

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

А. Меркушев, М. Ильных, А. Фефелов, к.т.н.,
Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина, Региональный
инжиниринговый центр, Екатеринбург

Новые лазерные аддитивные технологии расширяют возможности машиностроителей, освобождая производство от традиционных ограничений. Они обеспечивают снижение веса, дают неограниченную свободу в проектировании, изготовлении сложных аэродинамических поверхностей или конструкций, которые невозможно получить иными методами формообразования. Приведены результаты испытаний образцов, выполненных по данной технологии, они обладают высокими механическими свойствами и о равномерной тонкодисперсной микроструктурой.

В настоящее время самым инновационным и быстрорастущим сектором современной промышленности является сектор аддитивных технологий (АТ). Интерес к данному направлению настолько велик, что ежегодный прирост рынка АТ превышает 25%, а общий его объем в 2013 году составил более 3 млрд. долларов США; по данным аналитиков, к 2020 году он вырастет до 12 млрд. долларов США [1]. Одной из интенсивно развивающихся технологий аддитивного производства изделий является технология послойного селективного лазерного сплавления (SLM) металлических порошков. Технология SLM имеет множество очевидных преимуществ, главные из которых – сокращение процесса изготовления деталей до 2-3 дней, экономия материала до 80% и изготовление деталей таких сложных конструкций, которые невозможно получить при помощи традиционных технологий формообразования. В процессе модернизации машиностроения, который происходит на наших глазах, АТ приобретают статус стратегически важных и приоритетных технологических переделов.

STUDY OF SAMPLES OF ALUMINUM ALLOY MADE USING THE METHOD OF SELECTIVE LASER SINTERING

A. Merkushev, M. Ilinykh, A. Fefelov, Candidate of Engineering, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Regional Engineering Center, Yekaterinburg

New laser additive technologies expand opportunities of machine builders releasing the production from traditional restrictions including the problem of reflection occurring during the laser welding. They give reduction of weight, unlimited freedom in designing, manufacturing of complex aerodynamic surfaces, new constructions which cannot be obtained on the basis of other forming methods. Engineers are to think over the production technology all over again.

Currently, the most innovative and rapidly increasing sector of modern industry is the sector of additive technologies (AT). Interest in this area is so great that the annual rate of AT market increase is more than 25% and its total volume was more than 3 billion

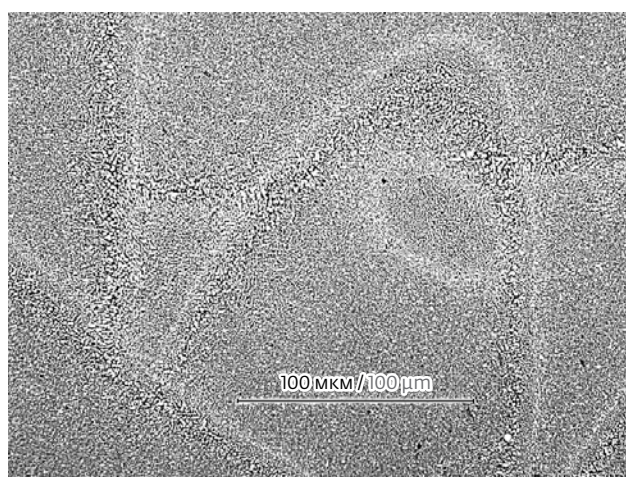
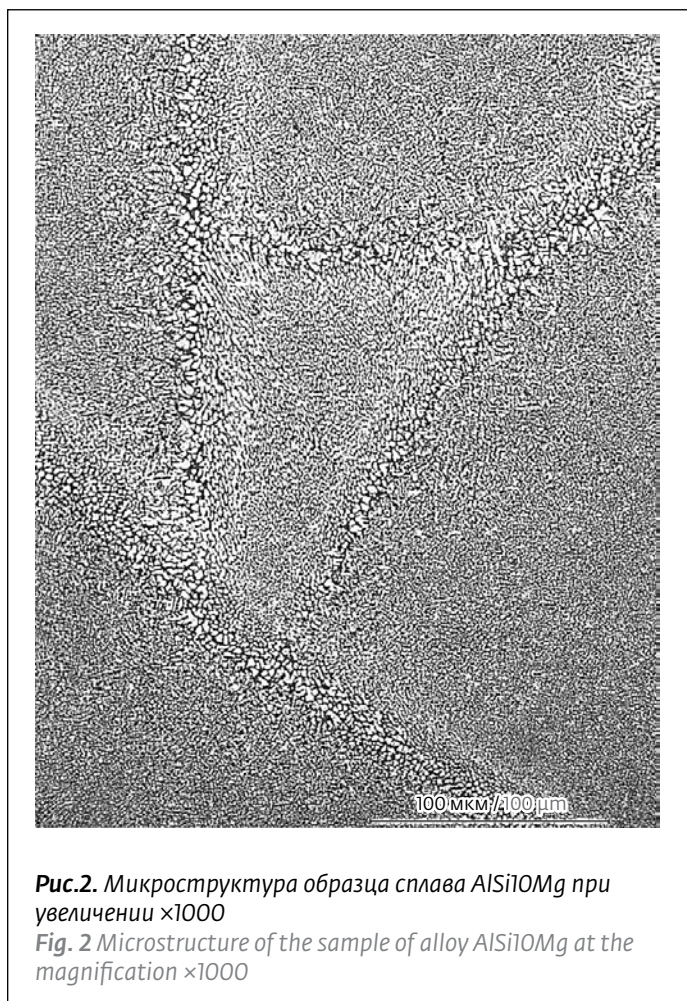


