



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620002,
факс: +7 (343) 375-97-78; тел.: +7 (343) 374-38-84
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855,
ИНН/КПП 6660003190/667001001

1

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель, сотр.


Коржав Владимир Венедиктович



« 21 » 02

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» на диссертационную работу Чеглакова Владимира Викторовича «Совершенствование технологии выплавки автоматных алюминиевых сплавов с целью получения литых заготовок с заданными структурой и свойствами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство

Актуальность избранной темы

Значительная доля прессованных полуфабрикатов из сплавов систем Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si подвергается механической обработке. Для улучшения обрабатываемости резаньем в эти сплавы добавляют до 1,0-1,2% свинца. Однако производство таких сплавов связано с технологическими трудностями. При приготовлении сплавов в плавильных печах происходит потеря свинца из-за его окисления, взаимодействия с футеровкой и замещения оксидов свинца со шлаком. Различие плотности несмешивающихся при охлаждении и кристаллизации жидких фаз обуславливает гравитационную ликвацию жидких частиц свинца и их укрупнение за счет коалесценции. В донной части слитка размеры включений достигают 50-100 мкм. Следует отметить также преждевременный выход из строя футеровки печей и низкую производительность оборудования. Анализ диссертантом отечественного и зарубежного опыта показал отсутствие надежных решений по рассматриваемой проблеме. В связи с этим можно

утверждать, что тема работы Чеглакова В.В. по совершенствованию технологии выплавки автоматных алюминиевых сплавов с целью получения литых заготовок с заданной структурой и свойствами является актуальной и своевременной.

Общая характеристика содержания диссертации

Диссертация изложена на 112 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 76 наименований, содержит 54 рисунка и 9 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, представлены основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору литературы, в котором рассмотрены и критически оценены результаты исследований свойств сплавов монотектических систем и возможности получения на их основе литых заготовок с заданной структурой и свойствами. Существующие технологии выплавки автоматных алюминиевых сплавов в печах различного типа не обеспечивают однородный химический состав сплава из-за расслоения несмешиваемых жидких фаз, укрупнения частиц свинецсодержащей фазы и гравитационной ликвации. Введение в расплав на основе алюминия свинца в виде гранул позволяет получать в расплаве более мелкие частицы легкоплавкой фазы, но из-за их термодинамической неустойчивости получить заданную структуру слитка не удастся. В диссертации указывается на перспективность применения свинецсодержащей лигатуры в виде брикетов, спрессованных из гранул свинца и алюминиевой стружки. Однако и в этом случае при полунепрерывном литье наблюдается склонность к укрупнению включений свинца до 20-30 мкм, которые располагаются по границам дендритных ячеек, а частицы больших размеров наблюдаются в донной части слитка. Таким образом, диссертантом установлено, что известные способы приготовления автоматных алюминиевых сплавов в промышленных печах не

позволяют получать сплав с однородным химическим составом и, соответственно, цилиндрического слитка с заданной структурой и свойствами.

Во второй главе описаны применяемые в работе методы исследования и методики проведения экспериментов. Исследования проведены с использованием комплекса современных физико-химических методов, включающего термический, рентгеноспектральный, электронно-микроскопический, рентгенофазовый анализы, оптическую микроскопию и др., а также современной аппаратуры для исследования поверхностных свойств расплавов.

Комплексный подход, широкий спектр методов исследования, современная приборная база позволили получить новые экспериментальные данные, обладающие несомненной научной новизной и достоверностью.

В третьей главе, являющейся экспериментальной частью диссертации, представлены и обсуждены следующие результаты лабораторных исследований:

- методом термического анализа проведены исследования фазовых переходов в системе Al-Pb и определены максимально возможные концентрации свинца в лигатурном сплаве и температуры необходимого перегрева расплава для литья гранул на установке гранулирования;

- с применением математического моделирования процесса теплообмена при литье гранул определены скорости их кристаллизации, а с использованием световой и электронной микроскопии – размеры свинцовой фазы в структуре гранул;

- эффективность применения свинецсодержащей лигатуры проверена в условиях ООО «Красноярский металлургический завод» при получении слитка диаметром 320 мм из автоматного сплава марки 2007. Исследования структуры слитка по длине и сечению показали, что свинцовые включения располагаются в основном по границам дендритных ячеек, а не в теле зерна, что потребовало проведения дополнительных исследований по уточнению механизма их распределения; с этой целью в работе исследованы важнейшие

усилия действующие на частицы свинцовой фазы и выявлена их роль в распределении частиц различных размеров в структуре слитка.

В четвертой главе диссертантом исследована возможность получения высоколегированных автоматных алюминиевых сплавов в транспортном ковше с применением брикетированных свинецсодержащих лигатур и электромагнитного перемешивания расплава. По результатам исследований представлены следующие результаты:

- исследовано влияние поверхностно-активного олова на снижение температуры гомогенизации расплава и параметров электромагнитного перемешивания на интенсификацию процессов диспергирования и растворения свинца в расплаве системы Al-Cu-Mg-Pb;

- с применением электромагнитной численно-математической модели определены параметры системы ковш-индуктор, обеспечивающие эффективность диспергирования свинца во всем объеме ковша, а применение математической модели расчета теплового поля расплава в ковше позволило определить тепловую эффективность системы для растворения лигатуры в расплаве и сохранения остаточного тепла для проведения дальнейших технологических операций;

- результаты математического моделирования диспергирования свинца в расплаве на основе алюминия проверены в производственных условиях ООО «Красноярский металлургический завод» при приготовлении автоматного сплава системы Al-Cu-Mg-Pb в транспортном ковше с применением электромагнитного перемешивания, дополнительно проверена роль поверхностно-активного олова на усвоение свинца в транспортном ковше и его распределение в структуре слитка при его затвердевании.

