



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
http://www.sfu-kras.ru, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»

О.Ос Д.С. Гуц
« 15 » мая 2025 г.

№ _____
на № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный
университет» на диссертационную работу

Понамаревай Татьяны Борисовны

«Исследование и разработка новых ресурсосберегающих составов
противопригарных покрытий литейных форм для обеспечения качественной
поверхности отливок», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.3. Литейное производство

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Понамаревай Т.Б. посвящена разработке научно-обоснованных технологических решений, направленных на совершенствование существующих и создание новых противопригарных покрытий литейных форм для обеспечения качественной поверхности литых заготовок различных массовых групп.

Актуальность темы работы обусловлена тем, что в составе большинства современных противопригарных покрытий применяются дефицитные и, соответственно, дорогостоящие материалы, преимущественно импортируемые из-за рубежа. К их числу можно отнести огнеупорные наполнители - цирконовый концентрат, дистенсилиманит. Материалы отечественного производства, как

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за № _____	
Дата регистрации	<u>26.05.2025</u>
Фамилия регистратора	_____

правило, характеризуются отсутствием стабильности свойств, что в конечном итоге негативно сказывается на рабочих и технологических свойствах противопригарного покрытия и качестве поверхности литых заготовок. Следует заметить, что очистка отливок от пригоревшей формовочной смеси является одной из самых трудоёмких операций, поэтому разработка мероприятий, позволяющих обеспечить требуемый уровень свойств противопригарных покрытий, а также качественную поверхность отливок является актуальной задачей литейного производства.

Структура и содержание диссертационной работы

Текст диссертационной работы изложен на 156 страницах, включающий введение, 5 глав, основные выводы, список использованных источников из 120 наименований и три приложения. Иллюстрирована 47 рисунками, а также содержит 46 таблиц.

Представленный текст диссертационной работы оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми высшей аттестационной комиссией на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость, представлены сведения об апробации, личном вкладе автора.

В первой главе автор работы провел анализ отечественных и зарубежных источников, связанных с темой диссертационной работы. Рассмотрены причины образования пригара, а также виды взаимодействия литейной формы с металлом. Особое внимание уделено материалам, которые используются для производства противопригарных покрытий, а также требованиям, предъявляемым к ним. На основе проведённого анализа были обобщены требования к свойствам противопригарных покрытий, позволяющие получить качественную поверхность литых заготовок.

Во второй главе представлены методики определения основных технологических и рабочих свойств противопригарных покрытий: условной вязкости, плотности, седиментационной устойчивости, газопроницаемости,

прочности к истиранию, глубины проникновения, газотворности и др. Предложена методика дифференцированного определения газотворной способности противопопригарного покрытия, позволяющая разделить источники выделения газов при его нагреве и оценить вклад каждого компонента покрытия в этот процесс. Описана методика проведения полнофакторного эксперимента, с помощью которой возможно определить взаимосвязь компонентного состава покрытия с его основными свойствами.

В третьей главе представлены результаты исследований физико-механических свойств противопопригарных покрытий на водной и органической основах, применяемых в настоящее время на литейных заводах. При помощи термического анализа и электронной микроскопии определено влияние бентонита на высокотемпературную прочность противопопригарного покрытия в температурном интервале свыше 1000 °С, который берет на себя функции связующего после выгорания декстрина.

Обоснован выбор материалов для разработки новых составов противопопригарных покрытий, а также сформулированы требования к их составу и характеристикам: цирконовый концентрат - содержание оксидов железа и алюминия не более 0,09 % и 1,7 % соответственно, фракция от 0,63 до 120 мкм; метакаолин – фракция от 0,5 до 10 мкм и содержание химически связанной воды не более 0,5 %, низким содержанием оксида железа, кварца и слюды; бентонит – высокая термостойкость и связующая способность, коллоидностью не менее 80 %; декстрин – термостойкость не менее 300 °С; алюмохромовый катализатор – 90 % оксида алюминия и хрома, размер фракции 0,5 – 100 мкм.

Методом термического анализа определены химические реакции и изменения, протекающие в выбранных материалах при их нагреве.