Рис.1. Микроструктура образца сплава AlSi10Mg при увеличении $\times 500$
Fig. 1 Microstructure of the sample of alloy AlSi10Mg at the magnification $\times 500$



Перед коллективом авторов стояла задача исследовать возможность замены существующей технологии изготовления ряда деталей, применяемых в приборостроении, на технологию лазерного сплавления (SLM) металлических порошков. Методом SLM на установке EOSINT M280 из порошкового материала AlSi10Mg были изготовлены четыре образца. Направление их выращивания выдерживали перпендикулярно плоскости сплавления слоев. Затем их исследовали согласно методике ГОСТ 1497 тип III №7. В результате ряда испытаний определены механические свойства образцов, твердость по Бринеллю, проведен анализ микроструктуры, выполнен электронно-микроскопический и микрорентгеноспектральный анализ образцов. Для этих целей применяли следующие приборы:

- для определения механических свойств образцов при температуре 23,5°C – оборудование INSTRON 5585HJ9421;
- для определения твердости по Бринеллю – установку KB250RV Ø2,5;

US dollars in 2013, and according to the data of analysts it will grow up to 12 billion US dollars by 2020 [1]. One of intensely-developing technologies of additive production is the technology of layer-by-layer selective laser melting (SLM) of metal powders. SLM technology has many obvious advantages; the main advantages are: shortening of the process of parts production to 2-3 days, material economy up to 80% and production of the parts of complex constructions which cannot be obtained using the traditional forming technologies [2, 3]. During the process of engineering modernization, which is taking place before our eyes, ATs acquire the status of strategically important and priority technological conversions.

The group of authors had the task to study the ability of replacement of the existing technology of production of a number of parts applied in instrument engineering by the technology of laser melting (SLM) of metal powders. Four samples were made of the powder material AlSi10Mg using SLM method on the unit EOSINT M280. Direction of their growing was maintained perpendicularly to the plane of layers melting. Then, they were studied according to the methods of GOST 1497, type III No. 7. As result of many tests, mechanical properties of the samples, Brinell hardness were determined, analysis of microstructure was carried out, electron-microscopic and micro-X-ray spectral analysis of the samples was carried out. For this purpose the following instruments were used:

- In order to determine mechanical properties of the samples at the temperature of 23.5 °C – equipment INSTRON 5585HJ9421;
- In order to estimate Brinell hardness – unit KB250RV Ø2.5;
- For the analysis of samples microstructure – optical microscope with the magnifications 50, 500 and 1000;
- For electron-microscopic and micro-X-ray spectral analysis of the samples – scanning electron microscope JSM-5900LV with the attachment of electron probe microanalyzer.

As result of the tests, it was established that mechanical properties of the samples obtained on the basis of SLM method are characterized by high stability of the results and have the following values:

- ultimate breaking strength $\sigma_U = 323$ MPa;
- percentage elongation $\delta = 5.5\%$;
- hardness 110 HBW.

