



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
(ТГУ)

ОКПО 55914968 ул. Белорусская, 14, г. Тольятти,
ОГРН 1036300997567 Самарской обл., 445667, ГСП
ИНН 6320013673 Телефон (8482) 54-64-24
ОПП 632401001 Факс (8482) 53-95-22
E-mail: office@tltsu.ru
<http://www.tltsu.ru>

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научно-
исследовательской и инновационной деятельности

С.Х Петерайтис

26.02.2016 г.



№ _____
на № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»

на диссертационную работу **Крымского Станислава Вацлавовича**

«Структура и свойства криопрокатанного алюминиевого сплава Д16», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 –

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность работы обусловлена необходимостью поиска новых неметаллургических путей улучшения свойств материалов, что вызвано постоянно растущими потребностями рынка в высокопрочных металлических материалах. Общеизвестно, что высокопрочное состояние таких материалов может быть реализовано за счет сильного измельчения их структуры - придания им ультрамелкозернистой и нанокристаллической (УМЗ и НК) структуры с размером зерна/кристаллита менее 1 и 0,1 мкм, соответственно. В частности, этот эффект в материалах отмечается после, так называемой, интенсивной пластической деформации (ИПД). Для этого, как правило, требуются специальные деформационные методы и оборудование, обеспечивающие большие степени преимущественно сдвиговой деформации ($e >> 1$) заготовок, что вызывает ряд значительных трудностей для промышленного использования. Более простой подход подразумевает использование традиционных и широко используемых методов деформации в условиях, максимально подавляющих возврат. К таким методам, в первую очередь, относится прокатка при криогенных (ниже температуры жидкого азота) температурах.

ИПД алюминиевые сплавы, наряду с высокой прочностью, обычно обладают пониженной пластичностью и вязкостью, что существенно снижает потенциал их применения и заставляет больше внимания уделять развитию стратегии повышения

Владимир ИСМ
№ 29.02.2016
от 29

баланса свойств. При этом критическим становится выбор схемы и режимов всех этапов термомеханической обработки (ТМО) сплавов, в том числе пост-ИПД термической обработки (ТО), обеспечивающих повышение их пластичности и вязкости при минимальной потере прочности. Так, термопрочняемые сплавы после ИПД обычно подвергают низкотемпературному отжигу, формирующему более равновесные структуры той же дисперсности и приводящему к незначительному уменьшению их прочности на фоне кратного повышения пластичности.

Актуальность работы обусловлена тем, что она посвящена решению отмеченных выше вопросов для сложнолегированных термоупрочняемых сплавов, формирование структуры и свойств которых при обработках с ИПД более сложное для понимания из-за того, что в значительной степени оно контролируется состоянием и распадом алюминиевого твердого раствора, а также морфологией и распределением его продуктов.

Научная значимость:

1. Впервые исследовано структурно-механическое поведение и оценены параметры конструкционной прочности алюминиевого сплава Д16 системы Al-Cu-Mg, подвергнутого большим пластическим деформациям, реализованным изотермической прокаткой при температуре жидкого азота.

2. Установлено, что новые наноразмерные зерна при криопрокатке предварительно закаленного сплава Д16 формируются посредством развития непрерывной динамической рекристаллизации. Вследствие слабой термической активации наноструктурирование затруднено и прокатка даже с величиной деформации 3,5 приводит к формированию лишь смешанной структуры с долей зерен нанометрического размера менее 50%.

3. Показано, что криопрокатка до деформации 2,0 уменьшает параметр решетки матрицы предварительно закаленного сплава Д16 на 0,005 Ангстрема, а с дальнейшим ростом степени деформации, напротив, увеличивает его на 0,003 Ангстрема.

4. Установлено, что пост-деформационное старение криопрокатанного сплава Д16 может одновременно повысить показатели его статической прочности, трещиностойкости и сопротивления межкристаллитной коррозии.

Практическая ценность:

1. Изучены особенности структурного и механического поведения сплава Д16 при термомеханической обработке, сочетающей упрочняющую термическую обработку и большую пластическую деформацию при отрицательных температурах.

2. Разработаны научные основы технологии получения высокопрочных криокатанных листов из среднепрочного сплава Д16, способных конкурировать с полуфабрикатами из высокопрочных алюминиевых сплавов.

