

Отзыв на автореферат кандидатской диссертации Гавриловой Т.О.  
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТИРОВАННЫХ  
ХРОМИСТЫХ СВС-ЛИГАТУР ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ДЛЯ  
АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Ресурсосберегающий процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) азотированных лигатур для специальных сталей и сплавов – один из немногих СВС-процессов, который нашел успешное применение в промышленности. Использование азотированных СВС-лигатур при выплавке металла позволяет решить ряд технологических проблем: сбалансировать состав металла по азоту и другим легирующим элементам, обеспечить равномерное их распределение по всему объему плавильной ванны; обеспечить максимальную растворимость азота в расплаве; значительно сократить время сталеплавильного процесса после легирования сплава; обеспечить минимальное загрязнение стали примесями и неметаллическими включениями. С целью дальнейшего улучшения качества азотированных СВС-лигатур необходимо усовершенствовать СВС-технологии их получения в направлении достижения особой чистоты лигатур для специальных сталей, применяемых в том числе в аддитивном производстве. В связи с этим не вызывает сомнения актуальность диссертационной работы Т.О. Гавриловой, посвященной решению научной задачи по совершенствованию технологии получения азотированных хромистых СВС-лигатур для специальных сталей и сплавов для аддитивного производства.

В ходе экспериментального исследования при решении указанной задачи диссертант получил ряд новых важных научных результатов. Впервые исследован процесс спутного горения порошков алюмотермического хрома и феррохрома в токе азота с его предварительным подогревом. Показано, что при одинаковом расходе реагирующего газа повышение его начальной температуры до 300-600 °С приводит к увеличению температуры СВС-процесса на 230-380°С, что в свою очередь положительно влияет на снижение концентрации вредных примесей: S, C, O и др. в продуктах. Усовершенствована конструкция СВС-реактора, позволяющая осуществлять СВС-процесс в условиях спутного горения с предварительным подогревом реагирующего газа и/или тигля с шихтой, подана заявка на изобретение. Установлено, для получения результатов с максимальным насыщением азотом хрома и феррохрома, необходимо при СВС-процессе поддерживать давление 5÷10 МПа. Это позволяет исключить возможность окисления материала и получить плотную лигатуру с высоким содержанием азота. Показано, что в качестве сырья для производства огнеупорных и легирующих материалов могут применяться дисперсные отходы ферросплавного производства, циклонная пыль. Решена проблема СВ-синтеза азотированного хрома особой чистоты для специальных сталей, связанная с тем, что нитриды хрома имеют сравнительно низкий тепловой эффект образования, что затрудняет их синтез в режиме горения. Проблема решена применением в синтезе тонкодисперсных порошков хрома и феррохрома (менее 50÷60 мкм); подогревом подаваемого газообразного азота до температуры 300÷350°С; электроподогревом исходной шихты до 300÷600°С; а также путем применения «доноров тепла» по принципу «химической печи» в условиях СВС-процесса и при синтезе в условиях спутного потока с использованием собственной теплоты экзотермической реакции. Исследовано применение синтезированного порошка азотированного хрома особой чистоты для получения методом распыления расплава металлического порошка сферической формы азотистого никель-хромового сплава марки ПРАН55Х45 и его последующего применения для получения металлических образцов по аддитивной технологии прямого лазерного выращивания. Доказана возможность получения плотных образцов на оптимальных режимах с большей погонной энергией, скоростью перемещения рабочего инструмента 20 мм/с, расходом порошка 5÷10 г/мин и дополнительным подогревом платформы построения до 200°С.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за № _____	
Дата регистрации	03.04.2025
Фамилия регистратора	_____



Полученные результаты имеют важное практическое значение. Доказана возможность получения на базе СВС-технологии порошка азотированного хрома заданного состава и особой чистоты: хром -82,7%, азот - 15,1%, кремний - 0,08%, углерод - 0,011%, сера - 0,014%, фосфор - 0,026%, алюминий - 0,18%, железо - 1,67% и кислород - 0,2%. Фракция - 0-63 мкм. Определено, что твердофазный механизм азотирования хрома на практике позволяет достичь 15,2% концентрации азота в нитриде хрома. Определены требования к исходным компонентам и технологические параметры СВ-синтеза для промышленного производства азотированного хрома в спутном потоке азота; разработана технологическая карта производства азотированного хрома и феррохрома. Разработан усовершенствованный лабораторный СВС-реактор, обеспечивающий более широкий диапазон исследований. Успешно проведен эксперимент получения металлоизделий при аддитивном производстве изделий методом прямого лазерного выращивания образцов на установке прямого лазерного выращивания ИЛИСТ-А3 на базе Института лазерных и сварочных технологий (г. Санкт-Петербург). Полученные результаты исследования внедрены в ООО «НТПФ «Эталон» г. Магнитогорска, ООО «Кристалл» г. Магнитогорска, что подтверждено соответствующими актами.

По тексту автореферата возникли следующие замечания.

1. На стр. 14 в табл. 3 представлены результаты изготовления 9 металлических образцов аддитивным методом прямого лазерного выращивания, но не представлены используемые 9 режимов изготовления, не понятно, чем они отличаются.
2. Не понятно, какое отношение к рассматриваемой диссертационной работе имеет указанный в конце автореферата Патент № 2 731 749 РФ. Набивная желобная масса: заявлен 27.01.2020г. / И.Р. Манашев, М.Х. Зиатдинов, Э.М. Манашева, И.М. Шатохин, Т.О. Гаврилова.

Однако указанные недостатки не имеют существенного значения. В целом работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое научное и практическое значение. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, в том числе п. 9, к кандидатским диссертациям - Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. Автор диссертации, Гаврилова Татьяна Олеговна, достойна присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

*Автор отзыва дает согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой Гавриловой Татьяной Олеговной, и их дальнейшую обработку.*

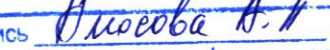
Зав. кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доктор физико-математических наук (01.04.17 – Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва), профессор

  
Амосов  
Александр Петрович

Тел. (846) 242-28-89. E-mail: [ggundor@yandex.ru](mailto:ggundor@yandex.ru).  
443100, г. Самара, ул. Молодежардская, 244, главный корпус.

24.03.2025 г.



Подпись  заверяю  
Учёный секретарь федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Самарский государственный  
технический университет»  
Ю.А. Малиновская