

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева Александра Алексеевича
«Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых
сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них
деформированных полуфабрикатов без использования операций
гомогенизации и закалки» на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Диссертационная работа Яковлева А.А. содержит результаты исследований возможности разработки технологий плавки и литья, деформационно-термической обработки новых алюминиевых сплавов на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc без использования гомогенизации и закалки взамен марочным жаропрочным алюминиевым сплавам. Актуальность темы обусловлена необходимостью решения задач по научному обоснованию параметров технологии получения слитков и деформированных полуфабрикатов из предлагаемых сплавов для освоения их промышленного производства.

Работу характеризует системный подход к решению поставленных задач: проведен количественный анализ фазового состава системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc; с использованием расчетных и экспериментальных методов обоснован оптимальный химический состав жаропрочного алюминиевого сплава системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, изучены закономерности влияния легирующих элементов на структуру в процессе кристаллизации и деформационно-термической обработки. Все это позволило обосновать и разработать основы технологического процесса получения слитков из жаропрочного алюминиевого сплава системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, в частности методом непрерывного горизонтального литья. Диссертантом экспериментально определены базовые механические и физические свойства жаропрочного алюминиевого сплава системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc сравнительно с марочным сплавом типа 1201. Полученные результаты свидетельствуют о

преимущество экспериментального сплава перед промышленным аналогом, как по свойствам, так и по энергоэффективности технологического процесса, в котором исключены операции гомогенизации (для слитков) и закалки (для деформированных полуфабрикатов).

Работа выполнена на хорошем техническом уровне с применением таких современных высокоразрешающих методов как сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, микрорентгеноспектральный анализ, рентгеновская дефектоскопия и т.п., и поэтому достоверность полученных результатов и выводов, сделанных на их основе, не вызывает сомнения.

В качестве замечания по автореферату следует отметить то, что автор изучал кинетику растворения в алюминиевом расплаве только меди и циркония, хотя предлагаемый сплав содержит также добавки марганца и скандия.

В целом работа, представленная Яковлевым Александром Алексеевичем, соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Директор по качеству ОК РУСАЛ,
к.т.н.



Матвеева И.А.

109240, г. Москва ул. Никольямская, д.13, стр. 1
Тел.: 8 (495) 720 51 70
e-mail: irina.matveeva@rusal.com

Учёному секретарю
диссертационного совета
Д 212.132.02 при НИТУ «МИСиС»
доц., к.т.н. Колтыгину А.В.

119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 4,
Учёный совет

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации
Яковлева А.А.**

**«Исследование и разработка технологии получения слитков
алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них
деформированных полуфабрикатов без использования операций
гомогенизации и закалки»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.16.04 – «Литейное производство»**

Острая потребность в материалах, обладающих малой плотностью и достаточно высокой прочностью при повышенных температурах требует создания новых сплавов. Сбалансированным комплексом эксплуатационных, технологических и экономических характеристик обладают сплавы на основе алюминия. Поэтому создание сплавов нового поколения на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc (АЛТЭК) является актуальной научно-технической задачей.

Научная новизна исследования связана с проведением количественного анализа фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc для условий неравновесной кристаллизации, получением литой однофазной структуры слитков благоприятной для проведения деформационной обработки без использования операции гомогенизации, обнаружением в модельных сплавах системы Al-Cu-Mn сложного влияния концентрации меди на удельную электропроводность (УЭП) после разных режимах отжига, изучением влияния режимов термической обработки на твёрдость и УЭП слитков сплавов типа АЛТЭК.

Обоснование состава алюминиевых сплавов нового поколения типа АЛТЭК на базе системы Al-Cu-Mn-Zr (экономнолегированный) и Al-Cu-Mn-Zr-Sc (для литья крупных слитков), разработка технологических рекомендаций на плавку этих сплавов и технологического регламента на получение из них слитков составляет практическую ценность работы.

Научные результаты освещены в открытой печати, но, к сожалению, не защищены патентами на изобретение.

Следует отметить, что в выводе 4 приведены известные положения о влиянии температуры и перемешивания расплава на усвоение им легирующих элементов.