В рамках выполнения поручения Правительства Российской Федерации от 23 мая 2013 года № ДМ-П8-3464 Министерством образования и науки РФ совместно с Министерством промышленности и торговли РФ запущен проект по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе ведущих технических высших учебных заведений страны. Целью проекта "Региональный инжиниринговый центр" (РИЦ), осуществляемого на базе Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина", является создание единой производственной, научно-исследовательской и образовательной базы для использования и развития лазерных и аддитивных технологий в Уральском регионе, включая их трансфер в промышленное производство.

Within the framework of execution of order of the Government of the Russian Federation dated 23 May 2013 No. ДМ-П8-3464 the Ministry of Education and Science of the Russian Federation together with the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation launched the project on the design and development of engineering centers in the premises of the leading technical higher educational institutions of country. The purpose of the project "Regional Engineering Center" (REC), implemented in the premises of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, is to create the unified production, scientific and educational basis for the use and development of laser and additive technologies in Ural Region including their transfer to the industrial production.

- для анализа микроструктуры образцов – оптический микроскоп с увеличениями $\times 50$, $\times 500$ и $\times 1000$;
- для электронно-микроскопического и микро-рентгеноспектрального анализа образцов – сканирующий электронный микроскоп JSM-5900LV с приставкой электронно-зондового микроанализатора.

Microstructure along the whole sample section is homogeneous and represents eutectic structure. Photos of the samples structure (Fig. 1 and 2) indicate fine dispersion of the phase

В результате испытаний установлено, что механические свойства образцов, полученных методом SLM, характеризуются высокой стабильностью и составляют:

- временное сопротивление разрушению $\sigma_B = 323$ МПа;
- относительное удлинение $\delta = 5,5\%$;
- твердость 110 HBW.

Микроструктура по всему сечению образца однородна и представляет собой эвтектическую структуру. Снимки структуры образцов (рис.1 и 2) свидетельствуют о тонкой дисперсности фазовых составляющих, образующих эвтектику.

Железосодержащие фазы характеризуются очень высокой дисперсностью и равномерным распределением по сечению исследуемого образца (рис.3). Их размер составляет около 0,5 мкм. Методами электронной микроскопии и микро-рентгеноспектрального анализа определен состав разных микрообъемов сплава. Выявлена микро-неоднородность по распределению кремния в микроструктуре сплава.

В результате проведенных исследований можно с уверенностью сказать, что полученные

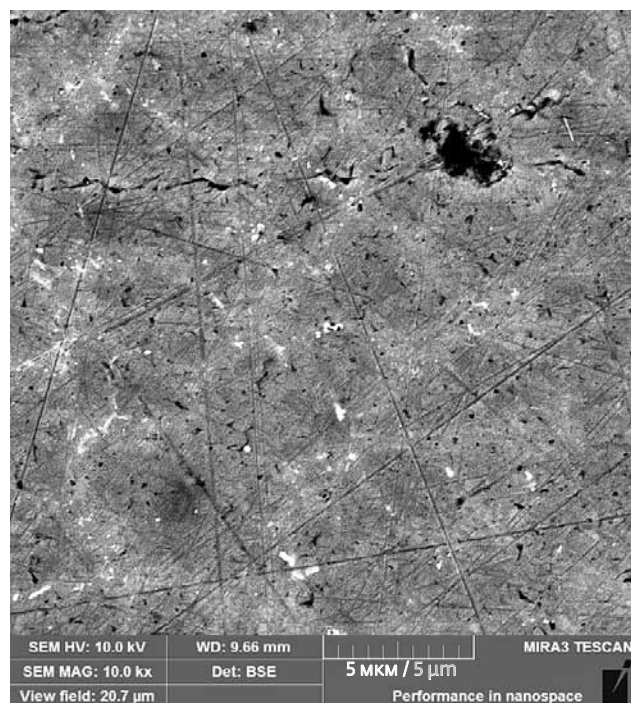


Рис.3. Распределение железосодержащих фаз по сечению образца
Fig. 3 Distribution of ferric phases along the sample section



