

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Рогачева Станислава Олеговича** «Структурные факторы и способы управления прочностью и пластичностью сплавов в широком диапазоне температур», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Диссертационная работа С.О. Рогачева направлена на определение теоретических основ и практических способов получения структурно-фазового состояния различных сплавов, обеспечивающих повышение их прочности и сохранение пластичности, через использование традиционных методов деформационной обработки, а также методов интенсивных пластических деформаций; разработку способов повышения термической устойчивости упрочненного состояния сплавов и их высокотемпературной прочности. Автором предложен общий подход к обеспечению баланса высокой прочности и пластичности сплавов разных классов, разработаны практические способы управления таким балансом на основе создания структурно-фазового состояния материала, обеспечивающего одновременно упрочнение и процессы аккомодации при деформации, а также стабилизацию таких структур при повышенных температурах. Актуальность темы исследования не вызывает сомнения, поскольку задача достижения одновременно высокой прочности и высокой пластичности является одной из наиболее важных в металловедении, а общего подхода к ее решению на момент начала работы не было выработано.

Автором показана возможность использования традиционного метода знакопеременной деформационной обработки, обеспечивающего немонотонность деформации, как способа влияния на структуру медных сплавов и обеспечения повышения их прочности при сохранении пластичности.

Значительная часть работы посвящена определению условий и выявлению структурных факторов достижения сверхвысокого упрочнения сплавов и сохранения пластичности за счет деформационной обработки с использованием интенсивных пластических деформаций. По результатам автором предложены и реализованы на различных сплавах (алюминиевых, циркониевых) и биметаллических материалах практические способы достижения баланса высокой прочности и пластичности:

- в алюминиевых сплавах – это формирование в исходной структуре чистого или низколегированного металла вторых фаз, склонных к измельчению до наноразмеров при обработке интенсивными деформациями (кручением под давлением);

- в циркониевых сплавах – это формирование за счет обработки интенсивными деформациями (ротационной ковкой) зеренно-субзеренной субмикроструктурной



структуры с бимодальным распределением размеров зерен и с высокой плотностью дислокаций.

Наибольшую научную значимость представляют результаты, полученные при решении задачи сохранения высокотемпературной прочности в сталях. Автором было экспериментально продемонстрировано, что полное сохранение или даже увеличение горячей прочности в металле можно обеспечить путем создания в нем неравновесного состояния в условиях высоких температур или горячей деформации, обеспечивающего механизмы накопления большой плотности дислокаций при высоких температурах (до 750-800 °С). Этот эффект был реализован в штамповых сталях ферритного класса (известных как стали с регулируемым аустенитным превращением при эксплуатации). Автором определены режимы деформационно-термической обработки, позволяющие управлять состоянием горячего упрочнения в таких сталях. Были выявлены структурные факторы и механизмы горячего упрочнения и количественно рассчитана доля каждого из них в комплексном упрочнении стали: деформационное упрочнение аустенита, дисперсионное упрочнение, упрочнение при деформации в двухфазной ( $\alpha+\gamma$ )-области и упрочнение от полиморфного превращения – фазового наклепа.

Практическая ценность работы связана с тем, что предложенные общий подход к достижению баланса прочности и пластичности, и способы управления этими свойствами через структуру, позволили решить ряд важных научно-технических задач: разработан способ упрочнения при правке листовых материалов на основе меди, получены полуфабрикаты и отработана технология создания изделий медицинского назначения из Zr-Nb сплавов, созданы новых биметаллические материалы на основе меди и алюминия для электротехники, определены схемы и режимы упрочняющей деформационно-термической обработки новых сталей для горячего прессования.

Достоверность результатов работы подтверждается использованием современных методов исследований и механических испытаний, верификацией предложенного в работе подхода с использованием широкого спектра металлических материалов, непротиворечивостью полученных результатов современным представлениям материаловедения, а также наличием актов внедрения результатов в промышленности.

По теме диссертации автором опубликованы 60 статей в отечественных и зарубежных журналах из перечня ВАК и из баз Scopus и Web of Science, аолучено 3 патента.

К автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. На стр. 14 автореферата указано, “Для повышения аккомодационной способности структур требуется формировать двойниковые границы...”. Однако этот фактор требует



пояснения. Высокая плотность двойниковых границ способствует повышению прочности, но может приводить к значительному снижению пластичности.

2. На странице 24 автореферата указано, что “..что термическая устойчивость упрочненного состояния и стали и ванадиевого сплава не превышает 400–450 °С” по сравнению с термической устойчивостью (до 700 °С) упрочненного композита сталь-ванадиевый сплав. Утверждения о низкой термической стабильности упрочненных высокохромистой стали и ванадиевого сплава представляются необоснованными.

3. Пункт 6 выводов: “Предложенные общий подход ....в сплавах разных классов в новых технологиях получения изделий с высокой прочностью и пластичностью: ...- материала корпуса устройства локализации расплава атомных реакторов ВВЭР нового поколения...”. Информация об этом материале в автореферате отсутствует.

Отмеченные замечания не снижают ценности диссертации, которая является законченной работой, выполненной на хорошем научном уровне, и удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, а автор диссертации, Рогачев Станислав Олегович, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

14.02.2024


 И.Ю. Литовченко

Ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией материаловедения сплавов с памятью формы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния, доцент.

Подпись Литовченко И.Ю. заверяю:

ученый секретарь ИФПМ СО РАН



 Н.Ю. Матолыгина

Я, Литовченко Игорь Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Рогачева Станислава Олеговича, и их дальнейшую обработку.

634055, г. Томск, проспект Академический, 2/4, Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук,  
тел.: +7 (3822) 286-900, e-mail: [litovchenko@ispms.ru](mailto:litovchenko@ispms.ru)