

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Власова Ивана Игоревича на тему «Особенности формирования структуры и физико-механических свойств высокоэнтروпийного многокомпонентного сплава на базе системы NiCoCr, полученного методами литья и аддитивных технологий», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – Материаловедение

Работа посвящена актуальной проблеме разработки и исследования высокоэнтропийных сплавов (ВЭС) – нового перспективного класса материалов для авиационной и других высокотехнологичных отраслей промышленности. В условиях возрастающих требований к эксплуатационным характеристикам материалов для авиационной, космической и энергетической промышленности создание сплавов с уникальным сочетанием высоких механических свойств, коррозионной стойкости и жаростойкости, способных работать в широком диапазоне температур, является важной задачей.

Автором проведен комплексный анализ формирования структуры и свойств многокомпонентного высокоэнтропийного сплава системы NiCoCrWNbAlTiCRe, полученного различными методами: литьем, горячей пластической деформацией, атомизацией и селективным лазерным сплавлением (СЛС). Подробно описаны особенности применения различных технологических режимов обработки и их влияние на формирование структуры и комплекса свойств материала.

Власовым И.И. получены важные научные результаты:

1. Разработан состав многокомпонентного высокоэнтропийного сплава NiCoCrWNbAlTiCRe с высокой конфигурационной энтропией смешения ($\Delta S_{\text{conf}} = 18,3$ Дж/К), обладающий деформационным упрочнением и возможностью эксплуатации при криогенных температурах без значительного снижения уровня свойств.

2. Установлено, что получение сплава методом СЛС позволяет формировать гомогенную мелкозернистую структуру с наиболее высоким комплексом характеристик: $\sigma_b \geq 1180$ МПа, $\sigma_{0,2} \geq 835$ МПа, $\delta_5 \geq 33\%$, предел длительной прочности при 1100°C на базе 100 ч не менее 30 МПа, потеря массы за 100 ч нагрева при 1100°C не более $0,004$ г/м².

3. Впервые показано, что при триботехническом контактно-деформационном воздействии формирование износостойкости многокомпонентного сплава происходит за счет интенсивного деформационного упрочнения при соотношении параметров по модели Джонсона-Кука $B/A > 1$, что обеспечивает повышение твердости на 72-154% в зависимости от состояния сплава.

4. Показано, что снижение $\Delta \varepsilon$ с 1,4 до 0,9% при жестком цикле нагружения при испытании на усталость приводит к активному перестроению структуры под действием усталостной нагрузки, обеспечивая работоспособность на базе 10^5 циклов.

5. Определены потенциальные области применения разработанного сплава, включая резистивные элементы (удельное электросопротивление $\rho > 100 \times 10^{-8}$ Ом·м, подтверждено актом внедрения в АО «Оптрон»), элементы конструкций, работающих при криогенных температурах и в условиях динамических нагрузок.

Применение в работе современного испытательного оборудования и методик исследования (рентгеноструктурный анализ, дифференциальная сканирующая

калориметрия, термодинамические расчеты в программном комплексе ThermoCad) подтверждает достоверность полученных результатов.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к кандидатским диссертациям. Материал изложен логично, иллюстрирован рисунками и таблицами. Результаты исследований опубликованы в 11 работах, включая 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, и апробированы на 11 российских и международных конференциях, что свидетельствует о высоком научном уровне работы.

В качестве замечаний хотелось бы отметить:

1. В автореферате косвенно представлены механизмы, объясняющие значительное (до 154%) деформационное упрочнение при триботехническом нагружении. Для более точного подтверждения механизма целесообразно провести подробное исследование с точки зрения дислокационной структуры и механизмов пластической деформации ГЦК-твердого раствора.

2. Выбор режима термической обработки (температура 1150 °С) проводился на основе термограммы, полученной методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Из представленных данных ДСК следует, что растворение карбидов начинается с 1150 °С, однако не ясно, проводилась ли оптимизация температурно-временных параметров обработки.

Данные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и носят рекомендательный характер для дальнейших исследований.

Представленная диссертационная работа отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Власов Иван Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «2.6.17. – Материаловедение».

Кандидат технических наук
(05.16.01 – Металловедение и
термическая обработка
металлов), доцент, главный
специалист по инновациям
АО «Выксунский
металлургический завод»



Романенко Дмитрий
Николаевич

« 03 » 12 2025 г.

Адрес: 607060, Нижегородская обл., г. Выкса, ул. Бр. Баташевых, д. 45.

Телефон: +7 (926) 498-85-78.

Адрес электронной почты: romanenko_dnl@omk.ru.

На обработку персональных данных, размещение этих сведений и отзыва на официальном сайте даю свое согласие.

подпись работника Романенко Д. Н.
удостоверено
СЕО ЦОРП
ООО «ОМК-ЦЕС»
Бурнаева Д. В.