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, решает важную задачу в области алюминиевого литья, отвечает требованиям ВАК РФ о порядке присвоения учёных степеней, а её автор, Яковлев Александр Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой
«Металлургия и литейное производство»
ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ),
д.т.н., проф., чл.-корр. РАЕН



Борис Алексеевич Кулаков

Доцент кафедры
«Металлургия и литейное производство»
ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ),
к.т.н., доц., чл. РАЕН



Иван Николаевич Ермаков

Адрес: 454080, г. Челябинск, Пр. им. В.И. Ленина, 76, ЮУрГУ, каф. МЛП, 123
тел. 8 (351) 267-90-96



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева Александра Алексеевича по теме
«Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых
сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них
деформированных полуфабрикатов без использования операций
гомогенизации и закалки»
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.04 - Литейное производство

Работа Яковлева А.А. посвящена проблеме научного обоснования параметров технологии получения слитков и деформированных полуфабрикатов из сплавов нового поколения на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc. Создание эффективных технологий производства слитков из жаропрочных алюминиевых сплавов – важная, актуальная проблема, в рамках которой необходимо решать сложные научные задачи фундаментального и прикладного характера. Разработка и освоение процессов получения слитков новых по составу алюминиевых сплавов, удовлетворяющих заданным механическими свойствами ($\sigma_b > 300$ МПа, $\sigma_{0.2} > 260$ МПа), позволит существенно снизить себестоимость продукции и расширить сферу применения алюминиевых сплавов.

В работе приведены результаты исследований и особенностей фазообразования, протекающих в системе Al-Cu-Mn-Zr-Sc. Выявлены концентрационные области и предложены технологические режимы получения слитков со структурой, позволяющей реализовать заданные механические свойства.

К достоинствам работы относится научное обоснование составов и разработка практической технологии изготовления слитков из жаропрочного алюминиевого сплава на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc. Оптимальные режимы позволяют изготовить хорошо оформленные слитки, что явилось обоснованием для оформления ноу-хау (№59-004-2014 ОИС).

Полученные результаты использованы для разработки технологического регламента по получению слитков из сплава АЛТЭК. Проведена апробация технологии производства, основанная на закономерностях растворения легирующих элементов и механизма фазообразования, полученных в работе. Проведены механические испытания при комнатной и повышенной (300 °С) температурах.

Для достижения поставленной цели и решения поставленных задач Яковлев А.А. использовал комплекс надежных методов анализа и

современное оборудование. Результаты, полученные различными методами, согласуются между собой и дополняют друг друга.

Работа является законченным исследованием, автореферат написан грамотным языком.

При ознакомлении с авторефератом возникли следующие вопросы:

1. Не ясно, на основании чего автор подошел к расчету указанных концентрационных областей легирующих элементов?

2. Для прокатки слитков в листы исследуемых сплавов требуется достаточно большое давление прокатки. Каково было значение этого давления и каковы технологические режимы деформации слитков?

Работа выполнена на высоком научно-практическом уровне и соответствует паспорту специальности. Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Яковлев Александр Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - Литейное производство.

Отзыв предоставил:

Волочко А.Т., заведующий лабораторией микрокристаллических и аморфных материалов, доктор технических наук.

220141, Республика Беларусь, город Минск, улица Купревича, дом 10, телефон: +375 17 263-67-62; ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси».

Зав. лабораторией микрокристаллических
и аморфных материалов ГНУ «Физико-
технический институт НАН Беларуси»,
д.т.н.

Волочко А.Т.

Подпись Волочко А.Т. заверяю

Умняк
ФТИ НАН Беларуси
к.т.н.



Ионов О.А.

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.132.02 при НИТУ «МИСиС»
доценту, к.т.н. Колтыгину А.В.
119049, г. Москва
Ленинский проспект, д.4,

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Яковлева Александра Алексеевича
«Исследование и разработка технологии получения слитков алюминие-
вых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них деформи-
рованных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и за-
калки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство»**

Обеспечение высокого уровня качества литых заготовок является одной из главнейших задач современного литейного производства. При этом вопросы ресурсосбережения и безотходности производства в настоящее время являются наиболее важными. В связи с этим диссертационная работа Яковлева А.А., в которой на основании изучения литературных данных, результатов расчетов и проведенных экспериментальных исследований найдены и научно обоснованы пути оптимизации состава жаропрочного сплава АЛТЭК и технологии получения слитков из него, является весьма актуальной.

Сформулированные автором научные и практические положения, выводы и рекомендации достаточно обоснованы и подтверждены результатами экспериментальных исследований. Результаты работы, полученные с использованием современных методик, хорошо согласуются между собой и не противоречат существующим подходам к исследованию свойств литейных сплавов и отливок.

Достоверность выводов и заключений подтверждается апробацией результатов на научно-технических конференциях различного уровня, 8 публикациями, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

Убедительным подтверждением правильности положений и выводов, сформулированных автором, являются положительные результаты промышленной апробации разработанной Яковлевым А.А. технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc в цеху опытного производства ИЦ «ЛТМ».

