

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Арапова Станислава
Леонтьевича

«Исследование и разработка технологии литья высокомарганцевых аустенитных сталей для повышения эксплуатационных параметров отливок»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 - «Литейное производство» (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность темы диссертационной работы Арапова С.Л. заключается в повышении качественных характеристик при производстве литых деталей для горно-обогатительного оборудования. Динамичное развитие тяжелого машиностроения и возведение современных производственных комплексов невозможно без совершенствования технологий изготовления литых деталей. Существующие литейные технологии и материалы не всегда позволяют в полной мере обеспечить высокие эксплуатационные показатели при совмещённых ударно-абразивных воздействиях, возникающих при эксплуатации горного оборудования.

В диссертации предложено решение этой важной прикладной задачи. Представленные разработки позволяют обеспечить стабильные и высокие показатели ударной вязкости не менее 2,8 МДж/м² и твердости не менее 229 НВ для заданных концентраций элементов новой стали. Достигнутые результаты подтверждаются актом опытно-промышленных испытаний и разработанным технологическим регламентом.

Работа выполнялась в соответствии с государственным заданием на науку ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», номер проекта FSRZ-2020-0013 в рамках Федеральной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 328 (ред. от 02.06.2022) и Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 29 марта 2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

Целью данной работы являлось разработка комплекса технических и технологических решений, обеспечивающих повышение механических и эксплуатационных свойств отливок из высокомарганцевых аустенитных сталей (ВМАС), полученных методом фасонного литья.

Актуальность работы Арапова С.Л. не вызывает сомнений.

Содержание диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 134 страницах, включая 32 таблицы, 88 рисунков, и состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка цитируемой литературы, включающего 116 источников и 3 приложения.

Во введении диссертантом обоснована актуальность темы диссертации, её цель, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна работы, её практическая значимость и личный вклад автора.

Первая глава содержит обзор литературных данных по теме диссертации. Рассмотрены и проанализированы вопросы, касающиеся современного состояния литейных технологий производства деталей горно-обогачительного оборудования из высокомарганцевых сталей. Показано, что достижение высоких свойств материала возможно только при комплексном рассмотрении его химического состава в сочетании с рациональными режимами литья. В заключении главы представлены цели и задачи исследований в рамках диссертационной работы.

Во второй главе представлены использованные методики проведения исследований (в том числе разработанные и усовершенствованные автором) для определения в отливках из ВМАС усадочной пористости, микро- и макроструктуры, механических и технологических свойств. Объектом исследований были промышленные ВМАС, химический состав которых соответствовал требованиям ГОСТ 977-88. Дано описание материалов, методов и оборудования, используемых в работе. Приведены схемы контроля по каждому технологическому переделу.

Применение представленных в работе методик определения показателей качества отливок из ВМАС на специальном сертифицированном оборудовании, аппаратуре и калиброванных средствах измерений гарантирует достижение высокой степени достоверности полученных экспериментальных результатов.

В третьей главе представлены результаты обработки экспериментальных данных, полученных при исследовании образцов. Установленные результаты послужили основой для проектирования новой системы элементов ВМАС. Впервые проведен анализ с помощью программного комплекса Statistica с применением функции Дерринжера-Суич для поиска оптимальных значений компонентов химического состава ВМАС, обеспечивающих максимальные значения механических и эксплуатационных свойств отливок. Впервые разработана компьютерная модель взаимного влияния химических элементов ВМАС в многокомпонентной системе Fe-C-Mn-Si-Cr-Mo-Ni, на ее ударную вязкость с получением стабильной аустенитной мелкозернистой структуры. Показано, что достижение максимального значения ударной вязкости (KCU) $29,4 \text{ кГс} \times \text{м/см}^2$ возможно для нового сплава ВМАС Fe-1,1C-16Mn-0,8Si-1,3Cr-Mo-Ni с соотношением Mn/C = 14,56. Важную роль играет анализ влияния химического состава новой марки стали на изменение макро и микроструктуры. Приведенные результаты металлографических исследований подтверждают результаты исследований. Для разработки рациональной технологии литья применён современный специализированный программно-технический комплекс ProCAST.

Четвертная глава посвящена разработке новых технологических решений для повышения эксплуатационных свойств:

- разработана и верифицирована компьютерная модель влияния температурных режимов литья на формирование микроструктуры нового сплава ВМАС: Fe-1,1C-16Mn-0,8Si-1,3Cr-Mo-Ni;

- разработана и внедрена новая технология литья конусной брони дробилки из новой стали, обеспечивающая увеличение срока службы литых броней дробилок КСД – 2200 в 1,5 раза по сравнению с типовой сталью 110Г13Л;
- повышение эксплуатационных свойств отливки подтверждено проведенными исследованиями влияния конструктивных и технологических параметров при реализации новой технологии.

