

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Хомутова Максима Геннадьевича
Тема: **«СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА,
ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Развитие современной техники, в частности авиастроения, предъявляет все более высокие требования к материалам и технологиям. Технология СЛП является методом аддитивного производства и использует лазеры высокой мощности для создания трехмерных физических объектов. СЛП успешно заменяет традиционные методы производства, так как свойства изделий, построенных по технологии СЛП, зачастую превосходят свойства изделий, изготовленных по традиционным технологиям, при этом удельная плотность изделий достигает 99,9 %.

В настоящее время в аддитивном производстве не применяются российские жаропрочные никелевые сплавы, а используют в основном зарубежные сплавы Inconel 718, Inconel 625, Nimonic 263. Одним из широко используемых жаропрочных никелевых сплавов, применяемых в российском самолетостроении, является сплав ХН62ВМЮТ-ВД (ЭП708). Применение сплава ЭП708 для изготовления изделий методом селективного лазерного плавления потребовало полной разработки технологии получения изделий. Разработка данной технологии позволила сократить временные и экономические затраты на производство изделий со сложной геометрией, что представляет интерес для реального сектора экономики и подтверждает значимость данной работы.

Рассматривая научную новизну данной работы, следует отметить что при использовании процесса горячего изостатического прессования для никелевых сплавов типа ЭП708 с содержанием углерода 0,3 – 0,5 % вес., полученных методом СЛП, при нагреве до температур 1140 °С, характерных для термообработки прокатанного материала, происходит выделение карбидов типа $M_{23}C_6$ в виде пластин, расположенных по границам зерен, что резко снижает уровень механических свойств, и в первую очередь пластичность при повышенных температурах и усталостную выносливость при знакопеременных нагрузках. Для данного типа никелевых сплавов оптимизирован режим ГИП, при котором происходит равномерное выделение компактных карбидов типа M_6C по всему объему.

Говоря о практической значимости данной работы, хотелось бы отметить, что автором определен полный комплекс физических и физико-механических свойств сплава ЭП708, которые позволили осуществлять численное моделирование процесса плавления

порошкового слоя в результате воздействия лазерного луча с определением температурных полей и образования пор (моделирование на микроуровне) и процесса выращивания изделия с определением термических напряжений и коробления в процессе СЛП до и после снятия изделия с платформ построения (моделирование на макроуровне).

В качестве замечаний по работе следует отметить следующее:

1. Диссертантом уделено большое внимание процессу моделирования коробления изделий, но модели, по которым проводилось моделирование не представлены, что затрудняет понимание значимости результатов моделирования е коробления изделий в процессе их выращивания;

2. Автор в работе не показал, как могут измениться механические свойства получаемых изделий, если использовать исходный порошок другого фракционного состава, например 10-30 мкм или 100-150 мкм.

Сделанные замечания не снижают положительную оценку диссертационной работы. По объему выполненных исследований, научной и практической значимости полученных результатов диссертация Хомутова Максима Геннадьевича удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Заместитель генерального директора по научной работе
ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ», д.т.н.



Косырев К.Л.