Результаты будут полезны для предприятий, желающих выпускать конкурентоспособную продукцию из жаропрочных алюминиевых сплавов; при решении проблем создания ресурсосберегающих технологий.

В качестве замечания следует отметить, что в работе в качестве исходного материала для приготовления сплава используется алюминий марки А7Е, но обоснование непосредственно этой марки в автореферате отсутствует.

Диссертационная работа Яковлева А.А., выполнена на высоком научно-практическом уровне, по совокупности полученных результатов, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Яковлев Александр Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк):

Профессор кафедры материаловедения,
литейного и сварочного производства, д.т.н.



И.Ф. Селянин

И.Ф. Селянин

Подпись проф. И.Ф. Селянина удостоверяю:

Начальник отдела кадров

Н.В. Бессонов

Н.В. Бессонов

(контактный адрес: д.т.н., профессор Селянин Иван Филиппович,
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42, СибГИУ,
кафедра МЛСП; e-mail: kafedra_lp@mail.ru; тел.:(3843)78-43-99.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Яковлева Александра Алексеевича
«Исследование и разработка технологии получения слитков
алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления
из них деформированных полуфабрикатов без использования операций
гомогенизации и закалки», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.16.04 – «Литейное производство»**

Диссертационная работа Яковлева А.А. посвящена решению актуальной задачи в области автомобиле- и авиастроении, а именно разработки технологических режимов получения слитков и обоснованию концентрационных границ легирующих элементов нового жаропрочного сплава, сочетающего в себе наилучшую (в сравнении с промышленным сплавом 1201) комбинацию механических и физических свойств.

Диссертантом, применительно к проблематике диссертации, результативно использован комплекс современных методик исследования:

- 1) программный комплекс (программа для термодинамических расчётов Thermo-calc);
- 2) оригинальная методика определения полноты распада пересыщенного твердого раствора алюминия путем измерения электросопротивления контрольных образцов.

Автором установлены оптимальные технологические режимы и получены непрерывным горизонтальным литьем слитки (\varnothing 45 мм) из перспективного алюминиевого сплава АЛТЭК (система Al-Cu-Mn-Zr-Sc), с заданной микроструктурой, благоприятной для проведения деформационной обработки, без использования гомогенизации. При получении деформированных полуфабрикатов в структуре основными фазами являются Al_3Zr , $Al_{20}Cu_2Mn_3$, отвечающие за повышенные механические свойства и жаропрочность.

Проведенные исследования носят характер существенной научной новизны, которая подтверждается многочисленными докладами на международных конференциях, публикациями в ведущих российских журналах, разработанной технической документацией.

Другими положительными моментами диссертационной работы Яковлева А.А. являются завершенность комплексных научных исследований, использование современных методик и методов исследования, а также новейшего технологического и аналитического оборудования.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- в автореферате недостаточно внимания уделено практической значимости работы, ведь конечным результатом является разработка технологии получения слитков из перспективных алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, и, к сожалению, не представлен экономический эффект от использования нового сплава вместо применяемых стандартных;
- для обозначения процесса упрочняющей обработки при высокотемпературной выдержке, корректней было бы использование термина «высокотемпературное старение» вместо термина «отжиг».

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертации. Диссертационная работа Яковлева А.А. «Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них деформированных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и закалки» выполнена на высоком научно-техническом уровне и соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор диссертации **Яковлев Александр Алексеевич**, безусловно, достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Заведующий кафедрой
«Литейное производство»,
д-р техн. наук, проф.

Подпись Беляева С.В. заверяю
Документовед общего отдела.



 /Беляев С.В./

 /Малахова Е.А./

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Сибирский федеральный
университет» (СФУ)

Адрес: Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Институт цветных металлов и материаловедения
Кафедра «Литейное производство»

Заведующий кафедрой : Беляев Сергей Владимирович
телефон: +7 (391) 206-37-54, моб. тел. +7 902 929 6060
факс: +7 (391) 206-36-31, e-mail: 244812@mail.ru
веб-сайт: icmim.sfu-kras.ru

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Яковлева Александра Алексеевича
на тему: «Исследование и разработка технологии получения слитков
алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них
деформированных полуфабрикатов без использования операций
гомогенизации и закалки»
по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Диссертационная работа Яковлева А.А. посвящена актуальной проблеме повышения качества деформированных сплавов на основе Al-Cu-Mn-Zr-Sc.

Для достижения данной цели автором решены задачи количественного анализа фазового состава Al-Cu-Mn-Zr-Sc, обоснование с использованием расчетных и экспериментальных методов оптимального химического состава сплава АЛТЭК, включая определения концентрационных границ появления первичных кристаллов интерметаллидных фаз.

