литературных данных как отечественных, так и зарубежных исследователей по теме диссертации. На основании анализа выдвинуты цель и задачи работы, направленные на исследование ранее недостаточно изученных аспектов механизма образования горячих трещин в стальных отливках и разработке новых способов борьбы с данным видом дефекта. Начальный этап исследования был выполнен с привлечением большого количества статистического материала, связанного с параметрами технологического процесса получения фасонных стальных отливок ответственного назначения, карт распределения дефектов, строения структуры металла и морфологических особенностей дефектной зоны. В результате уточнена классификация, разработан алгоритм исследования и методика идентификации горячих трещин, выявленных в теле стальных фасонных отливок. Изучен механизм их образования. Автором была предложена концепция предотвращения поверхностных горячих трещин в локальных участках отливки за счет нанесения функционального покрытия на основе хромитового песка заданного фракционного состава для создания определенного микрорельефа на границе литейная форма – отливка, в

критических, с точки зрения образования горячих трещин, местах отливки. Комплексное влияние функционального покрытия снижает вероятность образования горячих трещин за счет рассредоточения напряжений и образования в поверхностном слое отливок более прочной разориентированной структуры. Приводится теоретическое обоснование взаимосвязи между микрорельефом поверхности рабочей полости песчано-глинистой литейной формы и структурой, наблюдаемой в поверхностной зоне отливок. 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. Разработанные автором технологические решения нашли практическое применение при производстве фасонных стальных отливок ответственного назначения, что подтверждается актом внедрения.

По теме диссертации автором опубликовано 26 научных работ в различных журналах и сборниках трудов российских и международных конференций, из них 13 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, что превышает требования п. 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», в том числе 2 работы из перечня научных изданий, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, на предлагаемый способ автором получен патент на изобретение.

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».

По структуре, оформлению и содержанию автореферат и диссертация соответствуют требованиям ГОСТ 7.0.11 – 2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

**Научная новизна работы** подтверждена проведенными исследованиями и заключается в следующем:

- 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.
- Уточнен критерий образования горячих трещин 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.
- 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.
- 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.

**Практическая значимость работы** указывает на прикладную ориентацию работы и заключается в следующем:

- Разработана методика исследования дефектной зоны и классификация, позволяющая идентифицировать трещины в фасонных отливках, в зависимости от их природы и особенностей механизмов образования.
- 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.
- Результаты работы опробованы и внедрены в производственный процесс по получению стальных фасонных отливок ответственного назначения на АО «ПО «Бежицкая сталь» (г. Брянск)

**Достоверность полученных результатов.** Выводы диссертационной работы подтверждаются согласованностью с результатами, полученными другими исследователями по аналогичной тематике, применением современных методов и инструментов исследования, использованием адекватных математических моделей при описании физических процессов и статистической обработке экспериментальных данных.

Примечательно, что в работе имеется акт внедрения результатов исследований с годовым экономическим эффектом 1 млн 737 тыс. рублей.

**По диссертационной работе имеются следующие замечания.**

- Приводится уточнение критерия образования горячих трещин RDG, но нет анализа, насколько предлагаемое уточнение существенно влияет на значение этого критерия.
- В схеме силового взаимодействия при затвердевании отливки не учитываются силы, возникающие вследствие торможения свободной линейной усадки.

– В работе не содержатся практические примеры использования предложенной расчетной методики исследования теплового взаимодействия отливки и формы для определения линейной скорости затвердевания.

Отмеченные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

**Заключение.** Представленная диссертационная работа написана грамотным техническим языком, выполнена с применением современных научных методов исследования и обширной инструментальной базы. В соответствии с п. 9 Постановления Правительства РФ № 842 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» диссертация Кузовова С.С. представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, в которой содержатся новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны, основанные на обширном исследовании проблемы образования горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного назначения, которые позволили разработать новый способ предотвращения брака отливок и обосновать комплексное влияние создаваемого посредством разработанного функционального покрытия микрорельефа поверхности литейной формы на предотвращение образования поверхностных горячих трещин.

Актуальность работы безусловна. Научная новизна соответствует современному этапу развития литейного производства. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По научному уровню, содержанию, оформлению и полученным результатам представленная диссертация представляет законченную научно-квалификационную работу и соответствует критериям, установленным п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Кузовов Сергей Сергеевич заслуживает присвоения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство».

Заведующий кафедрой  
«Литейные технологии»  
ФГБОУ ВО «Московский  
государственный  
технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный  
исследовательский  
университет) доцент, д. т. н.

Ученая степень  
Наименование специальности, по  
которой защищена диссертация  
Основное место работы (полное  
наименование организации)

Наименование структурного  
подразделения  
Должность  
Почтовый адрес

Адрес электронной почты  
Телефон

  
25.10.21

Коротченко

Андрей Юрьевич



доктор технических наук  
05.16.04 «Литейное производство»

ФГБОУ ВО «Московский  
государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский  
университет)»  
кафедра «Литейные технологии»

заведующий кафедрой  
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул.,  
д.5, с. 9, каб. 21, 22.

kor\_15@mail.ru  
8 (499) 261-52-25