

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертационную работу Шефера Арсения Андреевича «Формирование композиционного материала методом продувки гидрогенизированного расплава на основе алюминия кислородом», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы

Шефер А.А. после окончания магистратуры УРФУ по программе «Процессы малой металлургии» в 2014 году окончил аспирантуру по специальности 2.6.3 Литейное производство в 2018 г. С 2018 по 2023 год Шефер А.А. продолжал работу над диссертацией, посвященной обоснованию новой, не имеющей аналогов технологии получения дисперсно-армированных алюминиевых композитов *in situ*, сущность которой заключается в продувке кислородом предварительно гидрогенизированного расплава. Поскольку работа относится к специальности кандидатский экзамен по этой специальной дисциплине в 2022 году.

В процессе работы над диссертацией А.А. Шефер проявил себя как талантливый экспериментатор, самостоятельно выполнявший поставленные руководителем задачи. В работе были использованы самые современные методы анализа структуры материалов. Высокая теоретическая подготовка А.А. Шефера в области физической химии, гидродинамики, металловедения позволила ему на основании проведенных экспериментальных исследований предложить теорию формирования композиционного материала. Исследование свойств полученного композиционного материала позволило выявить возможности его применения.

Анализ соискателем литературных источников продемонстрировал, что формирование плотной структуры композиционного материала, получаемого взаимодействием алюминиевого расплава с кислородом, может быть достигнуто только при разрушении оксидных пузырей не в объеме, а на зеркале расплава.

Проведенный соискателем количественный и качественный анализ фазового состава композита, исследование массового баланса и термического режима плавки

стал основанием для гипотезы формирования композиционного материала, сущность которой заключается в выносе растворенного водорода на зеркало расплава на поверхности кислородных пузырей при продувке, с последующим его горением в атмосфере печи, что приводит к разрушению оксидной плёнки на поверхности пузырей в результате образования газообразных субоксидов алюминия при температуре выше 980 °С, и конвективным распределением оксидных включений в объёме расплава.

Соискатель обосновал выбор сплава (вторичные силумины АК7-АК9 с повышенным содержанием железа) для реализации технологического процесса по фактору Пиллинга – Бэдвордса, и экспериментально подтвердил теоретические положения.

В процессе исследования структуры соискателем было продемонстрировано наличие в композите около 5% по массе оксидных включений размером 150-300 нм. Оксидные включения измельчают структурные составляющие композита, что приводит к повышению предела прочности, и особенно предела текучести. Композит демонстрирует хрупкий характер разрушения в сочетании с высоким уровнем деформации, что характерно для композитов. Адсорбция водорода на оксидных включениях близким к моноатомному слою позволяет решить проблему водородной пористости алюминиевых сплавов. Соискатель исследовал коррозионную стойкость композита, которая оказалась на уровне чистых по железу алюминиевых сплавов.

На основании комплекса исследованных свойств соискатель предложил использовать композит как коррозионно–стойкую и высокопрочную альтернативу сплавам с высоким содержанием железа, используемым для литья под давлением. Технология получения композиционного материала защищена патентом РФ. Апробация технологии получения композиционного материала проведена на ОАО КУЛЗ (г. Каменск–Уральский). Результаты работы были внедрены на ООО УралЦветЛит (г. Каменск–Уральский) позволило полностью ликвидировать брак по гидроплотности отливки «Головка соединительная рукавная напорная ГР–150».

Из представленных материалов видна актуальность работы, её научная и практическая ценность, которая подтверждается внедрением и публикациями в

изданиях, входящих в международные базы цитирования и рекомендованных ВАК РФ. Считаю, что представленная диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, Положению о присуждении учёных степеней УРФУ, а сам автор Шефер Арсений Андреевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Согласен на обработку персональных данных.

Доктор технических наук

2.6.3 Литейное производство

доцент, профессор кафедры

Литейного производства и

упрочняющих технологий

26 апреля 2023 г.

Аркадий Борисович Финкельштейн

Подпись Финкельштейна А.Б. заверяю

учёной секретарь



В. А. Морозова

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

620002, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Тел.: +7 912-20-555-20

E-mail: a.b.finkelshteyn@urfu.ru