



121596, Россия, Москва, ул. Горбунова, 2
тел.: +7 (495) 287-74-00
факс: +7 (495) 287-74-02
www.oaovils.ru

121596, Gorbunova str., 2, Moscow, Russia
tel.: +7 (495) 287-74-00
fax: +7 (495) 287-74-02
www.oaovils.ru

« ____ » _____ 20 ____ г. № 0305-04
на № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по науке и производству ОАО «ВИЛС»,
профессор, доктор экономических наук
Г.Д. Ковалев
« 27 » _____ 05 _____ 2015г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Кибко Натальи Валерьевны «Формирование структуры и
физико-механических свойств силуминов при обработке расплава
водородсодержащими веществами», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

На отзыв представлены:

- диссертация объемом 159 страниц, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 163 наименований и приложений;
- автореферат, в котором изложены основные положения диссертации и представлен список работ автора по теме диссертации, включающий 21 публикацию.

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Кибко Н.В. посвящена решению проблемы улучшения параметров микроструктуры и физико-механических свойств



силуминов с содержанием кремния от 3 до 15% путем использования рациональных режимов обработки расплава водородсодержащими веществами.

Актуальность работы определяется тем, что в настоящее время алюминиевые сплавы являются важнейшими материалами для развития высокотехнологичных секторов экономики, поскольку обладают высокими удельными свойствами при малой плотности. Среди алюминиевых сплавов особое место занимают литейные сплавы системы алюминий-кремний (силумины). Их широкое применение обусловлено благоприятным сочетанием физико-механических, технологических свойств и относительной дешевизной.

Для повышения комплекса свойств силуминов используют различные технологические приемы, в частности, модифицирование. Правильно выбранный состав модификатора и режим модифицирования во многом определяют уровень механических свойств сплавов системы Al-Si. В настоящее время учеными и практиками разработано и применяется большое количество разнообразных модификаторов: натрийсодержащие смеси, соли титана и циркония, лигатуры типа Al-Ti-B, Al-Sr, фосфорсодержащие соединения, комплексные добавки и присадки на основе высокодисперсных компонентов. Многие исследователи уделяют особое внимание влиянию газов на процесс модифицирования сплавов Al-Si.

Водород обычно считают вредной примесью в алюминиевых сплавах, поскольку он способствует образованию дефектов типа пор, расслоений, рыхлот. В данной работе исключительное внимание уделяется положительному влиянию водорода, вносимого в силумины при обработке расплава. Учитывая, что в настоящее время силумины, для снижения их стоимости, часто изготавливают с использованием низкосортных отходов, ломов, содержащих повышенную концентрацию водорода, представленная работа, позволяющая по-новому взглянуть на роль водорода, является, безусловно актуальной.

Структура и содержание работы

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, приведены цели и задачи работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В **первой главе** выполнен аналитический обзор современных способов улучшения структуры и свойств алюминиевых сплавов, в том числе силуминов. Особое внимание уделено технологическим факторам, изменяющим содержание водорода, показано, что они оказывают существенное влияние на структуру и уровень свойств сплавов на основе алюминия. Обзор литературы, написанный Кибко Н.В., содержит значительный объем информации по теме работы, включая новые публикации в ведущих российских и зарубежных журналах. Результаты аналитического обзора научно-технической литературы подтверждают

целесообразность проведения новых исследований влияния способов и режимов обработки, увеличивающих содержание водорода, на численные параметры микроструктуры и физико-механические свойства силуминов.

Во **второй главе** проведен сравнительный анализ влияния способов и режимов обработки шихты и расплава водородсодержащими веществами на морфологию, размеры, характер распределения и объемную долю структурных составляющих, на физико-механические свойства и содержание диффузионно-подвижного водорода в доэвтектических и заэвтектических силуминах. Автором, для изучения строения эвтектики, проведен подробный качественный и количественный металлографический анализ, в том числе с помощью пакета прикладных программ для металлографических исследований Siam's Photolab 700. Модифицирующее действие водорода подтверждено результатами рентгеноструктурного анализа.