Научная новизна и достоверность результатов

В качестве наиболее важных научных результатов можно отметить следующее:

- расширено представление о влиянии дополнительного легирования на механические и эксплуатационные свойства высокомарганцевой стали;
- получены зависимости влияния технологических режимов литья на размер зерна, что позволяет прогнозировать механические свойства при известной температуре литья стали;
- приведена оценка различных конструкций литниково-питающей системы при возникновении и формировании дефектов усадочного характера.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается большим объемом выполненных исследований с применением современного оборудования, приборов и методов определения концентрации элементов химического состава, исследований микроструктуры и механических свойств. Для обработки результатов использованы современные методы статистической обработки результатов. Полученные в работе экспериментальные результаты дополняют и согласуются с известными литературными данными других авторов, работающих по данной тематике.

Практическая значимость диссертационной работы

В качестве практической значимости работы следует отметить:

- реализованы численные расчеты: а) формирования размеров аустенитного зерна ВМАС системы Fe-C-Mn-Si-Cr-Mo-Ni с учетом влияния химического состава ВМАС и технологических параметров литья; б) определения формы и размеров усадочных дефектов в объеме отливки «броня конусная» в зависимости от различных вариантов расположения элементов литниково-питающей системы;
- научно обоснован и подтвержден в промышленных условиях новый состав ВМАС системы Fe-C-Mn-Si-Cr-Mo-Ni, который с наибольшей надёжностью обеспечивает достижение максимальных значений механических и эксплуатационных свойств отливки «броня конусная»;
- разработан и внедрен новый технологический регламент для изготовления отливки «броня конусная», обеспечивающий повышение работоспособности металлургического оборудования в 1,5 раза, что подтверждается соответствующим актом внедрения.

Результаты работы прошли промышленные испытания и внедрены в литейном производстве ООО «Инжиниринг Строительство Обслуживание» филиала АО «РУСАЛ Ачинск» (акт о внедрении технических решений имеется).

Результаты исследований внедрены в учебный процесс Сибирского федерального университета и используются при обучении магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия» и магистерской программе 22.04.02.07 «Теория и технология литейного производства цветных металлов и сплавов» и аспирантов по специальности 2.6.3 – Литейное производство (технические науки).

Основные результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на XI Международной научно-практической конференции «Прогрессивные литейные технологии», «НИТУ «МИСиС», г. Москва, Международной конференции «Современные научные подходы в фундаментальных и прикладных исследованиях», НИИ «Нацразвитие», г. Санкт-Петербург, LVIII Международной научно-практической конференции «Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований», г. Новосибирск, а также на научно-методических семинарах кафедры «Литейное производство» Сибирского федерального университета и ООО «РУСАЛ ИТЦ» в 2018-2023 гг.

Замечания по работе

- 1 Чем обосновано повышение температуры закалки стали до 1150 °С?
2. Как обеспечивался требуемый режим термической обработки стали?
3. Насколько достоверно и точно контролировались указанные температурные режимы литья разработанной стали?
4. Из материалов диссертации не ясно, какая была экономическая эффективность от внедрения результатов исследований в производство.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не снижают её научной и практической значимости.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа **Арапова Станислава Леонтьевича** является законченной научно-квалификационной работой, в которой получены новые результаты в области литейного производства, направленные на повышение качества фасонного литья; имеет новизну и практическую значимость.

Содержание диссертации, её цели и задачи полностью соответствуют паспорту специальности 2.6.3 - Литейное производство (технические науки).

Положения и выводы диссертационной работы достаточно обоснованы.

Диссертация написана грамотно и хорошо оформлена. Текст автореферата в полной мере отражает содержание диссертации. Полученные результаты достаточно апробированы в статьях и докладах на конференциях. Результаты изложены в 9

печатных трудах и тезисах докладов, из них 4 из перечня журналов, рекомендуемых ВАК, 1 в базе данных Scopus.

Считаю, что диссертационная работа «**Исследование и разработка технологии литья высокомарганцевых аустенитных сталей для повышения эксплуатационных параметров отливок**», полностью удовлетворяет п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор – **Арапов Станислав Леонтьевич**, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – Литейное производство (технические науки).

Я, Аникеев Владимир Викторович даю своё согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Арапова Станислава Леонтьевича, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Литейные
и высокоэффективные технологии»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»

«20» 11 2023 г.

Аникеев Владимир Викторович

Россия, 443100, Самарская область, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус ФГБОУ ВО «СамГТУ»

Телефон: +7 (846) 242-22-68, 8-917-153-40-85

E-mail: tlp@samgtu.ru

Подпись Аникеева В.В. заверяю.

Ученый секретарь Ученого Совета
ФГБОУ ВО «Самарский
государственный технический
университет», д.т.н.



Ю.А. Малиновская