

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Утягановой Вероники Рифовны  
«Закономерности структурообразования в сплавах Al-Mg и Al-Si, изготовленных  
методом проволочного электронно-лучевого аддитивного производства»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

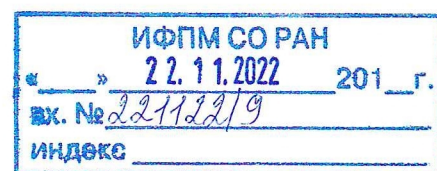
Актуальность темы диссертации Утягановой Вероники Рифовны обусловлена потребностью в разработке и расширенном применении технологий аддитивного производства элементов конструкций из Al-Mg и Al-Si сплавов со сложной топологией. В этой связи изучение особенностей процесса структурообразования в ходе послойного аддитивного выращивания изделий, включая установление закономерностей формирования структурно-фазового состояния, образования различных микро-, мезо- и макромасштабных дефектов, снижающих механические характеристики материалов в изделиях, определения коррозионной стойкости получаемых методом проволочного электронно-лучевого аддитивного производства (ЭЛАП) представляют большой научный и прикладной интерес. Научно-технические задачи, решаемые в диссертации В.Р. Утягановой, нацелены на повышение качества изделий из алюминиевых сплавов Al-Mg и Al-Si и функционально-градиентных материалов, изготовленных методом проволочной электронно-лучевой аддитивной технологии.

В диссертации получены новые экспериментальные результаты, обеспечивающие возможность производства бездефектных изделий из алюминиевых сплавов систем Al-Mg и Al-Si с высокими эксплуатационными характеристиками с использованием технологии электронно-лучевого аддитивного производства, что обуславливает практическую значимость работы.

Наиболее значимыми научными результатами диссертации являются следующие:

1). Результаты экспериментальных исследований режимов печати 3D тел из алюминиевых сплавов на основе проволочного электронно-лучевого аддитивного производства (ЭЛАП), показавшие возможность избежать интенсивного перегрева сплавов Al-Mg и Al-Si и избежать формирования грубых дефектов. Установленная связь структурно-фазового состояния и механических свойств указанных сплавов от величины тепло вложения, при 3D печати на основе проволочного ЭЛАП.

2). Результаты экспериментальных исследований, показывающие, что при использовании «2 режима ЭЛАП» пористость сплава АА 5356 снижается до ~0,2% и предотвращается испарение Mg, по сравнению с печатью при высоком и низком тепловложении. Показано, что предел прочности напечатанного сплава АА 5356



составляет 253 МПа, относительное удлинение 33 %, что составляет 92% и в 2,5 раз выше значений характерных для сплава АМг5 в состоянии проката.

3). Результаты исследований, показывающие, что при печати образцов из сплава АА 4047 с применением проволочного ЭЛАП в «режиме 2» могут быть достигнуты значения предела прочности 207 МПа и относительного удлинения 17 %, что в 1,2 раза и 5,6 раз выше, чем у литого сплава АК12.

4). Результаты исследований, показывающие, что разрушение функционально-градиентных систем Al-Zn-Mg-Cu/Al- Mg, Al-Mg/Al-Si, Al-Zn-Mg-Cu/Al-Si в процессе испытаний на растяжение, происходит в верхних слоях, напечатанных тонкостенных образцов, имеющих меньшую прочность.

5). Результаты исследований, показывающие, что градиентная переходная область всех функционально-градиентных систем характеризуется наличием большого числа частиц разной морфологии и состава, которые формируются за счет высокого содержания легирующих элементов. Легирующие элементы градиентной области определяют состав интерметаллидов и влияют на механические и коррозионные свойства функционально-градиентных систем на основе алюминия.

Научная новизна и теоретическая значимость работы заключаются в установленной связи между структурно-фазовым состоянием и механическими свойствами, а также коррозионной стойкостью, полученных образцов из алюминиевых сплавов.

Достоверность, полученных в диссертации результатов, обеспечена применением для их получения современного оборудования, стандартизированных методик исследований, а также их согласием в частных случаях с известными литературными данными. Полученные результаты подтверждены проведенными испытаниями электронно-лучевого производства изделий из алюминиевых сплавов системы Al-Mg на ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель».

Результаты диссертации опубликованы в 11 научных изданиях, в том числе 1 статья, в журнале из перечня ВАК РФ, 3 статьи в журналах индексируемых в базах Web of Science и Scopus. Имеется 1 патент на изобретение РФ. Результаты диссертации прошли апробацию на российских и международных конференциях.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, направлениям исследований п.п. 1; 3; 9.

Отметим, что в автореферате следовало бы привести сведения об испытательной технике, методике испытаний, форме и размерах образцов использованных для

определения характеристик механических свойств, представленных в таблице 6. ,  
Замечание не снижает научной ценности работы.

На основании анализа содержания автореферата диссертации, основных защищаемых положений, результатов и выводов, можно сделать заключение о том, что диссертация Утягановой Вероники Рифовны «Закономерности структурообразования в сплавах Al-Mg и Al-Si, изготовленных методом проволочного электронно-лучевого аддитивного производства» удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук согласно п. II. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013г. (в редакции от 11.09.2021г.), а её автор Утяганова Вероника Рифовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

20.11.2022 г.

Заведующий кафедрой механики деформируемого твердого тела

Федерального государственного автономного

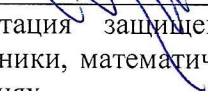
образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский

Томский государственный университет»,

доктор физико-математических наук,

профессор

 Скрипняк Владимир Альбертович  
Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях.

Адрес: Российская Федерация,  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Тел. раб. 8 3822 529845

Моб. тел. +7 9039140028

E-mail: [skrp@ftf.tsu.ru](mailto:skrp@ftf.tsu.ru)

Я, Скрипняк Владимир Альбертович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Утягановой Вероники Рифовны, и их дальнейшей обработкой.

 В.А. Скрипняк

