

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пайора Владимира Алексеевича на тему: «Разработка системы автоматического управления левитационным плавлением металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

В современном мире потребность в металлах высокой чистоты постоянно растёт. Одним из перспективных методов получения чистых металлов и прецизионных сплавов является левитационная плавка во взвешенном состоянии. Этот метод даёт возможность исключить контакт расплавленного металла с поверхностью индуктора и с атмосферой, если плавка осуществляется в вакууме или в среде инертного газа. В результате достигается равномерный нагрев и обеспечивается сверхвысокая чистота расплавленного металла.

Тем не менее левитационная плавка пока не стала распространённой технологией в промышленности. Её технологический процесс требует значительных энергозатрат, а также существенно ограничен максимальной массой расплавленного металла. Помимо этого металл, левитирующий в магнитном поле совершает колебания, что создаёт риск его контакта с поверхностью установки и аварийного прерывания процесса плавки.

Диссертационная работа направлена на решение актуальной проблемы левитационной плавки металлов в магнитном поле. Разработка методов автоматического управления левитационной плавкой, которые позволят стабильно удерживать расплав в индукторе, способствует расширению применения этой технологии. Внедрение автоматической системы управления процессом левитационной плавки имеет существенное значение для развития металлургии чистых металлов.

Научная новизна и практическая значимость заключается в следующем:

1. Установлена зависимость выталкивающей силы, действующей на металл в магнитном поле, от его положения в индукторе, а также экспериментально определены численные значения коэффициента, характеризующего выталкивающее действие магнитного поля на металл.
2. Разработана быстродействующая численная модель распределения электромагнитного поля в индукторе установки левитационной плавки металла при различных положениях расплава, которая позволяет оценивать влияние положения металла в индукторе на выталкивающую силу магнитного поля, действующую на него.
3. Предложены и экспериментально апробированы алгоритмы компьютерного зрения и управления, позволяющие в режиме реального времени определять положение расплава в индукторе и автоматически регулировать ток в индукторе для стабилизации положения металла.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-195 от 15.09.21
АУ УС

К работе имеются следующие замечания:

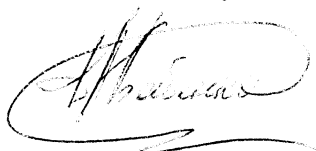
1. Учитывает ли предложенный метод стабилизации положения расплава изменение геометрии металла при его расплавлении?

2. Каким образом предложенная система управления может быть адаптирована к другим металлам, помимо тех, что были рассмотрены в работе?

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Диссертация «Разработка системы автоматического управления левитационным плавлением металлов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, полностью соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор — **Пайор Владимир Алексеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Главный специалист отдела
экологического сопровождения проектов
обособленного подразделения
ООО «Цветметинжиниринг» в г. Санкт-
Петербурге, кандидат технических наук
по специальности 25.00.36 – Геоэкология
(в горно-перерабатывающей
промышленности), технические науки



Бабенко Дмитрий Александрович

10.09.2025 г.

Полное наименование организации: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЦВЕТМЕТИНЖИНИРИНГ"

Почтовый адрес организации: 620063, Свердловская область, город
Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 51, офис 1401

Адрес электронной почты: info@tsmeng.ru

Телефон: 8(343)385-80-33

Подпись Бабенко Дмитрия Александровича заверяю

Заместитель начальника отдела
по персоналу



Андреева Алла Юрьевна