В результате комплексных исследований структуры и свойств автором предложены оптимальные режимы обработки расплава, обеспечивающие измельчение как первичного, так и эвтектического кремния, увеличение объемной доли эвтектики, улучшение параметров субструктуры и повышение уровня физико-механических свойств сплава Al-15%Si. Необходимо отметить, в этой связи, обоснованность выбора указанного сплава для исследований.

В **третьей главе** представлены результаты влияния условий кристаллизации, термической и термоциклической обработки (ТЦО) на параметры микроструктуры, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), плотность и твердость заэвтектических силуминов. Определены оптимальные условия кристаллизации наводороженного сплава Al-15%Si. Установлено, что сочетание продувки расплава водородом и последующей кристаллизации в металлический кокиль способствует одновременному диспергированию эвтектического и первичного кремния, увеличению объемной доли эвтектики, повышению твердости, снижению ТКЛР и плотности силумина.

Приведены результаты исследования влияния термической и термоциклической обработки на величину ТКЛР наводороженного сплава Al-15%Si. Определены оптимальные режимы термической и термоциклической обработки, способствующие уменьшению ТКЛР. Показано, что термоциклическая обработка в интервале температур 200–300 °С более значительно снижает ТКЛР наводороженного сплава Al-15%Si по сравнению со старением при 300 °С. Определено также количество циклов ТЦО, которое обеспечивает максимальное снижение ТКЛР в интервале 50–450 °С.

В **четвертой главе** проведен анализ апробации результатов диссертационной работы в промышленных условиях и использования их в учебном процессе. Автором проведено опытно-промышленное опробование предлагаемых способов обработки расплава заэвтектических силуминов водородсодержащими веществами, по результатам которого сделано заключение о перспективности их использования при производстве изделий

из силуминов заэвтектического состава. Рассчитан ожидаемый годовой экономический эффект при использовании предлагаемого способа наводороживания расплава заэвтектических силуминов.

В целом диссертационная работа изложена технически грамотно, с применением терминологии, принятой в области металловедения. Общее оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Каждая глава содержит важные результаты научных исследований автора и завершается обоснованными выводами.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Работа содержит ряд новых научных результатов, наиболее значимыми из которых являются следующие:

- получен комплекс новых экспериментальных данных о влиянии содержания диффузионно-подвижного водорода на морфологические особенности и численные параметры микроструктуры силуминов доэвтектического и заэвтектического состава, дополняющих представления об участии водорода в процессе модифицирования структуры силуминов;

- выявлены особенности совместного влияния обработки расплава и условий кристаллизации на параметры микроструктуры и свойства силуминов. Показана возможность одновременного диспергирования структурных составляющих, увеличения объемной доли эвтектики, повышения твердости, снижения ТКЛР и уменьшения плотности сплавов системы Al-Si при обеспечении оптимальных условий обработки расплава и кристаллизации;

- показано, что совместное легирование малыми добавками титана и циркония и модифицирование водородом способствуют одновременному улучшению микроструктуры и свойств заэвтектических силуминов, заключающемуся в измельчении кристаллов первичного кремния, снижении ТКЛР и плотности, увеличении твердости.

- показана возможность применения термической и термоциклической обработки наводороженного сплава Al-15%Si для снижения значений ТКЛР в интервалах испытания 50–250 °C и 50–450 °C соответственно.

Теоретическая значимость работы определяется тем, что:

- с использованием экспериментальных методов исследования, основанных на различных физических принципах, в работе получены и систематизированы данные по влиянию обработки шихты и расплава, условий кристаллизации, термической и термоциклической обработки на морфологию, размеры и характер распределения структурных составляющих и на физико-механические свойства силуминов с содержанием кремния от 3 до 15%;

- выявлены закономерности изменения размеров эвтектического и первичного кремния, твердости и микротвердости сплава Al-15%Si в зависимости от режима продувки расплава водородом (времени и

температуры обработки) и представлены на графиках уравнений линейной регрессии, построенных при помощи пакета программ StatSoft Statistika 6.0. Предложен рациональный режим обработки, позволяющий одновременно диспергировать все виды структурных составляющих и повышать физико-механические свойства заэвтектических силуминов.

