

ОТЗЫВ

официального оппонента канд.техн.наук, доцента Нуралиева Ф.А. на диссертацию Кузовова Сергея Сергеевича: «Разработка и исследование способа предотвращения образования поверхностных горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного назначения», предоставленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство»

Актуальность темы диссертации.

Представленная диссертационная работа Кузовова Сергея Сергеевича направлена на решение довольно распространенной при изготовлении фасонных стальных отливок проблемы – образование дефекта горячая трещина. Несмотря на значительное количество исследований в этой области, проблема остается не решенной и является актуальной научно-технической задачей. В настоящей работе данная проблема автором рассмотрена с новой точки зрения, а именно, дополнен механизм образования горячей трещины с учетом особенностей строения структуры металла и разработать функциональное покрытие, которое позволяет оказывать комплексное влияние на предупреждение образования горячих трещин в тонкостенных фасонных стальных отливках ответственного назначения.

На основании большого количества наблюдений за случаями возникновения горячих трещин в отливках (рама боковая, корпус автосцепки), автором была разработана методика идентификации горячих трещин, которые встречаются в стальных отливках для железнодорожного транспорта. Сравнительный анализ целого комплекса технологических факторов, а также конструктивных особенностей отливок, позволил разработать теоретически обоснованное и экспериментально подтвержденное технологическое решение, направленное на предупреждение образования горячих трещин при производстве фасонных стальных отливок ответственного назначения. Оно заключается в создании на рабочей поверхности литейной формы микрорельефа, оказывающего влияние на процесс затвердевания в поверхностном слое отливок, в котором и зарождаются чаще всего горячие трещины. Теоретически обоснована взаимосвязь между микрорельефом поверхности рабочей полости песчано-глинистой литейной формы и структурой, наблюдаемой в поверхностной зоне отливок. Для создания микрорельефа использовалось функциональное покрытие определенных фракций. В результате сравнительного анализа основных огнеупорных материалов, применяемых в литейном производстве, был выбран хромитовый песок определенных фракций. Функциональное хромитовое покрытие оказывает эффект на процессы зародышеобразования в поверхностном слое стальной отливки. Изменяя микрорельеф поверхности литейной формы, удается управлять структурообразованием отливки в поверхностной зоне. Приведенные автором результаты замера твердости в поверхностной зоне отливок, при различных параметрах поверхности литейной формы, подтверждают взаимосвязь между микрорельефом, механическими свойствами и

Отдел документационного
обеспечения МАИ

микроструктурой, 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, 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 влияния функционального покрытия по предупреждению образования поверхностных горячих трещин. Приведены примеры использования разработанного функционального покрытия на различных отливках ответственного назначения и результаты изменения структуры в поверхностных слоях.

Общая характеристика работы.

Диссертация объемом 211 страниц состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы в количестве 270 наименований, содержит 73 рисунка и 16 таблиц.

Во введении акцент сделан на актуальности работы. Представлены обобщенные данные по проведенным исследованиям, отмечены известные ученые, ранее занимавшиеся исследованиями в области изучения горячих трещин в отливках. Приведена статистика публикаций, в частности по теме диссертационной работы у автора имеется 26 публикаций в различных журналах и сборниках трудов российских и международных конференций, в том числе 13 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, а также 2 работы из перечня научных изданий, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, имеется патент на изобретение. Анализ вопросов, затрагиваемых в диссертации показал, что работа соответствует паспорту специальности 2.6.3 – «Литейное производство» в 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».

В первой главе автором проанализированы работы по аналогичной тематике, проведенные за последние годы. При этом сделан глубокий анализ, о чем свидетельствует обширный список литературы, в перечне которых представлены как работы зарубежных, так и отечественных исследователей. На основании проведенного литературного обзора в заключении главы были сформулированы цели и задачи исследований.

Вторая глава посвящена презентации методикам исследований и оборудованию, применяемых в рамках реализации отдельных этапов при выполнении диссертационной работы. Основной акцент в данных исследованиях

сделан на изучении влияния микрорельефа, создаваемого посредством функционального покрытия на основе хромитого песка различных фракций на процессы формирования при затвердевании поверхностного слоя в стальных отливках. При этом исследования проводились как на реальных отливках, так и на специально разработанных пробах.

В третьей главе автор исследовал особенности строения дефектной зоны, основной акцент при этом был сделан на микроструктурных и фрактографических исследованиях. На основании проведенного анализа была предложена уточненная классификация горячих трещин, выявленных в отливках для железнодорожного транспорта. Кроме того, для криволинейных поверхностей, которые часто представлены в различных фасонных отливках автор предложил доработку часто используемого в инженерной практике критерия RDG. В обновленной критерии учитывается угол разориентировки между соседними группами дендритов, обусловленный особенностью роста кристаллов в данных участках.

