

НАУЧНО-ПАТЕНТНЫЙ ПОДХОД КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

*Р.И. Юсупов, аспирант гр.А0-21,
В.А. Клименов, д.т.н., профессор, научный руководитель
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,
тел.(3822)-444-555
E-mail: yusupov7@tpu.ru*

В современном мире получило широкое распространение аддитивные технологии, которые способны печатать не только изделия для индустрии развлечения, но и для медицины, ракетостроительной, машиностроительной, автомобильной и других наукоемких областей науки и техники[1]. Проблемы внедрения технологий 3D –печати[2] обусловлено высокими затратами на источники питания, получения дешевых высокоточных изделий, а так же мало опыта по замене старых и типовых технологических процессов новыми современными достижениями науки и техники. Стоит отметить, что научно-патентный поиск, включающий в себя научные статьи, патенты и перспективные разработки, помогает глубоко проанализировать существующие проблемы и способы их решения[3].

При исследовании достижений в электронно-лучевом аддитивной производстве(ЭЛАП, от англ. “Wire-feed electron-beam additive manufacturing” EBAM) за последние 10 лет[4], было замечено, что специалисты в области машиностроения и металлургии рассматривали изменение количество зон нагрева[5] для уменьшения эффекта горячего растрескивания металла или сплава путем добавление вторичных зон нагрева за счет использования шаблона для энергетического луча.

Другое изобретение[6] показывает, что при печати можно использовать несколько материалов сразу, причем собраны они в нескольких блоках.

При обзоре патентных изысканий стоит отметить еще один способ электронно-лучевой наплавки с вертикальной подачей присадочной проволоки[7].В этом изобретении используется по меньшей мере два источника луча, две проволоки. Происходит постоянный контроль положения подачи проволоки. Такой способ способствует улучшению равномерного распределения тепла в зоне обработки и возможности стабильного распределения вводимого тепла между наплавляемой поверхностью и присадочной проволокой при электронно-лучевой наплавки материала.

Собственные разработки Томского политехнического университета в области ЭЛАП позволили разработать программу ЭВМ для управления всем процессом обработки[8]. В частности, программа управляет подачей вакуума в камеру, зажигания луча, подачей проволоки, а также управление перемещением манипуляторного стола.



Рис. 1 Поиск патентов по электронно-лучевому аддитивному производству

Так же был проведен патентный поиск в системах Scopus и ФИПС(Рис. 1). Ключевыми словами для поиска были «аддитивные технологии», «электронно-лучевое сплавление» и «EBAM». При изучении материала, полученного в ходе исследования запросов поисковых

систем, можно выявить сказать, что до 2017 года количество патентов сравнительно низкое. Патенты были получены на некоторые материалы, способы сплавления, а также к получению изделий, например, лопаток турбин. После 2017 года происходит заметный скачек зарегистрированных патентов. Патентные ведомства США, Европы, Китая и Японии начинают регистрировать права на результат интеллектуальной собственности на способы получения изделий, различных технологий получения сложных конструкций[9] в больших количествах. Также происходит внедрение компьютерных технологий таких как машинное обучение и машинное зрение, с помощью можно получать изделия высокой точности, меньшего затрата времени подготовку и производства изделий.

Из рисунка 1 видно, что за тот же период регистрации патентов в России заметно меньше, это связано с тем, что количество ключевых игроков заметно меньше, чем в США, как описывает в статье Aversa и другие.

Сегодня Россию никак нельзя назвать лидером в этой сфере. Доля России составляет всего 2%, страна находится на 11 месте в мире по производству и внедрению аддитивных технологий, однако рынок 3D-печати в России за последние 8 лет вырос в 10 раз, совокупные продажи оборудования, материалов и услуг в области аддитивного производства, включая НИОКР. По состоянию на конец 2019 года для аддитивных технологий Росстандарт утвердил 12 ГОСТов, ввел в действие 10 ГОСТов из 39 планируемых. С недавних пор объединением и координацией российских компаний аддитивной отрасли занялась госкорпорация «Росатом». Также, в развитии аддитивных технологий принимают участие Ростех, Роскосмос, ФГУП «ВИАМ» и другие крупные компании и организации.

В связи с тем, что современные технологии стремятся автоматизировать процессы, то и дальнейшие исследования будут направлены на совершенствование процесса получения изделий методом ЭЛАП. Отмеченные исследования выше позволяют сделать гипотезы о том, что есть необходимость исследовать способы получения изделий из разных материалов, способов сплавления, изменения или совершенствования технологии нагрева либо использования других технологий, таких как машинное зрение и машинное обучение для получения высокоточных изделий.

Список литературы:

1. T. Debroy, T. Mukherjee, Metallurgy, mechanistic models and machine learning in metal printing. // Nature Reviews Materials 6(1). – 2020. DOI:10.1038/s41578-020-00236-1
2. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220с.
3. A.V.Varkov, M.S.Slobodyan, «Metallurgical patterns of the impact of higt-current pulsed electron beam on metal targets»/ 8th International congress on Energy Fluxes and Radiation Effects : Abstracts. –Tomsk: TPU Publishing House, 2022. – 582p
4. A.Aversa, A.Saboori, G.Marchese, et. ec, «Recent Progress in Beam-Based Metal Additive Manufacturing from a Materials Perspective: A Review of Patents»/ Journal of Materials Engineering and Perfomance, Volume 30(12), December 2021 -8689
5. Патент US 11,141,809 B2 «Electron Beam additive manufacturing»/ N.D.Nelson (US); C.V.Carlsten (US); M.J.Pistorino(US)/ 2016г.
6. Патент China CN 108372355B «Electron beam fuse wire additive manufacturing device and method for realizing preparation of gradient material»/ 2016г.
7. Патент RU 2753069 C1 «способ электронно-лучевой наплавки с вертикальной подачей присадочной проволоки»/ Трушников Д.Н., Варушкин С.В., /2020г.
8. Свидетельство регистрации ЭВМ №2021614248. «Управление установкой электронно-лучевого сплавления порошков»/ Юсупов Р.И., Клименов В.А. и др./ 2021г.
9. Патент US11484757. DeMille, Brandon D.; Watson, William C.; Stubben, et. «Support structures for golf club heads and methods of manufacturing improved support structures».2022г.