результаты свидетельствуют о высоких механических свойствах, позволяющих использовать детали, изготовленные методом SLM в ответственных узлах современных машин и оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wohlers Report 2013. Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry. – Annual Worldwide Progress Report, p. 4– 8.
2. Назаров А.П. Перспективы быстрого прототипирования методом селективного лазерного спекания/плавления. – Вестник МГТУ "Станкин", 2011, т.1. №4, с.46– 52.
3. Hogan N. Photonics Helps Create Greener Airways. – Photonics Spectra, 2013, №9, p.38–40.

components forming the eutectic. Ferric phases are characterized by very high dispersion and homogeneous distribution along the section of the test sample (Fig. 3). Their size is about 0.5 μm . Composition of different alloy microvolumes is determined using the methods of electron microscopy and micro-X-ray spectral analysis. Micro-inhomogeneity related to the distribution of silicon in alloy microstructure is detected.

As result of carried out study, we can say with certainty that obtained results indicate strong mechanical properties of the samples produced on the basis of SLM method. It allows using the parts of powder material AlSi10Mg in the critical parts of modern machines and equipment.

ВСЕРОССИЙСКАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Появляются новые лаборатории и исследовательские группы, работающие в прорывных направлениях в области акустики. Развитие исследований в области акустики требует новых форм научного общения. Первая Всероссийская акустическая конференция, совмещенная с сессией Российского акустического общества, состоится в Москве 6–10 октября 2014 года. Возглавляют оргкомитет конференции два сопредседателя – Виктор Анатольевич Акуличев – академик, директор ТОИ им. В.И.Ильичева ДВО РАН, Президент Российского акустического общества, и Игорь Борисович Есипов – профессор, председатель Совета по акустике РАН. В комитет входят В.Г.Михалевич (ИОФ

им. А.М.Прохорова РАН), С.Н.Гурбатов (ННГУ), С.А.Никитов (ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН), Р.И.Нигматулин (ИО им. П.П.Ширшова РАН), А.Г. Лучинин (ИПФ РАН), В.Л.Маслов (ФГУП "Крыловский ГНЦ"), В.И.Пустовойт (НТЦ УП РАН), О.В.Руденко (МГУ им М.В. Ломоносова).

- Тематика работы секций:
- Акустика океана
- Акустика речи, акустические проблемы прикладной лингвистики
- Акустические измерения и стандартизация
- Акустическое воздействие на флюиды в пористых средах
- Акустооптика

- Акустоэлектроника
- Архитектурная и строительная акустика
- Атмосферная акустика
- Аэроакустика
- Биомедицинские приложения акустических методов
- Геоакустика
- Музыкальная акустика
- Нелинейная акустика
- Распространение и дифракция волн
- Ультразвук и ультразвуковые технологии
- Физиологическая и биоакустика
- Шумы и вибрации
- Физическая акустика

www.acoust-conference.phys.msu.ru

КОНЦЕПЦИЯ НОВОЙ ГРУППИРОВКИ СПУТНИКОВ RAPIDEYE+

Компания BlackBridge на своей партнерской конференции ENABLE 2014 Partner Conference 15 мая 2014 года обнародовала детали концепции новой группировки спутников RapidEye+. Группировка RapidEye+ будет состоять из 5 спутников, производительность которых будет намного превосходить потенциал ныне действующей группировки RapidEye (5 млн. км² в сутки).

Спутники RapidEye+ будут вести съемку в 14-канальном мультиспектральном режиме, оптимально подходящем для

мониторинга растительного покрова, сельскохозяйственных культур, качества воды и тому подобных продуктов. В отличие от действующих спутников будет добавлен также панхроматический режим с разрешением лучше 1 м. Ожидается, что запуск новой группировки будет осуществлен в 2019 году, что позволит не прерывать мониторинг земной поверхности, ведущийся сейчас группировкой RapidEye.

RapidEye+ позволит BlackBridge удвоить растущие потребности рынка

съемки высокого разрешения, обеспечивая заказчиков снимками с непревзойденными возможностями анализа изображений. Компания развивает услуги в области сервиса для сельского хозяйства, программ сохранения тропических лесов, мониторинга окружающей среды с новыми возможностями. Финансирование работ в объеме 22 млн. долларов будет обеспечено Банком Монреаля и Банком развития бизнеса Канады.

rugeo.miigaik.ru