3. Показано, что ТМО сплава Д16 с криопрокаткой позволяет придать ему как уникальный уровень параметров статической прочности при комнатной температуре, так и уникальный баланс его прочности и пластичности (предел текучести 610 МПа при относительном удлинении 10 %) при параметрах трещиностойкости и сопротивления межкристаллитной коррозии на уровне стандартно термообработанного по режиму Т1 прессованного полуфабриката.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается применением аттестованного и поверенного экспериментального оборудования, использованием взаимодополняющих стандартизованных методов структурного и фазового анализа, устойчивой воспроизводимостью результатов, статистически значимым количеством измерений, а также сравнением полученных результатов с данными других исследователей.

По диссертационной работе Крымского С.В. имеется ряд замечаний:

1) В работе не проанализированы текстурные изменения в прокатанном сплаве, хотя инструментальная база исследования (рентгеноструктурный и EBSD анализ) позволяла провести такой анализ. Данные об изменениях текстуры позволили бы значительно расширить и углубить понимание и взаимосвязь структурно-фазовых изменений, протекающих при криопрокатке сплава и его последующем отжиге при различных температурах.

2) Приведенное в работе утверждение о выделении высокотемпературной θ -фазы не подкреплено анализом угловых положений рентгеновских отражений от этой фазы. Наличие в работе этих данных позволило бы автору определить, какая модификация данной фазы (метастабильная либо стабильная) выделяется при высокотемпературном старении, а также определить, как связан уровень искажений кристаллической решетки в областях, где выделяется данная фаза, с (не)когерентностью выделений. В свою очередь, эти данные дали бы возможность полнее раскрыть механизм зарождения и роста выделений θ -фазы.

3) В работе явно не хватает сравнения данных о структуре и фазовом составе криопрокатанного сплава с таковыми для сплава, прокатанного при комнатной температуре.

4) Примененная в работе методика определения трещиностойкости сплава Д16 на основе статических испытаний образцов с надрезом на внекентренное растяжение может

дать только сравнительные данные по трещиностойкости материала, находящегося в разном структурном состоянии (ранжировать образцы), т.к. эти результаты сильно зависят от геометрии образцов. Однако в работе нигде не приведены данные о толщине образцов.

5) В работе данные по механическим испытаниям приведены только для одной степени деформации (2,0) без объяснения, почему это не было сделано для других.

6) В работе отсутствуют хотя бы примеры первичных кривых механических испытаний, что несколько снижает достоверность приведенных результатов.

7) В работе не проведен анализ влияния неизбежного адиабатического разогрева в процессе прокатки и теплообмена с окружающей средой, т.е. повышения реальной температуры обработки выше температуры жидкого азота, на конечные результаты.

8) В заключительной части работы говорится о перспективности применения сплава Д16, обработанного по разработанным технологическим режимам, в качестве конструкционного материала в авиа- и авто- строении, однако в этих отраслях одними из наиболее важных являются характеристики сопротивления усталости, которые в данной работе вообще не рассматривались.

Высказанные замечания по диссертационной работе Крымского С.В. носят рекомендательный характер и не снижают ценности и положительной оценки работы.

В целом, диссертация Крымского Станислава Вацлавовича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные исследования. Основные результаты диссертационной работы являются **новыми**, они представлены и изложены четко и убедительно, выводы в работе логически обоснованы. Тема исследования является, несомненно, актуальной, а сама работа выполнена на высоком научном уровне.

Результаты работы могут быть полезны организациям, занимающимся практическому применению материалов из легких сплавов: ОАО «ВИАМ», ОАО «ВИЛС», ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», НПО «Энергия» и др.

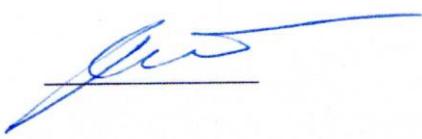
Заключение. Диссертационная работа Крымского Станислава Вацлавовича выполнена на актуальную тему и представляет собой законченный научно-исследовательский труд. Полученные экспериментальные результаты обоснованы и достоверны, имеют практическую и научную ценность.

Автореферат и опубликованные труды автора отражают основные положения диссертационной работы, а результаты исследований представлены на отечественных и международных научных конференциях.

Диссертационная работа Крымского С.В. «Структура и свойства криопрокатанного алюминиевого сплава Д16» соответствует предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., а соискатель, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертационная работа и настоящий отзыв обсуждены и одобрены на расширенном научно-техническом семинаре Научно-исследовательского института прогрессивных технологий (НИИПТ) ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»

Председатель НТС,
директор НИИПТ,
д.ф.-м.н., проф.
Мерсон Дмитрий Львович



Мерсон Д.Л.
01.02.2016 г.