Научные положения, выводы и рекомендации в работе основываются на анализе изучаемого процесса. Результаты данной работы расширяют представления о технологических процессах разработки деформируемых сталей системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc.

Яковлевым А.А. расчетным экспериментальным путем проведен количественный анализ фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, в том числе для условий неравновесной кристаллизации и др.

Оценивая диссертационную работу Яковлева А.А. в целом можно сделать вывод, что она является логически завершенной научно-исследовательской работой, содержащей научно обоснованные технологические решения и имеющие важное значение для современного литейного производства.

Результаты диссертационной работы прошли промышленное опробование в условиях цеха опытного производства ИЦ «ЛТМ» НИТУ «МИСиС».

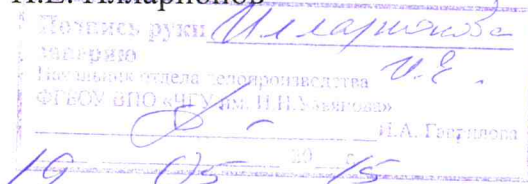
Опубликованные научные труды соответствуют теме выполненной диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, является законченной научно-исследовательской квалификационной работой, отвечает требованиям ВАК Минобразования и науки РФ к кандидатским диссертациям, а автор – Яковлев А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Зам. зав. кафедрой «Материаловедение и металлургические процессы»
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
заслуженный деятель науки и техники РФ и заслуженный деятель науки Чувашской
Республики, д.т.н., профессор, академик РАЕН
428 015, г. Чебоксары,
пр. Московский, д.15
e-mail: tmlp@rambler.ru
8-8352-45-39-39



И.Е. Илларионов



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева А.А. «Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc» с целью изготовления из них деформированных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и закалки» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство

Диссертационная работа Яковлева А.А. посвящена разработке технологии получения из сплавов на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc слитков и деформированных полуфабрикатов, исключаяющей операции гомогенизации и закалки.

Научная новизна работы Яковлева А.А. состоит в том, что автором расчетным и экспериментальным путем проведен количественный анализ фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, в том числе для условий неравновесной кристаллизации; показано, что в области концентраций 1 – 2% Cu, 1 – 2% Mn, 0,2 – 0,4% Zr и до 0,1% Sc можно получить слиток, имеющий в литом состоянии почти однофазную структуру, которая благоприятна для проведения деформационной обработки слитков без использования гомогенизации; на примере модельных сплавов системы Al-Cu-Mn обнаружено сложное влияние концентрации меди на удельную электропроводность после разных режимов отжига, что объясняется сложным влиянием температуры на концентрации Cu и Mn в алюминиевом твердом растворе; изучено влияние режимов термической обработки на твердость и удельную электропроводность слитков сплавов типа АЛТЭК и модельных сплавов.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологических рекомендаций на плавку, литье и деформационно-термическую обработку алюминиевых сплавов типа АЛТЭК на базе системы Al-Cu-Mn-Zr и Al-Cu-Mn-Zr-Sc, исключаяющие гомогенизацию и закалку, а также в разработке технического регламента на получение слитков.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. Из автореферата не ясно окончательное время гомогенизации расплава при добавлении легирующих элементов в условиях отсутствия принудительного перемешивания.

2. В автореферате не приведено сравнение времени гомогенизации расплава при добавлении легирующих элементов в условиях принудительного перемешивания и в отсутствии перемешивания.

3. Из автореферата не ясен экономический эффект от внедрения разработанной технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc без использования операций гомогенизации и закалки.

Представленная на отзыв диссертационная работа Яковлева А.А. «Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, имеющую важное научное значение в области разработки технологии и слитков из алюминиевых сплавов Al-Cu-Mn-Zr-Sc. Это позволяет положительно оценить диссертационную работу, которая соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Яковлев А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – литейное производство.

Зав. кафедрой «Неорганическая химия»

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральского

государственного университета», д.т.н., профессор

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, Тел.: (351)267-95-66,

aeg-2007@mail.ru.

Доцент, к.т.н. кафедры «Неорганическая химия»

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральского

государственного университета»

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, Тел.: (351)267-95-66,

aeg-2007@mail.ru. (351) 267-95-66



В.А. Смолко

Ведущий документовед
О.В. Брюхова

Е.Г. Антошкина

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Яковлева А.А. на тему
«Исследования и разработка технологии получения слитков
алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью
изготовления из них деформированных полуфабрикатов
без использования операций гомогенизации и закалки»
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Тема рассматриваемой диссертационной работы актуальна, поскольку направлена на совершенствование технологии получения деформированных полуфабрикатов. Рассмотрение автореферата Яковлева А.А. позволяет заключить, что сформулированные задачи исследования им успешно решены, цель работы достигнута, а полученные результаты имеют научную новизну.