В завершающей части рассматриваемой работы проведено исследование влияния структуры цилиндрических слитков изготовленных по опытной технологии на механические свойства прессованных изделий, оценены также экологические преимущества разработанной технологии, ее

энергоэффективность, снижение потерь свинца и затрат на ремонт футеровки печей.

Результаты проведенных исследований обобщены в разделе **заключение** семью основными выводами. Значение полученных результатов для практики определяются проведенной апробацией результатов исследований в ООО «Красноярский металлургический завод» и их внедрением на данном предприятии.

Следует отметить, что проведенные исследования и полученные результаты не являются частным случаем для автоматных алюминиевых сплавов, а носят общий характер, например в создании новых материалов специального назначения, таких как антифрикционных, износостойких, высокодемпфирующих, электротехнических и т.п. Например, свинцовая бронза, проявляющая тенденцию к расслоению, применяется для изготовления тяжело нагруженных подшипников скольжения.

Научная и практическая значимость результатов работы

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

- предложен способ получения гранулированной алюминиево-свинцовой лигатуры для приготовления автоматных алюминиевых сплавов и на основе математического моделирования теплообмена в процессе ее получения установлены зависимости скорости охлаждения и времени кристаллизации гранул от их размера и условий охлаждения; научно обоснован механизм образования в структуре гранул свинцовой фазы различных размеров с учетом температурных условий формообразования;
- в результате анализа капиллярных, кристаллизационных и гравитационных усилий, действующих на частицу свинцовой фазы перед растущим кристаллом в процессе затвердевания слитка из автоматного сплава впервые установлена следующая закономерность: кристаллом захватываются частицы размером менее 0,1-0,25 мкм, а более крупные вытесняются в

междендритное пространство, где происходит их укрупнение за счет коалесценции;

- разработана новая энергоэффективная технология приготовления автоматного алюминиевого сплава в транспортном ковше с применением брикетированной лигатуры, электромагнитного перемешивания и модифицирования сплава оловом в количестве до 0,2 масс.% для снижения температуры гомогенизации микрогетерогенного расплава и на основе численно-математической модели диспергирования свинца определены оптимальные параметры технологического процесса.

Практическая значимость работы заключается в разработке нового способа получения лигатурного сплава системы Al-Pb и эффективной технологии диспергирования свинца в расплаве на основе алюминия и их внедрение на ООО «Красноярский металлургический завод» в технологический процесс получения цилиндрических слитков из автоматных алюминиевых сплавов.

Расширены возможности использования олова в качестве модифицирующей добавки в расплав на основе алюминия для снижения температуры его гомогенизации и получения слитков с мелкозернистой структурой и дисперсными включениями свинца при общепринятых температурах плавки и литья.

Техническая новизна и практическая значимость диссертационной работы подтверждена двумя патентами РФ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные экспериментальные и теоретические результаты, полученные автором, могут найти применение на предприятиях металлургического и машиностроительного комплексов России, в частности предприятиях компании РУСАЛ, ОАО «КУМЗ», АО «АРКОНИК Смз», АО «Алюминий Металлург Рус», механический завод ГМК «Норильский никель», ГП «Красмаш» и др.

Замечания по диссертационной работе

При рассмотрении и анализе диссертации возникли следующие замечания:

1. В работе недостаточно отражен зарубежный опыт производства автоматных алюминиевых сплавов серий 2XXX и 6XXX.

2. Известно применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) для снижения температуры гомогенизации микрогетерогенных расплавов. В работе не отражено, чем обусловлен выбор олова в качестве ПАВ для достижения этой цели.

3. В работе не рассмотрен вопрос влияния параметров разработанного технологического процесса производства слитков из автоматных алюминиевых сплавов на обрабатываемость резанием прессованных полуфабрикатов, полученных из них.

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационного исследования в целом.

Заключение о соответствии диссертационной работы требованиям

Положения о присуждении ученых степеней

Работа является законченной и выполненная автором на достаточно высоком научном уровне. Диссертация написана грамотно, стиль изложения доказательный. Работа содержит достаточное количество экспериментальных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры. По каждой главе и работе в целом имеются выводы и заключение. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 21.04.2016 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор

диссертации, Чеглаков Владимир Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Отзыв на кандидатскую диссертацию Чеглакова Владимира Викторовича «Совершенствование технологии выплавки автоматных алюминиевых сплавов с целью получения литых заготовок с заданными структурой и свойствами» подготовлен д.т.н., профессором кафедры литейного производства и упрочняющих технологий Мысик Раисой Константиновной.

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры литейного производства и упрочняющих технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», (протокол №2 от «20» февраля 2020 г.), на котором присутствовало 14 человек, проголосовавших единогласно за утверждение данного отзыва.

Заведующий кафедрой литейного производства и упрочняющих технологий УрФУ, д-р техн. наук



Фурман
Евгений Львович