В четвертой главе приведены результаты разработки новых составов противопопригарных покрытий на водных и органических основах:

- состав водного покрытия: циркон 28,0 – 31,0 %, метакаолин 18 – 22 %, бентонит 2,5 – 4,5 %, декстрин 1,3 – 1,7 %, вода – до 100 % и оптимальной плотности;

- состав неводного покрытия: отработанный алюмохромовый катализатор 45,0 – 55,0%, поливинилбутираль 0,9 – 1,2 %, ФФС СФПР – 050 1,0 – 2,0 %, изопропиловый спирт – до 100 % и необходимой плотности.

Предложенные рецептуры покрытий позволяют обеспечить комплекс рабочих и технологических свойств на необходимом уровне, а полученные уравнения регрессии описывают взаимосвязь основных свойств покрытий с их компонентным составом, что является инструментом для управления качеством покрытия под различных технологические процессы формообразования (ПГС и ХТС), а также различных отливок по массе.

Определён механизм формирования высокотемпературной прочности покрытия при частичной замене цирконового концентрата на метакаолин, что способствовало её увеличению с 3,0 до 4,1 - 4,9 кг/мм.

Пятая глава посвящена опытно-промышленным испытаниям разработанных покрытий в условиях литейного цеха ООО «Механоремонтный комплекс» ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат». По результатам проведённых исследований были сформулированы технологические рекомендации для апробации новых рецептур противопригарных покрытий на литейных формах из несчано-глинистых и холоднотвердеющих смесей для отливок различных масс, а также изготовленных из различных сталей: углеродистая, высокомарганцевая и хромистая. Результаты испытаний показали, что применение водного покрытия с комплексным наполнителем (циркон совместно с метакаолином) обеспечивает получение ровной поверхности без пригара на отливках с толщиной стенки 100 мм и массой 25 т. Шероховатость поверхности (R_z) находится в пределах 90 – 95 ед. Положительный результат получен на мелком и среднем литье при использовании противопригарного покрытия на органическом растворителе с алюмохромовым наполнителем при окрашивании литейных форм из холоднотвердеющих смесей. В тексте диссертации упоминается о полученном экономическом эффекте порядка 800 тыс. руб./мес. при использовании внедрении покрытий в производство.

В заключении сформулированы основные выводы по результатам проведённого исследования.

В приложениях представлены акты опытно-промышленных испытаний разработанных противопригарных покрытий, а также патент, полученный при выполнении диссертационной работы.

В целом работа обладает научной новизной, практической значимостью, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методик исследований материалов и литейных процессов, а также современного аналитического оборудования.

Содержание автореферата полностью отражает содержание текста диссертационной работы.

Значимость полученных результатов для развития науки в металлургической отрасли

Расширены и уточнены свойства материалов, применяющихся в технологическом процессе литейного производства. Разработаны научно-обоснованные технологические решения применения отечественных материалов взамен дорогостоящих и дефицитных, поставляемых преимущественно из-за рубежа. Разработаны новые составы противопригарных покрытий, которые возможно применять на различных типах форм, сплавах и для отливок разных масс.

Научная новизна и практическая значимость результатов, полученных в диссертационной работе

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Разработана математическая модель, устанавливающая взаимосвязь основных технологических свойств противопригарного покрытия: вязкости, плотности, толщины и прочности слоя к истиранию от компонентного состава. Используя разработанную математическую модель, определили, что требуемый комплекс свойств покрытия возможно достичь при следующем компонентном составе:

- для водного покрытия: метакаолин 18,0 – 22,0 %; цирконовый концентрат 28,0 – 31,0 %; бентонит 2,5 – 4,5 %; декстрин 1,3 – 1,7 %; вода – остальное;

- для неводного покрытия: отработанный катализатор 45 – 55%, поливинилбутираль 0,9 – 1,2 %, модифицированная фенолформальдегидная смола СФПР-050 1,0 – 2,0 %, изопропиловый спирт – остальное.

