

В диссертационный совет 31.1.002.01 при
НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ,
По адресу: 105005, г. Москва,
ул. Радио, д. 17

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Неруша Святослава Васильевича
«Жаропрочные никелевые сплавы для селективного лазерного сплавления:
особенности химического состава, структуры, механических и прочностных
характеристик» представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.17 «Материаловедение»

Актуальность диссертационного исследования обусловлена развитием аддитивных технологий применительно к изготовлению деталей горячего тракта газотурбинных двигателей. В научной работе Неруша С.В. исследованы особенности химического состава, структуры и механических свойств новых жаропрочных никелевых сплавов ВЖС1 и ВЖС3, специально спроектированных для метода селективного лазерного сплавления, включающие разработку критерия трещиностойкости, изучение влияния газостатической и термической обработки на структуру и свойства синтезированного материала, а также определение действующих механизмов ползучести для обеспечения работоспособности рабочих лопаток и сопловых аппаратов турбины низкого давления при температурах 800–1000 °С.

Важным практическим результатом является создание жаропрочных никелевых сплавов марок ВЖС1 (рабочая температура до 900 °С, заявка на изобретение № 2026105665) и ВЖС3 (объемная доля γ' -фазы 63-67 %, рабочая температура до 1000 °С, патент на изобретение RU 2865727), а также подтверждение работоспособности сплава ВЖС1 по результатам огневых стендовых испытаний натурной детали «Крыльчатка турбины» в составе малоразмерного газотурбинного двигателя и последующего комплексного

неразрушающего контроля, показавшего отсутствие дефектов размером более 130 мкм по всему объему детали.

Научная новизна результатов исследований синтезированных жаропрочных никелевых сплавов позволила:

- 1) Разработать обобщенный критерий трещиностойкости, объединяющий кристаллизационные (горячие), холодные и ликвационные механизмы растрескивания синтезированного материала с учетом химического состава и кинетики выделения γ' -фазы, апробированный на выборке из 15 никелевых сплавов (коэффициент детерминации $R^2 = 0,94$);
- 2) Установить эффект подавления зародышеобразования избыточной γ' -фазы в пересыщенной метастабильной субструктуре сплава ВЖС1 при селективном лазерном сплавлении и формирование двойников отжига в рекристаллизованных зернах после полной термической обработки, способствующих повышению уровня механических свойств;
- 3) Установить доминирующий дислокационный механизм высокотемпературной ползучести сплава ВЖС1 с выраженным вкладом γ' -фазы и карбидов в упрочнение, определяемый значениями степенного показателя напряжения $n = 6,24$ и эффективной энергии активации ползучести $Q_c \approx 613$ кДж/моль;
- 4) Установить бимодальное распределение γ' -фазы в синтезированных сплавах ВЖС1 и ВЖС3 после полной термической обработки, обеспечивающее высокий уровень механических свойств во всем интервале рабочих температур, с различием морфологии частиц γ' -фазы (округлая для ВЖС1, кубоидная для ВЖС3, обусловленным более высоким содержанием γ' -образующих элементов и различными значениями мисфита.

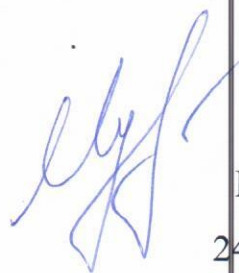
В качестве замечания можно отметить, что результаты натурных огневых стендовых испытаний детали «Крыльчатка турбины» в автореферате приведены только для сплава ВЖС1; для более высокотемпературного сплава ВЖС3 (рабочая температура до 1000 °С) данные испытаний натурных деталей отсутствуют, что не позволяет в полной мере оценить его технологичность и

работоспособность в условиях, приближенных к эксплуатационным. Замечание не снижает общей положительной оценки диссертационной работы и носит исключительно рекомендательный характер.

Научно-квалификационная работа автора 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 Неруш Святослав Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «2.6.17. – Материаловедение».

Я, Лукин Евгений Игоревич, даю согласие на обработку своих персональных данных, указанных в отзыве.

Старший научный сотрудник
лаборатории конструкционных сталей
и сплавов ИМЕТ РАН,
к.т.н.



Е.И. Лукин

24.09.2026 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской
академии наук (ИМЕТ РАН)

Адрес: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49

E-mail: flattop@yandex.ru

Телефон: 8 (499) 135-96-93

Подпись Е.И. Лукина заверяю
Ученый секретарь ИМЕТ РАН к.т.н.



Фомина О.Н.