Диссертантом разработана технология получения слитков из деформируемых сплавов Al-Cu-Mn-Zr-Sc методом непрерывного горизонтального литья. Определены рациональные технологические режимы производства деформированных полуфабрикатов, исключаяющие операции гомогенизации и закалки.

Научная новизна и значимость результатов исследований, изложенных в автореферате диссертации, подтверждаются 8-ю публикациями, в том числе 3-мя – в журналах, входящих в перечень ВАК, свидетельством о регистрации НОУ-ХАУ (№ 59-004-2014 ОИС).

Диссертационная работа Яковлева А.А. отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.04 – «Литейное производство», а автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Директор ГНУ «Институт
технологии металлов НАН
Беларуси», академик НАН
Беларуси, лауреат Государственной
премии БССР, лауреат
Государственной премии РБ,
Заслуженный изобретатель РБ,
д.т.н., профессор

Е.И. Марукович

Зав. лабораторией
модифицирования сплавов, к.т.н.

Подписи Е.И. Маруковича и
В.Ю. Стеценко удостоверяю:
ст. инспектор



В.Ю. Стеценко

Е.С. Жигунова



Открытое акционерное общество «КОМПОЗИТ»

Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,
Россия, 141070

Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-2222, 513-2223
канц. 513-2256, факс (495) 516-0617
E-mail: info@kompozit-mv.ru

ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

29.05.2015 г. исх. № 0100-100
на № _____ от _____

Ученому секретарю
Диссертационного совета
Д212.132.02 НИТУ МИСиС
КОЛТЫГИНУ А.В.
119049, Москва, ГСП-1,
Ленинский пр-кт, д.4

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева Александра Алексеевича
«Исследование и разработка технологии получения слитков
алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью
изготовления из них деформированных полуфабрикатов без
использования операций гомогенизации и закалки»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

В изделиях авиационной и ракетной техники в качестве обшивочных элементов широко используются листовые полуфабрикаты из алюминиевых деформируемых сплавов. Однако эти сплавы, в частности сплав 1201, характеризуются ограниченной рабочей температурой до 250⁰С и довольно сложной технологией производства полуфабрикатов – необходимость гомогенизации слитков перед деформацией, трудоемкая термическая обработка конечной продукции.

Работа Яковлева А.А. направлена на решение данной проблемы.

Поставленная задача решается путем создания на базе системы Al-Cu-Mn нового сплава с оптимизацией количества основных компонентов (меди и марганца) и введением легирующих элементов циркония и скандия. Определению химического состава нового сплава под маркой АЛТЭК предшествовало изучение его фазового и структурного состояния с привлечением современных методов исследования.

Слиток сплава АЛТЭК, получаемый способом непрерывного литья, имеет практически однофазную структуру, что позволило исключить его гомогенизацию перед деформацией. Автором установлены параметры деформационно-термического процесса получения прокаткой из слитка диаметром 45 мм листов толщиной 10, 3 и 0,6 мм, изучены физико-механические и другие свойства полуфабрикатов.

Испытания механических и физических свойств сплава АЛТЭК и марочного сплава 1201 показали превосходство сплава АЛТЭК.

Результаты количественного анализа фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с изучением закономерностей формирования структуры при кристаллизации и последующей термической обработке, а так же установление оптимальных технологических режимов получения слитков и их прокатки представляют определенную научную и практическую ценность.

По тексту автореферата сделаны следующие замечания:

1. В работе ставилась задача увеличения механических свойств при температуре 300^0 С разрабатываемого сплава по сравнению со стандартным сплавом 1201. Однако в тексте приведены данные по механическим свойствам только при комнатной температуре.

2. Отмечены погрешности, в частности – в таблице 1 не приведен состав марочных сплавов, на рис. 2б в интервале температур $300^0 - 500^0$ С в фазовом составе указана жидкая фаза «L», что является ошибочным.

3. Представляется необходимым продолжение работы в части создания технологий производства слитков из сплавов типа АЛТЭК большого диаметра и получения из них крупногабаритного проката, определения физико-механических, сварочных и коррозионных свойств полуфабрикатов, а также предложения ведущим КБ страны об использовании новой продукции.

Данные замечания не носят принципиального характера и не снижают общего высокого уровня работы.

Результаты работы могут быть полезны исследователям, занимающихся подобной тематикой, конструкторам новой специфичной техники.