Практическое значение работы определяется тем, что на основании полученных в работе результатов были предложены рациональные способы и режимы обработки расплава, обеспечивающие достижение оптимального содержания водорода, оказывающего эффективное влияние на морфологию, размеры и характер распределения структурных составляющих и улучшающие физико-механические свойства силуминов. Создана и зарегистрирована база данных «Параметры микроструктуры и твердость заэвтектических силуминов после обработки расплава», которая может быть использована при разработке и совершенствовании технологии получения сплавов Al-Si с заданными параметрами структуры и свойств.

Проведено опытно-промышленное опробование предлагаемых способов обработки расплава силуминов водородсодержащими веществами в условиях ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» и ООО «НПП «Вектор машиностроения», по результатам которого сделано заключение о перспективности их использования при производстве изделий из заэвтектических силуминов. Рассчитан ожидаемый годовой экономический эффект при использовании предлагаемого способа обработки расплава. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк).

Достоверность научных положений, результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе, обеспечивается использованием современного лабораторного оборудования, применением взаимно дополняющих друг друга методов исследования, большим объемом экспериментов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки «Материаловедение и технология материалов», «Металловедение и термическая обработка металлов» и «Технология литейных процессов» в различных учебных заведениях, а также в научных организациях, ориентированных на разработку новых материалов.

Результаты работы, связанные с разработкой способов и режимов обработки расплава можно рекомендовать к использованию на различных литейных заводах.

Замечания по диссертационной работе

1. Учитывая то, что в работе основное внимание уделяется роли водорода, как элемента, во многом определяющего формирование структуры

и свойств силуминов, необходимо было бы подробно привести в работе методику определения содержания водорода, включая вырезку образцов.

2. В работе не указана погрешность измерений при определении ТКЛР, поэтому трудно сделать вывод о значимости результатов изменения ТКЛР при обработке сплава. Значения коэффициента ТКЛР для сплава Al-15%Si на уровне 27×10^{-6} 1/град (Рис.3.15) вызывают сомнения в корректности измерений.

3. Уменьшение плотности сплава при наводороживании, как показывает автор, связано с образованием междендритной пористости. В связи с этим автору необходимо было оценить, как влияет уменьшение плотности и, соответственно, микропористость, на механические свойства.

4. Размер дендритного параметра в сплавах зависит, согласно теории кристаллизации, от скорости охлаждения при кристаллизации. Можно предположить, что полученные данные об измельчении дендритного параметра при наводороживании связаны с условиями охлаждения при кристаллизации образцов, а не с действием водорода.

5. В работе не уделено внимания вопросу стабильности во времени структуры силуминов, сформировавшейся после наводороживания, что имеет важное значение при использовании таких сплавов (в частности в приборостроении).

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают основных положений, выносимых соискателем на защиту.

Заключение

Представленная к защите диссертационная работа «Формирование структуры и физико-механических свойств силуминов при обработке расплава водородсодержащими веществами» имеет как научную, так и практическую ценность.

Результаты, полученные в работе, достоверны и достаточны для обоснования сделанных выводов. Содержание автореферата и публикации правильно отражают основные положения диссертации и дают полное представление о выполненной работе. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, пунктам №2 и №3.

Диссертация Н.В. Кибко представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения задачи по повышению свойств сплавов системы алюминий-кремний, связанные с использованием обработки расплава водородсодержащими веществами. Полученные в работе результаты обладают научной новизной, обоснованы на современном научном уровне, описывают законченный этап исследований. Достоверность изложенных в диссертации результатов подтверждается использованием

современных методик исследования, большим объемом экспериментальных данных и опробованием в промышленных условиях.

Все перечисленное дает основания считать, что представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Кибко Наталья Валерьевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертационная работа Кибко Н.В. заслушана и обсуждена на семинаре Научного контрактного комплекса ОАО «ВИЛС» 21 мая 2015г. (Протокол № 5/15 от 21.05.2015г).

Главный научный сотрудник Отделения легких сплавов
Научного Контрактного Комплекса ОАО «ВИЛС»,
доктор технических наук, профессор Конкевич Валентин Юрьевич
e-mail-info@oaoovils.ru

Конкевич В.Ю.

25мая 2015 года.