2. Экспериментальным путём установлено влияние метакаолина на высокотемпературную прочность противопригарного покрытия на водной основе. Доказано, что формирование высокотемпературной прочности покрытия происходит в период контактного взаимодействия расплава и литейной формы за счет образования новой муллитовой фазы ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), формирующей термостойкий слой, приводящий к увеличению прочности при температуре 1500 °С на 30-60 % (с 3,0 кг/мм до 4,1 – 4,9 кг/мм).

3. Разработана новая методика дифференцированного определения газотворности противопригарного покрытия, отличающаяся от известной разделением источников газообразования и позволившая определить, что наибольшее отрицательное влияние на качество поверхности литого изделия оказывает газотворная способность противопригарного покрытия за счет испарения воды. Выявлено, что отсутствие газовых дефектов на поверхности литых изделий обеспечивается при испарении воды из покрытия не более 5 см³/г.

Наибольшую практическую значимость имеют следующие результаты:

1. Разработаны составы противопригарных покрытий: с комбинированным наполнителем (метакаолин и циркон) для песчано-глинистых форм (водное покрытие) и на основе отработанного алюмохромового катализатора для форм из холоднотвердеющих смесей (неводное покрытие);

2. За счёт частичной замены цирконового концентрата метакаолином снижена стоимость покрытия для песчано-глинистых форм ориентировочно в 2,5 раза;

3. Определена концентрация метакаолина, обеспечивающая повышение высокотемпературной прочности защитного покрытия на 60 %;

4. Выявлено, что неводное покрытие на основе ОАК защищает поверхность от образования пригара на средних и мелких отливках.

Публикации по теме диссертационной работы

Основные положения диссертации изложены в 15 печатных работах, из которых 10 статей опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, одна статья в издании, входящем в наукометрические базы данных Scopus и Web of Science. Получен 1 патент РФ.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

По тексту диссертационной работы имеются следующие замечания и вопросы:

1. Компонентный состав водного противопопригарного покрытия включает декстрин, к которому предъявляется главное требование – термостойкость не менее 300 °С. В тексте диссертационной работы недостаточно обосновано выбор пороговой температуры 300 °С.

2. Для повышения высокотемпературной прочности водного покрытия в его состав вводится метакаолин, частично замещающий дорогостоящий цирконовый концентрат, при этом одновременно снижающий стоимость защитного покрытия. В тексте диссертационной работы не приведены пояснения, почему в качестве огнеупорного наполнителя водного покрытия не был применён алюмохромовый катализатор.

3. Разработанные составы покрытий опробованы только для производства стального литья. Возможно ли применение данных покрытий на чугунном литье?

4. С какой целью проводили исследования свойств противопопригарных покрытий, не регламентированных ГОСТ 10772-78?

Заключение по диссертационной работе

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы и не влияют на общую положительную оценку. Представленная к защите диссертация Понамарева Т.Б. на тему: «Исследование и разработка новых ресурсосберегающих

составов противопригарных покрытий литейных форм для обеспечения качественной поверхности отливок» является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно-обоснованные технологические решения и результаты, направленные на создание новых составов покрытий для литейных форм. Диссертационная работа соответствует пп. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а её автор – Понамарева Татьяна Борисовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3. Литейное производство (технические науки).

Диссертация Понамаревой Т.Б. и отзыв на неё обсуждены и одобрены на совместном заседании кафедр общей металлургии и литейного производства Института цветных металлов ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», на котором присутствовали 1 доктор и 8 кандидатов технических наук (протокол заседания № 09 от 15.05.2025 г.).

Директор Института цветных металлов,
заведующий кафедрой общей
металлургии ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет», канд. техн.
наук по специальности 05.16.04
Литейное производство, доцент



Баранов Владимир
Николаевич

Служебный адрес: 660025, г. Красноярск, пр. им. газ. «Красноярский рабочий», 95,
ауд. 1 – 35, кафедры общей металлургии института цветных металлов.

Директор института цветных металлов, заведующий кафедрой общей металлургии
Баранов Владимир Николаевич.

тел.: +7(391)206-37-38, моб. тел. +7 (902) 923 46-38,

факс: +7 (391)206-36-75,

e-mail: VBaranov@sfu-kras.ru

веб-сайт: <http://icmim.sfu-kras.ru>

«15» мая 2025 г.