Работа Яковлева Александра Алексеевича удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.04 «Литейное производство».

Считаем, что Яковлев Александр Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Директор Института новых
металлургических технологий, к. т. н.

Главный научный сотрудник, к. т. н.



В.Н. Бутрим

А.А. Тихонов

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации **Яковлева Александра Алексеевича** на тему «Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них деформированных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и закалки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - «Литейное производство».

Развитие техники требует создания новых материалов, обладающих высокой прочностью при повышенных температурах, малой плотностью, стабильными показателями удельной электрической проводимости, склонностью к прокатке в холодном состоянии. Большинству из этих требований удовлетворяют деформируемые алюминиевые сплавы системы Al-Cu-Mn (типа 1201), для которых после разливки в слитки необходимо проводить операцию гомогенизации, а после обработки давлением предусматривать закалку деформированных полуфабрикатов. Реализация данных операций требует использования специального оборудования, значительного энергопотребления, что в итоге приводит к увеличению себестоимости и снижению конкурентоспособности продукции. Поэтому разработка технологии получения деформированных полуфабрикатов на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc без использования энергоемких операций гомогенизации и закалки представляет научный и практический интерес, что подтверждает актуальность диссертационной работы Яковлева А.А.

Исследования проведены с использованием современного оборудования, что позволило изучить процессы неравновесной кристаллизации, оценить микроструктуру и тонкую структуру, плотность, механические свойства и дефекты в литых заготовках.

На основании результатов анализа фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, автором показано, что в области концентраций 1-2 % Cu, 1-2 % Mn, 0,2-0,4 % Zr и до 0,1 % Sc возможно получение структуры, в которой доля вторичных выделений фаз $Al_{10}Cu_2Mn_3$ и Al_3Zr (или $Al_3(Zr, Sc)$) существенно больше, чем в марочных сплавах типа 1201, что предполагает возможность повышения жаропрочности. При этом слиток в литом состоянии имеет почти однофазную структуру с минимальной долей глобулярных эвтектических включений Al_2Cu , что позволяет проводить его деформацию без предварительной гомогенизации.

Из практической значимости работы следует отметить разработку технического регламента на получение слитков и технологических рекомендаций на плавку, литье и деформационно-термическую обработку алюминиевых сплавов типа АЛТЭК.

Результаты работы прошли хорошую апробацию на научно-практических конференциях и достаточно полно опубликованы в научно-технических изданиях.

По содержанию автореферата имеются некоторые замечания:

1. Нет информации об изменении себестоимости единицы продукции при переходе от сплавов типа 1201 на предлагаемый сплав АЛТЭК и технологию его обработки.

2. В работе содержится большой объем исследований, относящихся к специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», поэтому диссертация могла быть представлена к защите по двум специальностям.

Отмеченные недостатки не ставят под сомнение полученные результаты. В целом, работа Яковлева А.А. выполнена на высоком уровне, соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - Литейное производство.

Заведующий кафедрой
«Металлургия литейных
сплавов» БНТУ,
д.т.н., профессор



Б.М. Немененок

Подпись заведующего кафедрой Б.М. Немененка удостоверяю:

Начальник ОК БНТУ



В.А. Дронов

на автореферат диссертации Я.А. Яковлева

Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них деформированных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и закалки.

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Работа Я.А. Яковлева посвящена решению важной научно-технической задачи - научному обоснованию составов, разработке технологии получения из сплавов на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc слитков и деформированных полуфабрикатов, исключающей операции гомогенизации и закалки, обладающих малой плотностью и достаточно высокой прочностью при повышенных температурах.

Научная новизна работы Я.А. Яковлева заключается в том, что расчетным и экспериментальным путем проведен количественный анализ фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc, в том числе для условий неравновесной кристаллизации. Установлено, что в области теоретически обоснованных концентраций Cu, Mn, Zr и Sc возможно получить структуру, в которой доля вторичных выделений фаз $Al_{20}Cu_2Mn_3$ и Al_2Zr (или $Al_3(Zr,Sc)$) существенно больше, чем в марочных сплавах типа 1201. что предполагает возможность существенного повышения жаропрочности

Показано, что при таких концентрациях легирующих элементов, возможно получить слиток, имеющий в литом состоянии почти однофазную структуру в которой доля эвтектических включений фазы Al_2Cu минимальна, а сами включения имеют глобулярную форму. Такая литая структура благоприятна для проведения деформационной обработки слитков без использования гомогенизации.

