

## Отзыв

на автореферат диссертации **Гавриловой Татьяны Олеговны** на тему  
«**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
АЗОТИРОВАНЫХ ХРОМИСТЫХ СВС-ЛИГАТУР ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ  
СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**»  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов

В настоящее время в металлургии не только увеличивается объем производства и расширяется сортамент металлопродукции, но и увеличивается доля производства специальных сталей, повышаются требования к их качеству и эксплуатационным свойствам.

Разработка новых марок сталей требует создания и применения новых технологий. Значительно повысить как качество металла, так и его специальные характеристики возможно за счет введения более современных эффективных легирующих добавок, развития новых отраслей и интенсификации существующих физико-химических процессов.

Применение легирующих сплавов, состоящих из одного или нескольких тугоплавких компонентов, существенно отличающихся по плотности от металлической основы, позволяет точно дозировать и обеспечивать содержание в металле легирующих элементов в узких концентрационных пределах, что позволяет получать специальные стали и сплавы с уникальными характеристиками для различных областей применения, в том числе для аддитивных технологий.

Таким образом, представленная диссертационная работа, направленная на разработку азотсодержащих лигатур для специальных сталей и сплавов, в том числе для аддитивных технологий, несомненно является **актуальной**.

Представленная диссертационная работа обладает научной новизной:

1. Впервые исследовал 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 концентрацию в продуктах

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за № _____	
Дата регистрации _____	08.04.2025
Фамилия регистратора _____	

вредных примесей: S, C, O и др.

2. Предложены формулы для определения линейной и массовой скорости твердофазного горения хрома и феррохрома при повышенном давлении азота, средняя ошибка аппроксимации для хрома составляет – 1,73 %, для феррохрома - 4,38 % по отношению к экспериментальным данным. Получена зависимость линейной скорости горения от давления азота в диапазоне от 1 до 10 МПа.

3. Математически описана зависимость растворимости азота в твердом хrome от температуры в интервале от 1000 до 1450 °С. Доказана необходимость повышения давления в СВС-процессе до 8-9 МПа.

4. Установлена и математически описана зависимость влияния давления азота на степень азотирования хрома и феррохрома в СВС-реакторе, средняя ошибка аппроксимации для хрома составляет – 1,41 %, для феррохрома — 2,85 % по отношению к экспериментальным данным. Данные формулы приведены для определения массовой скорости горения.

Показана и практическая значимость полученных результатов:

1. Показана возможность получения на базе СВС-технологии азотированного хрома и феррохрома особой чистоты и точного состава.

2. Определены требования к исходным компонентам и технологические параметры СВ- синтеза для промышленного производства азотированного хрома в спутном потоке азота.

3. Разработана технологическая карта производства азотированного хрома и феррохрома, разработан усовершенствованный лабораторный СВС-реактор, обеспечивающий более широкий диапазон исследований.

4. Доказана возможность получения плотных деталей с применением 3D-печати металлом по аддитивной технологии SLM (Селективного лазерного плавления) с применением металлического порошка азотистого никель-хромового сплава марки ПР-АН55Х45 при условии соблюдения требований к гранулометрическому составу данного порошка.

5. Доказана практическая целесообразность введения азота в сталь для снижения доли дорогостоящих легирующих элементов.

