

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук
Никитина Константина Владимировича на диссертацию
Савченкова Сергея Анатольевича

«Синтез магниевых лигатур при металлотермическом восстановлении соединений редкоземельных металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Актуальность темы диссертации.

Магниевые сплавы с редкоземельными металлами находят свое широкое применение в авиастроении, ракетостроении, автомобилестроении и других отраслях промышленности. Автором рассмотрены ключевые технологические направления патентной активности в России, а также мировой публикационной активности в области магниевых сплавов с РЗМ и показано, что основными легирующими элементами из группы РЗМ в магниевых сплавах являются неодим, гадолиний и иттрий. Известно, что магниевые сплавы производят с применением двойных и тройных лигатур, которые могут быть получены различными способами. Выбранная тема диссертации, безусловно, является актуальной, поскольку направлена на исследование процесса синтеза магниевых лигатур с редкоземельными металлами методом металлотермического восстановления. Стоит отметить, что в отечественной и зарубежной литературе практически не освещены вопросы получения лигатур магний-РЗМ.

Цель диссертационной работы Савченкова С.А. заключается в научном обосновании и разработке технических решений, обеспечивающих высокое извлечение редкоземельных металлов в лигатуру при металлотермическом восстановлении их соединений.

№ 326-10
от 14.10.2019

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов, содержащихся в диссертационной работе обусловлена их соответствием фундаментальным закономерностям теории металлургических процессов, базовым положениям технологии производства лигатур, а также корректностью постановки и проведения экспериментальных исследований и адекватностью полученных результатов.

Научная новизна работы обоснована и заключается в следующем:

1. Определены и обоснованы интервалы температур тепловых эффектов при плавлении компонентов солевой смеси $KCl-NaCl-CaCl_2-MgCl_2-CaF_2-NdF_3(GdF_3)$, а также при проведении процесса магнетермического восстановления редкоземельных металлов из подобранной солевой смеси, в том числе при вводе цинка.

2. Обоснован процесс синтеза лигатур на основе магния, заключающийся в том, что при плавлении солевой смеси, включающей в себя фториды редкоземельных металлов, образуются прекурсоры $NaNdF_4$, $Na_5Nd_9F_{32}$, $Na_5Gd_9F_{32}$, из которых восстанавливаются редкоземельные металлы до интерметаллических соединений $Mg_xPЗM_y$.

3. Установлено, что при добавлении цинка в магниевый расплав создаются условия для снижения температуры и сокращения времени синтеза тройных лигатур $Mg-Zn-Nd$, $Mg-Zn-Gd$, а при восстановлении соединений иттрия ($NaYF_4$, $Na_5Y_9F_{32}$) ввод цинка способствует повышению его выхода в лигатуру.

4. Экспериментально установлены технологические режимы, обеспечивающие получение лигатур $Mg-Nd$, $Mg-Gd$, $Mg-Zn-Y$, $Mg-Zn-Nd$, $Mg-Zn-Gd$ магнетермическим восстановлением фторидно-хлоридных

расплавов с выходом неодима и гадолиния в лигатуру до 97 %, а при получении тройных лигатур Mg-Zn-РЗМ - до 99,6 %.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- Разработан способ получения лигатуры магний-неодим (заявка на патент РФ №2019107240 от 13.03.2019) и магний-гадолиний магниетермическим восстановлением РЗМ из фторидно-хлоридного расплава при использовании в качестве технологической солевой смеси – солей: KCl, NaCl, CaCl₂, MgCl₂, CaF₂ и фторидов РЗМ.

- Разработаны способ получения тройных лигатур магний-цинк-РЗМ, обеспечивающий извлечение иттрия до 98% (патенты на изобретения РФ №2675709, №2682191), гадолиния и неодима до 99,6%.

