

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Рогачева Станислава Олеговича на тему «Структурные факторы и способы управления прочностью и пластичностью сплавов в широком диапазоне температур», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и состоявшейся в МИСИС 29.02.2024 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом МИСИС 20.11.2023 г., протокол № 15.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС).

Научный консультант - Никулин Сергей Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой металловедения и физики прочности НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом МИСИС (протокол № 15 от 20.11.2023 г.) в составе:

1. Калошкин Сергей Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, директор института новых материалов и нанотехнологий НИТУ МИСИС – председатель комиссии;

2. Прокошкин Сергей Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС;

3. Костина Мария Владимировна, д.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией физикохимии и механики металлических материалов федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН);

4. Колобов Юрий Романович, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической инженерии композиционных материалов федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии российской академии наук (ФИЦ ПХФ и МХ РАН);

5. Салищев Геннадий Алексеевич, д.т.н., профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»;

6. Столяров Владимир Владимирович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории узлов трения для экстремальных условий федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук;

7. Страумал Борис Борисович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий лабораторией поверхностей раздела в металлах федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твёрдого тела Российской академии наук;

В качестве ведущей организации утвержден Государственный научный центр Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1 Разработаны применимые к сплавам разных типов способы повышения прочности с сохранением пластичности через создание общих для разных сплавов типов структур, способных к аккомодации напряжений: выявление причин низкой пластичности сплавов, улучшение их аккомодационной способности за счет выбора химического состава сплава или изменения исходной структуры, изменения схем и режимов деформационно-термической и термической обработки с использованием традиционных методов обработки давлением и методов больших пластических деформаций;

2 Выявлено и экспериментально продемонстрировано новое явление – усиление эффекта упрочнения и блокировки перераспределения дислокаций и миграции границ зерен при повышенных температурах в штамповых сталях ферритного класса, обеспечивающее уровень прочности этих сталей до 500-650 МПа в температурном диапазоне 750-800 °С;

3 Определены структурные факторы упрочнения и структурной аккомодации в тонких полосах технически чистой меди и латуни Л63 при немонотонной деформации по схеме знакопеременного изгиба, обеспечивающие повышение предела текучести в 1,5 – 4 раза без потери пластичности: измельчение зеренной структуры через формирование двойниковых границ (в латуни) и получение градиента прочности по толщине полосы.

4 Установлены закономерности структурно-фазовых превращений и выявлены структурные факторы упрочнения и структурной аккомодации промышленных циркониевых сплавов (Э110, Э635 и Э125) при больших пластических деформациях кручением под давлением, равноканальным прессованием и ротационной ковкой. В сплаве Э125 достигнуто сочетание максимальной прочности 900 МПа и относительного удлинения 5% за счет формирования субмикроструктурной зеренно-субзеренной структуры, содержащей 10–30% ω -Zr-фазы, или сочетание прочности 820 МПа и относительного удлинения 30% при формировании бимодальной нано- и субмикроструктурной зеренно-субзеренной структуры;

5 Показано, что обработка кручением под давлением композитной эвтектической структуры алюминиевых сплавов с отсутствием растворимости в матрице эвтектикообразующего компонента в системах Al-Ce, Al-La и Al-Ni обеспечивает увеличение прочности сплавов в 4–6 раз с сохранением высокой пластичности на уровне 5–20 %. Максимальный уровень прочности 750-800 МПа при сохранении высокого относительного удлинения 5-10% достигается в сплаве Al-4% Ca-0,8% Mn-(0,5-1,3)% Fe за счет измельчения эвтектических частиц до наноуровня с последующей трансформацией большинства из них в сегрегации кальция, обогащения кальцием твердого раствора (Al) и формирования бимодальной нанокристаллической структуры.

6 Методом кручения под давлением созданы новые высокопрочные композиционные материалы на основе коррозионностойкой стали и ванадиевого сплава с ультратонкой мультислоистой структурой, обладающие высокой термической стабильностью упрочненного состояния до температуры 700 °С;

7 Установлены закономерности структурообразования и выявлены структурные факторы управления балансом прочности и пластичности новых композиционных материалов «оболочка/стержень» на основе меди и алюминиевых сплавов Д16 или Al-10% La, полученных ротационной ковкой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- определены и классифицированы основные структурные механизмы и факторы обеспечения баланса высокой прочности и пластичности при холодной и горячей

деформации и развит общий подход для достижения такого баланса в различных сплавах путем создания структур, обеспечивающих упрочнение и структурную аккомодацию при деформации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается выполнением исследований в рамках Госзадания, проектов ГК Росатом и Федеральных целевых программ, наличием справок о практическом использовании полученных результатов на предприятиях, а также выданными патентами на изобретение № 2522922 «Способ внутреннего азотирования ферритной коррозионно-стойкой стали», № 2744584 «Штамповая сталь» и № 2776893 «Способ упрочняющей обработки инструмента из штамповых сталей».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что предложенный в работе подход к управлению балансом прочности и пластичности был успешно верифицирован на широком спектре металлических материалов с различным химическим составом, кристаллической решеткой, с разным структурно-фазовым состоянием, получен большой объём экспериментальных данных с использованием современных высокоточных и высокочувствительных методов анализа и испытаний, произведена их корректная обработка и интерпретация, имеет место согласованность полученных результатов с результатами других научных групп, опубликованных в литературе по теме работы, и их непротиворечивость современным материаловедческим положениям.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании общей концепции, анализе состояния вопроса по теме работы и постановке задач, составлении плана проведения лабораторных исследований и испытаний, в проведении научных экспериментов на всех этапах работы, в получении, обработке, анализе и обобщении результатов, формулировании выводов, а также в подготовке научных публикаций.

Соискатель представил 63 печатных работы, в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ (55 - в базах Web of Science/Scopus; 3 – патента, 7 ноу-хау).

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Рогачева Станислава Олеговича полностью соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований разработаны научно-технологические подходы к созданию специальных структурно-фазовых состояний, обеспечивающих баланс высокой прочности и пластичности в различных сплавах. Совокупность научно-практических результатов позволяет развивать новое направление создания современных конструкционных и функциональных металлических материалов. Решена актуальная задача металловедения – сохранение прочности штамповых сталей на ферритной основе при горячей деформации, внедрение которых внесет значительный вклад в научно-техническое развитие РФ.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Рогачеву Станиславу Олеговичу ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 6 человек, участвовавших в заседании, из 7 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 6 человек, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии



С.Д. Калошкин

29.02.2024 г.