Четвертая глава посвящена разработке функционального покрытия на основе хромитового песка различных фракций, посредством которого автор создает микрорельеф на границе раздела отливка – литейная форма. Путем сравнительного анализа дано обоснование применения хромита в качестве основного компонента функционального покрытия. В данном разделе автором всесторонне изучены различные аспекты, которые оказывают влияние на процессы зародышеобразования и роста дендритов в поверхностной зоне стальных отливок, используя как теоретические, так и экспериментальные методы, направленные на доказательства выдвинутых гипотез.

В пятой главе представлены практические результаты использования разработанного метода в условиях действующего производства. В работе имеется акт внедрения на АО ПО «Бежицкая сталь» при производстве стальных отливок железнодорожного производства, в котором отмечено, что от внедрения разработанного метода было достигнуто снижение на 2,87 % брака по причине образования горячих трещин.

В заключение автором обобщены полученные на отдельных этапах исследования промежуточные результаты.

В целом диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ 7.0.11 – 2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Научная новизна работы состоит в следующем:

– доказано, что выявленная морфология поверхностных горячих трещин обусловлена возникновением характерного «веерного» строения зоны столбчатых дендритных кристаллов в узлах отливок, имеющих радиальные сопряжения конструктивных элементов, которые приводят к частичной коалесценции ветвей второго порядка дендритных кристаллов и образованию горячих трещин;

- 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, которое приводит к формированию упрочненного слоя из мелкодисперсных разнонаправленных кристаллов в поверхностной зоне отливки, рассредоточению усадочных напряжений и препятствует образованию поверхностных горячих трещин;
- 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.

Представленные заключения о научной новизне работы соответствуют современным тенденциям в области исследования горячих трещин в стальных фасонных отливках.

Практическая значимость работы, заключается в том, что:

- 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 трещиноустойчивости 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).

При этом хотелось бы отметить прикладные аспекты представленной работы, которые направлены на решение конкретных задач, связанных с предотвращением появления горячих трещин в фасонных стальных отливках ответственного назначения.

Достоверность полученных результатов. Результаты, полученные в данной работе, подтверждаются использованием общепризнанных в теории литейного производства методик и современных способов математико-статистической обработки данных. Статистические методы широко использованы в работе для проверки выдвинутых гипотез. В работе также

использованы методы математического и компьютерного моделирования, для объяснения теплофизических процессов, оказывающих влияние на процессы затвердевания поверхностного слоя отливок с учетом влияния микрорельефа, создаваемого посредством применения разработанного функционального покрытия. Экспериментальные работы проведены с привлечением широкой инструментальной базы на современном оборудовании.

Замечания по диссертационной работе:

1. Не рассмотрены южноафриканские и казахстанские хромитовые пески, широко применяемые в отечественной литейной промышленности.

2. Как известно, теплофизические свойства хромитовых песков предопределяются составом хромошпинелидов, в частности, содержанием в них Cr_2O_3 , которое может колебаться от 36,0 % до 56,0%. Негативно на теплофизические свойства хромита влияют различные минеральные составляющие: серпентины, бруситы, CaO и MgO другие компоненты. С этой точки зрения, необходимо было рассмотреть функциональные покрытия на основе более стабильного цирконового песка и провести сравнительные исследования.

3. Выбор функционального покрытия осуществлен априорно, не изучены и не рассмотрены другие способы, например, применение более технологичных облицовочных смесей на основе высокоогнеупорных наполнителей (циркон, хромит).

4. Допущены некоторые ошибки и неточности, например, на стр. 117 и в списке литературных источников фамилия крупного ученого Валисовского И.В., написана как «Василовский» (стр.180).

5. При указании марок сталей и других сплавов не даны ссылки на нормативную документацию, к примеру, принято следующее обозначение: «Сталь 20Л ГОСТ 977-88».

Приведенные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

В целом, диссертация Кузовова С. С. выполнена на современном научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, в которой изложены научно обоснованные технологические решения по комплексному воздействию на формирование поверхностной зоны фасонных стальных отливок ответственного назначения для повышения качества изделий и предупреждения образования поверхностных горячих трещин.

Диссертационная работа является актуальной. Полученные результаты теоретически обоснованы, отличаются научной новизной и не вызывают сомнений. Автореферат содержит основные сведения, представленные в диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Кузовов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство». Согласно приказу Минобрнауки России от 1 июля 2015г. №662, даю согласие на обработку моих персональных данных.

Зав. лабораторией «Литейные процессы» АО «НПО «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения»,
доцент, к.т.н.

Ф. Нуралиев — Нуралиев
Фейзулла Алибала оглы
25.10.2021

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

кандидат технических наук
05.16.04 «Литейное производство»

Наименование структурного подразделения

Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения» (АО «НПО «ЦНИИТМАШ»)
Лаборатория «Литейные процессы»

Должность

Заведующий лабораторией

Почтовый адрес

115088, г. Москва,

Адрес электронной почты

ул. Шарикоподшипниковская, д. 4

Телефон

FANuraliev@cniitmash.com

8 (495) 675-89-72

Подпись Ф.А. Нуралиева заверяю
Ученый секретарь АО «НПО «ЦНИИТМАШ»



М.А. Бараненко