Разработанные способы получения двойных лигатур Mg-Nd, Mg-Gd и тройных лигатур Mg-Zn-Y, Mg-Zn-Nd, Mg-Zn-Gd могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях по производству магниевых лигатур, а результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе на специализированных кафедрах при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Металлургия».

Апробация работы. Результаты диссертационной работы были представлены на конференциях Международного и Всероссийского уровня, в том числе на конференциях, проводимых ИМЕТ РАН им. Байкова, ФГУП «ВИАМ» и др. По диссертации опубликовано 11 работ, из которых 2 патента на изобретение. Приведенные в диссертации и автореферате опубликованные работы Савченкова С.А. соответствуют теме диссертации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 124

наименования. Работа изложена на 128 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц и 88 рисунков.

Материал диссертационной работы в достаточной степени логично выстроен, четко сформулированы цель и задачи исследования. Диссертация написана грамотным техническим языком, текстовая часть дополняется иллюстрациями и таблицами, стиль изложения соответствует современному уровню научных работ.

При анализе диссертационной работы Савченкова С.А. возникли следующие вопросы и замечания:

1. По тексту диссертации имеется ряд стилистических неточностей. Так на стр. 38 в изложении требований к флюсам сказано «...распространиться по поверхности металла...», «... лигатур должны легко отделяться от солевой смеси...». При этом, необходимо учитывать, к какому агрегатному состоянию объекта эти требования относятся. Если жидкотекучесть и смачиваемость флюса должна обеспечиваться при контакте с жидким сплавом, следует применять термины «расплав», «лигатурный расплав».

2. На стр. 45 в тексте диссертации указано, что использовался хлорид магния, как «компонент повышающий вязкость флюса». А на стр. 38 в требованиях к флюсам сказано, что флюсы должны обладать невысокой вязкостью. Как это согласуется между собой?

3. По тексту диссертации есть ряд фотографий (3.13, 3.18 и т.п.) неинформативного характера, которые осложняют понимание. Кроме того, есть неточности в комментариях к ним. Например, в пояснениях к рис. 3.13 указано «...микротографии магния и порошковой соли...» (стр. 56), «...слиток лигатуры...». Фактически, из представленного фотоматериала непонятно ни то, ни другое.

4. При изучении распределения РЗМ по длине «чушки» не представлены габариты, не указано сечение и порядок расположения зон

анализа «чушки». При дальнейшем ознакомлении с текстом диссертации выясняется, что автор под термином «чушка» имеет в виду, по сути, технологическую пробу малых габаритов (в диаметре, вероятно, не более 50 мм, толщиной до 10 мм). Анализ однородности распределения в пределах таких малых объемах не позволяет дать объективной оценки важного параметра качества лигатур. Такой анализ был бы информативен и очень полезен при его выполнении на статистически значимой серии образцов (технологических проб). Однако, из текста диссертации не ясно на какой серии такой анализ выполнялся.

5. При получении лигатур новым способом, кроме исследования параметров качества продуктов (химический состав, структура), одним из наиболее важным является оценка их эффективности. Результаты по применению разработанных лигатур для получения магниевых сплавов, несомненно, улучшили бы работу соискателя с точки зрения практической значимости.

Сделанные замечания носят не критичный характер и не снижают высокого уровня представленной диссертации.

Заключение

Таким образом, диссертация Савченкова Сергея Анатольевича «Синтез магниевых лигатур при металлургическом восстановлении соединений редкоземельных металлов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая в полной мере соответствует критериям, установленным п.2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (утверждено приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 №839 адм), а ее автор – **Савченков Сергей Анатольевич** заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Доктор технических наук, профессор,
декан факультета машиностроения, металлургии
и транспорта федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Самарский государственный технический университет»



Никитин Константин Владимирович

08.10.2018

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская д. 133,
телефон: 8(846) 247-27-76; e-mail: kvn-6411@mail.ru

Подпись Никитина К.В. заверяю
Ученый секретарь ФГБОУ СамГТУ



Малиновская Юлия Александровна