

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Омара Ахмеда Омара Мослеха на тему «Сверхпластическая деформация титановых сплавов с разной исходной микроструктурой», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 24 декабря 2019 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 14.10.2019, протокол № 12.

Диссертация выполнена на кафедре металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС» Михайловская Анастасия Владимировна.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 12 от 14.10.2019) в составе:

1. Кудря Александр Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ «МИСиС», профессор - председатель комиссии

2. Прокошкин Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС», профессор

3. Галкин Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС», профессор

4. Сворцова Светлана Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и технологии обработки материалов НИУ «МАИ», профессор

5. Попов Артемий Александрович, доктор технических наук, заведующий кафедрой термообработки и физики металлов УрФУ, профессор

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «УГАТУ».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Показано, что максимальные значения относительного удлинения и коэффициента скоростной чувствительности наблюдаются при режимах сверхпластической деформации (СП) 825 °C- $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, 840 °C- $4 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ и 875 °C- $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ для сплавов ВТ6, ОТ4-1 и ВТ14 соответственно, при доле β -фазы от 20 до 50%.

2. Установлено, что СП сопровождается деформационным упрочнением в сплавах ВТ6 и ОТ4-1, обусловленным динамическим ростом зерен и деформационным разупрочнением на начальной стадии деформации в сплаве ВТ14, связанным с процессами динамической рекристаллизации (увеличение доли высокоугловых границ зерен), при этом, максимальные значения удлинения наблюдаются в случае минимального эффекта деформационного упрочнения/разупрочнения.

3. Сопоставлена эффективность результатов математического моделирования поведения течения сплавов ВТ6, ОТ4-1 и ВТ14-СТ по данным испытаний на одноосное растяжение с использованием предложенных моделей, основанных на уравнении Аррениуса, искусственной нейронной сети, эмпирической модели, учитывающей исходные параметры микроструктуры, модели Джонсон-Кука (в т.ч. модифицированной) для прогноза значений напряжения при СП.

4. Сверхпластическая формовка листов из сплава ВТ6 (с исходной глобулярной микроструктурой) по сравнению со сплавом ВТ14 (большой долей нерекристаллизованной структуры) при температурах 825 и 875 °C соответственно, со скоростью деформации $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ по режиму, определенному при помощи имитационного моделирования методом конечных элементов обеспечила получение осесимметричных

модельных деталей с однородной микроструктурой и меньшей разнотолщинностью. Устранение различий обеспечивает двухстадийный режим сверхпластической формовки с низкоскоростной первой ступенью (снижается доля нерекристаллизованных участков), что приводит к уменьшению разнотолщинности в деталях из сплава ВТ14.

5. В исследуемых сплавах после СП в оптимальных температурно-скоростных условиях обнаружены дислокации и дислокационные стенки в теле α -зерен после деформации в интервале 50 - 400%, подтверждающие дислокационный механизм аккомодации зернограницного скольжения, и образование отростков β -фазы на границах зерен/субзерен и в теле соседствующих с β фазой α -зерен, указывающие на аккомодацию зернограницного скольжения диффузионной ползучестью.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Для начальной ($\epsilon=0,1-0,3$) и устойчивой ($\epsilon=0,69-1,12$) стадий СП сплава ВТ14 в оптимальных температурно-скоростных условиях выявлены их доминирующие механизмы: дислокационный и зернограницное скольжение соответственно.

2. Установлено, что при легировании сплава ВТ14 0,1%B и 1,8%Fe и термомеханической обработке формируются α и β фазы (средним размером 0,8-0,9 мкм), снижаются β -трансус и температура равенства объемных долей фаз при СП, что снижает температуру её проявления не менее чем на 100° С (по сравнению с аналогами) при скорости деформации $(1-5) \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и относительном удлинении до 1000%.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Опыт, полученный при разработке для сплавов ВТ6, ОТ4-1 и ВТ14 математических моделей, в т.ч. учитывающих параметры их микроструктуры, может быть использован при создании моделей прогноза поведения материала при СП.

2. Предложенный двухстадийный режим сверхпластической формовки может оказаться полезным для уменьшения разнотолщинности и повышения однородности микроструктуры по сечению деталей из сплава ВТ14.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ использовано современное оборудование, современные методики сбора и обработки информации и статистического анализа. Полученные результаты характеризуются внутренним согласием, не противоречат результатам ранее опубликованных работ по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в:

состоит в непосредственном участии в разработке плана экспериментов, их проведении и анализе полученных результатов, интерпретации и оформлении результатов в виде научных статей и тезисов докладов.

Соискатель представил 8 опубликованных работ по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, и входящих в базы Web of Science/Scopus.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения степени кандидата наук в НИТУ «МИСиС» соискателем учёной степени не нарушен.

Диссертация Омара Ахмеда Омара Мослеха соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором исследований предложены новые составы и технологии

термомеханической обработки алюминиевых сплавов, обладающих сверхпластичностью и повышенной по сравнению с аналогами прочностью.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Омару Ахмеду Омару Мослеху ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за - 5, против - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии



А.В. Кудря

24.12.2019