На примере модельных сплавов системы Al-Cu-Mn обнаружено сложное влияние концентрации меди на удельную электропроводность (УЭП) после разных режимов отжига (от 150 до 600 °C), показано, что после отжига при 400-450 °C с увеличением содержания меди в сплаве до 4% включительно наблюдается значительный рост УЭП.

В ходе работы изучено влияние режимов термической обработки на твердость и УЭП слитков сплавов типа АЛТЭК и модельных сплавов.

Практическая значимость работы состоит в том, что обоснован состав алюминиевых сплавов нового поколения типа АЛТЭК на базе систем Al-Cu-Mn-Zr (экономнолегированный) и Al-Cu-Mn-Zr-Sc (для литья крупных слитков).

Разработаны технологические рекомендации на плавку, литье и деформационно-термическую обработку алюминиевых сплавов типа АЛТЭК на базе систем Al-Cu-Mn-Zr и Al-Cu-Mn-Zr-Sc, исключающие гомогенизацию и закалку.

Разработан технический регламент на получение слитков из предлагаемых сплавов. Проведено опытное опробование технологии получения слитков из нового деформируемого сплава АЛТЭК методом непрерывного горизонтального литья в цехе опытного производства ИЦ «ЛТМ» НИТУ «МИСиС».

Вместе с тем, по автореферату имеются следующие замечания:

- при рассмотрении влияния легирующих элементов на литую структуру сплавов при равновесной кристаллизации не приведены результаты термодинамических расчетов по кристаллизации, в то же время приведенные графики (рисунок 5 стр. 13.) расчета затвердевания по модели Шейля –Гулливера демонстрируют разный характер затвердевания сплавов. Так сплав с 1,5% меди основную долю твердой фазы выделяет в области ликвидуса, а в сплаве с 7% меди выделение твердой фазы идет преимущественно во всем температурном интервале затвердевания. Ввиду этого возникает закономерный вопрос о характере и общем количестве усадочной пористости в получаемых слитках. Несмотря на то, что в автореферате говорится о том, что слиток получен без дефектов и приведена иллюстрация рентгеновской дефектоскопии (рисунок 15 стр.22) исследования, остается не совсем понятно относительное или абсолютное распределение пористости. Кроме того в тексте автореферата нет информации по интервалу затвердевания исследуемых сплавов.
- вызывает опасение факт рекомендаций по наличию достаточного перемешивания расплава в индукционных печах с точки зрения возможности проникновения окисных пленок внутрь расплава и, как следствие внутрь закристаллизованного слитка.

Сделанные замечания носят частный характер и не снижают в целом высокий уровень работы.

Считаю, что представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, содержит в себе новые решения научных задач, имеющих актуальное значение для развития теории и практики литейного производства, , разработке технологии получения из сплавов на базе системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc слитков и деформированных полуфабрикатов, исключаяющей операции гомогенизации и закалки, обладающих малой плотностью и достаточно высокой прочностью при повышенных температурах. и соответствует требованиям п.9 "Положения о присуждении ученых степеней", а ее автор Я.А..Яковлев, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - Литейное производство.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры
"Машины и технология
литейного производства"
ФГБОУ ВПО "Уфимский
государственный авиационный
технический университет"



Ганеев Альмир
Амирович.
тел.+7(347)273-77-55

ФГБОУ ВПО "УГАТУ"

450000, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул.К. Маркса, д. 12

тел. +7 (347) 2737927, +7 (347) 2726307, +7 (347) 2722918 (общий отдел)

сайт www.ugatu.su, e-mail office@ugatu.su

Подпись	<i>Ганеева</i>
Удостоверяю	« 26 » 05
Начальник управления по делопроизводству	<i>Сиренко</i>
и референтуре УГАТУ	



Ученому секретарю
диссертационного совета Д 212.132.02
доц., к.т.н. Колтыгину А.В.
119049, г. Москва
Ленинский проспект, д.4,

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева Александра Алексеевича «Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них деформированных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и закалки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство»

Замена дорогостоящей технологии производства деформированных полуфабрикатов из жаропрочных алюминиевых сплавов является одной из главных задач современного литейного производства. При этом вопросы ресурсосбережения и безотходности производства являются наиболее важными.

Сформулированные автором научные и практические положения достаточно обоснованы и подтверждены расчетными и экспериментальными результатами. Результаты работы, выводы и рекомендации хорошо согласуются между собой, не противоречат современным подходам к исследованию и разработке перспективных сплавов, выполнены современными методами на новейшем оборудовании

Достоверность полученных результатов подтверждается апробацией работы на различных научно-технических конференциях, публикациями по тематике работы. Подтверждением правильности положений и выводов, сформулированных автором, являются технологические рекомендации (для ООО «Механика»), а также свидетельство о регистрации «ноу-хау» на технологию получения слитков сплава системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc.

