

Публичное акционерное общество
**«АВИАЦИОННАЯ
ХОЛДИНГОВАЯ КОМПАНИЯ
«СУХОЙ»**
(ПАО «Компания «Сухой»)

Россия, 125284, Москва,
ул. Поликарпова, 23 Б, а/я 604
тел. 8 (499) 550-01-06, (495) 780-24-90
факс (495) 945-68-06

E-mail: avpk@sukhoi.org, info@sukhoi.org

ОГРН 1037740000649, ИНН 7740000090

« 22 » 11 20 19 г. № НЦД-21/27-М

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Герман М.А. «Влияние термической и термоводородной обработок на формирование структуры и механические свойства заготовок из $(\alpha+\beta)$ -титановых сплавов, полученных по аддитивным технологиям», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Применение аддитивных технологий для производства деталей и изделий из конструкционных металлических материалов, в частности из титановых сплавов, открывает большие перспективы для развития порошковой металлургии по новому пути. В настоящее время в России интенсивно ведутся разработки 3D-установок и технологий получения порошков для 3D-печати, создаётся программное обеспечение. Активно обсуждаются научные аспекты применения металлических изделий, полученных методами 3D-печати, в разных отраслях современной промышленности. В тоже время вопросам структурообразования и обеспечения требуемого комплекса свойств, которые являются определяющими для использования «аддитивных» деталей в конструкциях, посвящено очень мало исследований.

В связи с этим автором диссертации были поставлены такие важные задачи как исследование влияния различных методов 3D-печати и технологий последующих термической и термоводородной обработок на формирование структуры и свойств в «аддитивных» заготовках из титановых сплавов. Затрагиваются проблемы текстурообразования, характера и величины остаточных напряжений в них. А также предлагаются технологические рекомендации по обработке «аддитивных» изделий, обеспечивающие требуемый уровень механических свойств.

Работа отличается оригинальным подходом, фундаментальностью и практической значимостью полученных результатов. В ней, на основе проведенных исследований, были выявлены общие и отдельные характерные закономерности формирования структуры,

текстуры и свойств в заготовках из сплавов Ti-6Al-4V и ВТ6, полученных селективным лазерным сплавлением (СЛС) и прямым методом лазерного нанесения материала (ПЛНМ).

Практический интерес представляют результаты о формировании более однородной структуры, меньшей анизотропии свойств и меньшего уровня остаточных напряжений в заготовках, полученных методом СЛС по сравнению с заготовками, полученными методом ПЛНМ. Важным фундаментальным результатом является обнаружение нестабильности значений относительного сужения в образцах, полученных методом СЛС.

Однако по работе можно сделать следующее замечания:

1. Непонятно, почему результаты структуро- и текстурообразования, полученные на ПЛНМ-заготовках, изготовленных из гранул размером 80+60 мкм, обобщаются для заготовок, изготовленных из гранул других фракций (160+80 мкм; -200+160 мкм).
2. В главе IV автореферата на основании данных оптической микроскопии (см. рис. 6а) автор утверждает, что после наводораживающего отжига в $(\alpha+\beta)$ -области в СЛС-заготовках формируется трёхфазная $(\alpha+\alpha_2+\beta)$ -структура. При этом данных рентгеноструктурного или микрорентгеноспектрального анализов, которые могут являться косвенными доказательствами протекания процессов перераспределения легирующих элементов и упорядочения α -фазы с выделением α_2 -фазы, автор не приводит. Поэтому утверждение о формировании структуры с α_2 -фазой нельзя считать полностью объективным.
3. В тексте автореферата говорится, что так как методом ПЛНМ была получена заготовка (см. рис. 2б), то для дальнейших исследований из неё вырезались образцы. Таким образом, определённый уровень остаточных напряжений в ПЛНМ-образцах не совсем корректен, так как часть напряжений могла нивелироваться в процессе вырезки самих образцов. Вероятно, для целой заготовки значения напряжений могут быть значительно выше.

Сделанные замечания не снижают практической значимости. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком уровне, и полностью удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а автор, Герман Марина Александровна, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Начальник НИО-21, к.т.н.

 Андрей Анатольевич Филатов

Подпись А.А. Филатова удостоверяю.

Заместитель директора ОКБ Сухого -
директор по проектированию

 Е.П. Савельевских

