ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора физико-математических наук, Ф.Х. Мирзаде на диссертационную работу Хоменко Максима Дмитриевича «Сопряженные процессы теплопереноса, конвекции и формирования микроструктуры при лазерной наплавке с коаксиальной подачей металлических порошков», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.03 – квантовая электроника

Диссертация М.Д. Хоменко посвящена актуальной теме исследования сопряженных лазерно-индуцированных теплопереноса, конвекции и фазовых превращений в лазерном аддитивном процессе наплавки (ЛН) с коаксиальной инъекцией металлических порошков с целью модернизации лазерной технологии и оборудования. Подобные задачи представляют большой интерес, поскольку поиск оптимальных режимов проведения ЛН для достижения целевых параметров материала и изделия требует глубокого понимания происходящих физических процессов и явлений, разработки физико-математических моделей и применения численных методов.

В работе М.Д. Хоменко фазовое превращение рассматривается, как появление и рост зародышей новой фазы в метастабильной среде. Для математической формализации кинетики фазового превращения используется уравнение Колмогорова-Авраами, адаптированное для неоднородных конденсированных систем. Рассчитана пространственно-временная динамика полей температуры, объемных долей превратившейся фазы и скоростей конвективного течения в ванне расплава в зависимости от режимов проведения процесса (мощность пучка, скорость сканирования, плотность потока массы, свойств поверхности подложки). Обнаружены особенности поведения этих полей связанные с учетом кинетики фазового превращения. Исследовано влияние геометрии теплоотвода деталей (массивной подложки, края массивной детали и тонкой стенке) на оптимальные параметры процесса. Автором определены оптимальные режимы лазерного воздействия для исправления дефектообразования связанного с торможением на резких поворотах. Показано, что сопряженный характер процессов может приводить к бимодальному распределению кристаллических зерен по размерам. Показана возможность управления микроструктурными свойствами валиков с одинаковой геометрией, при котором средний размер кристаллитов идентичных валиков может целенаправленно изменяться на 10%-20%.

За время работы над диссертацией Хоменко М.Д. проявил себя как самостоятельный ученый, способный ставить научно-исследовательские задачи,

проводить моделирование физических систем, анализировать и интерпретировать результаты расчётов. Диссертация М.Д. Хоменко выполнена на высоком научном уровне, а ее основные результаты наглядно представлены графическим материалом.

Результаты диссертации были доложены на международных конференциях и опубликованы в 9 статьях рецензируемых журналов индексируемых в Scopus, Web of Science, RSCI, а также из Перечня изданий МГУ. Выполненная работа соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом для диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук, и позволяет рекомендовать ее к защите на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.03 – «Квантовая электроника».

Доктор физико-математических наук,

_____ Ф.Х. Мирзаде