

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Магомедовой Дарьи Курбановны на тему:
«Закономерности разрушения сплава системы Al-Mg-Si в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.8 – механика деформируемого твёрдого тела.

Актуальность диссертации Магомедовой Дарьи Курбановны обусловлена тем, что она направлена на решение важной задачи механики деформации и разрушения – установление закономерностей разрушения ультрамелкозернистого сплава системы Al-Mg-Si электротехнического назначения с повышенными прочностными свойствами.

Работа сочетает проведение численного анализа формирования напряжённо-деформируемого состояния в алюминиевом сплаве конечно-элементными методами с экспериментальным изучением микроструктуры и свойств материала в разных структурных состояниях. Результаты моделирования составляют теоретическую значимость работы, тогда как практическая значимость состоит в поиске путей повышения свойств сплава без изменения его химического состава.

Среди полученных результатов наиболее интересными представляются относящиеся к демонстрации возможности улучшения механического поведения материала не только за счёт известного эффекта уменьшения размера зерна, но и за счёт измельчения интерметаллидных частиц в результате интенсивной пластической деформации, что понижает тенденцию образования пор и раннего разрушения.

Достоверность работы достигается применением зарекомендовавших себя экспериментальных методик изучения микроструктуры и механических характеристик материала, а также применением пакетов современных программ для компьютерного моделирования. Работа апробирована на 12 конференциях, степень опубликования в научных изданиях достаточная.

В то же время к работе имеется ряд замечаний:

1) В выводах к главе 3 автор утверждает, что УМЗ состояние имеет повышенную устойчивость к формированию трещин, в то же время деформация до формирования трещин в КЗ и УМЗ состояниях одинакова. Возникает вопрос, в чём тогда выражается повышенная устойчивость к формированию трещин в УМЗ материале?

2) Часто не приводится ошибка измерения величин, что может повлиять на сделанные автором заключения. Там, где она приводится, возникают вопросы: например, в таблице 3.2.1. указано значение предела текучести 230 ± 10 МПа для предела текучести и 265 ± 10 МПа для предела прочности материала в КЗ состоянии. В то время как на Рис. 3.2.5а инженерная диаграмма КЗ сплава демонстрирует предел текучести явно ниже 200 МПа и предел прочности порядка 210 МПа, что не вписывается в указанные пределы погрешности и может повлиять на представительность рис. 3.2.5б по разнице между КЗ и УМЗ состояниями.

3) На стр. 51 указано, что «Анализ электронограммы подтверждает, что наблюдаемые частицы – это частицы вторичной фазы β' -фазы», в то же время на электронограмме, представленной на Рис. 3.1.2., рефлексов от частиц не наблюдается.

4) На стр. 81 утверждается, что «при обработке сплава РКУП происходит перераспределение и измельчение интерметаллидных частиц Fe-Al в алюминии...». Однако, из раздела 3.1. следует, что КЗ и УМЗ состояния отличаются также плотностью и фазовым составом выделений типа бета', бета'' – эти различия и их эффект на процессы разрушения не обсуждается и не учитывается.

5) Автор указывает, что влияние на порообразование оказывают частицы Al-Fe. В то же время EDX анализ показывает, что частицы содержат Si. Идентификация частиц с определением их состава и кристаллографии не проведены.

6) На стр. 55 автор утверждает, что «размеры частиц Al-Fe в УМЗ материале имеют размеры до 2 μm », тогда как на гистограмме 3.1.6. отображено наличие частиц размером 5 и 9 микрон в УМЗ состоянии.

7) Автор указывает, что результаты работы «могут быть использованы для получения прочных алюминиевых сплавов с высокой электропроводностью», в то время как электропроводность данных сплавов в работе не исследуется.

8) Автор рассматривает процессы разрушения с точки зрения порообразования с участием частиц, тогда как к разрушению может приводить и достижение критических напряжений в результате образования дефектов при пластической деформации. Этот процесс не анализируется и не учитывается. Кроме того, напряжение течения, а стало быть, и напряжение при разрушении выше у УМЗ материала в силу большего зернограничного и дислокационного упрочнения, при этом закон Холла-Петча может объяснить наблюдаемый эффект и без привлечения модели Зинера-Стротера, тем более что количественный анализ вклада структурных факторов в упрочнение в работе не проводится.

9) Есть несколько формальных замечаний: так, например, исследование – это процесс, а стало быть, не может являться целью работы. Подраздел «Построение диаграмм истинная деформация – истинное напряжение» следовало бы перенести в методики исследования. Кроме того, стиль изложения нуждается в улучшении – начиная с введения заметны отступления от строгого научного стиля: (i) тяжёлая, лёгкая и другие промышленности не являются областями современного мира; (ii) повышение свойств не является направлением современного материаловедения, а его задачей; (iii) «когда превышены пределы прочности» - требуется пояснение, поскольку предел прочности по определению является максимальным напряжением, которое может выдерживать материал; (iv) «для задания течения дислокаций» - корректнее говорить о пластическом течении, которое обусловлено движением дислокаций; и так далее... Также, из текста непонятно, какое отношение имеет публикация по сплаву Ti-6Al-7Nb к теме диссертации, посвящённой изучению алюминиевого сплава – этот момент требует обоснования.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Магомедовой Д.К. и не ставят под сомнение основные положения и выводы, представленные в работе.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Магомедовой Дарьи Курбановны на тему: «Закономерности разрушения сплава системы Al-Mg-Si в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии» соответствует специальности 1.1.8 – механика деформируемого твёрдого тела.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития механики деформации и разрушения.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация Магомедовой Дарьи Курбановны на тему «Закономерности разрушения сплава системы Al-Mg-Si в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии» соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Член диссертационного совета
ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского
государственного университета

Еникеев Нариман Айратович

14.11.2023 г.