Результаты работы будут полезны наукоемким предприятиям, которые планируют выпускать конкурентоспособную продукцию из алюминиевых сплавов с высоким уровнем показателей жаропрочности при рабочих температурах.

В качестве замечания следует отметить, что в работе в базовым шихтовым материалом выбран марочный алюминий, но обоснование использования именно этой сортовой марки алюминия в автореферате отсутствует. Также не ясно, какое количество сплава АЛТЭК допускается (и допускается ли) при плавке в качестве возврата.

Диссертационная работа Яковлева А.А., выполнена на высоком научно-исследовательском уровне, является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, Яковлев Александр Алексеевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Директор по развитию ООО «ОК Стройбис»,
к.т.н.
140202 Московская обл., Воскресенский р-н,
г. Воскресенск, ул. Московская, 34
Телефон/факс: +7 495 648-69-04
Email stroibis@stroibis.com

Федотов И.Л.



ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации

Яковлева Александра Алексеевича

«Исследование и разработка технологии получения слитков алюминиевых сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr-Sc с целью изготовления из них деформированных полуфабрикатов без использования операций гомогенизации и закалки»
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

Актуальность рецензируемой работы определяется возрастающим спросом на материалы, способные работать при повышенных температурах и обладающих наилучшим комплексом технологических, эксплуатационных и экономических показателей. Это определило тенденцию замены марочных жаропрочных деформируемых сплавов сплавами нового поколения. Для освоения промышленного производства алюминиевых сплавов нового поколения необходимо решение по научному обоснованию параметров технологии получения слитков и деталей из предлагаемых сплавов.

Диссертантом грамотно сформулированы цель и задачи в работе, которые необходимо было решать. Экспериментальные и расчетные исследования проводились с использованием современного технологического и аналитического оборудования, а также современных пакетов программ. Вышеописанные факторы, а также непротиворечивость полученных результатов принятым фундаментальным научным положениям обеспечивают высокую степень достоверности работы.

Среди полученных результатов, обладающих несомненной научной новизной, следует отметить:

1. установление технологических режимов получения слитков сплава системы Al-Cu-Mn-Zr с заданной однофазной структурой;
2. установление механизма и стадийности выделения упрочняющих жаропрочных частиц фаз Al_3Zr ($L1_2$) и $Al_{20}Cu_2Mn_3$.
3. обнаружение характера зависимости растворимости легирующих элементов от температуры расплава в модельных сплавах системы Al-Cu-Mn и Al-Mn-Zr. Показано, что первоначально образуется весьма малая скорость растворения легирующих элементов. При этом с увеличением температуры на 100 °C скорость растворения легирующих элементов существенно увеличивается. Обусловлено применение миксеров с принудительным перемешиванием для литья сплавов системы Al-Cu-Mn-Zr.

Работа имеет практическую значимость о чем свидетельствует полученное свидетельство о регистрации ноу-хау; разработанный технологический регламент на получение слитков из представленного алюминиевого сплава; апробация разработанной технологии плавки и литья слитков на промышленном оборудовании.

К числу определенных недостатков автореферата следует отнести:

1. отсутствие подробного описания разработанной технологии получения слитков;

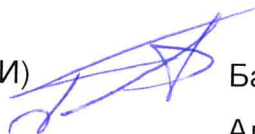
2. отсутствие обоснование выбора в качестве исследуемых деформируемых материалов – листа. Не ясно, почему в работе не исследуются структура и свойства поковок, штамповок и др.;
3. наличие погрешностей стиля, опечаток и др.

Однако перечисленные недочеты не затрагивают основные положения работы и её значимость для науки и практики.

По материалам диссертации имеется 8 публикаций, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК. В публикациях описаны основные положения научной новизны и практической значимости результатов работы. Основные положения и результаты работы докладывались на конференциях и семинарах различного уровня.

Оценивая работу в целом, можно сказать, что она заслуживает положительной оценки, соответствует требованиям ВАК «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Яковлев Александр Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство».

Доктор технических наук, профессор
кафедры «Машины и технологии
литейного производства» ФГБОУ ВПО
«Московский государственный
машиностроительный университет (МАМИ)



Батышев Константин
Александрович.

Служебный адрес: 107023, г. Москва, ул. Б.Семёновская, д. 38, ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», кафедра «Машины и технологии литейного производства».

Телефон: 8-903-018-17-07, E-mail: konstbat@rambler.ru

Подпись проф. Батышева Константина Александровича удостоверяю:

Зам. ректора



С.В. Губенков