

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ НАПЛАВОЧНЫХ ВАЛИКОВ НА КРЕСТООБРАЗНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Олейник М.А.<sup>1</sup>, Балякин А.В.<sup>1</sup>, Злобин Е.П.<sup>1</sup>, Кретов К.С.<sup>1</sup>, Хвацков Б.Е.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, oleynik1997@mail.ru

<sup>2</sup>ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара

*Ключевые слова:* наплавочный валик, прямое лазерное выращивание, рёбра жёсткости

Традиционные корпуса ГТД с равномерной толщиной стенки, задаваемой по наиболее нагруженным зонам, приводят к избыточной массе, перерасходу материалов и росту тепловой инерции, а простое уменьшение толщины недопустимо из-за потери жёсткости и устойчивости. Поэтому актуально сохранение жёсткости путём введения рёбер, что широко применяется в авиастроении для панелей и оболочек, но для крупногабаритных корпусов из жаропрочных сплавов требует специального обоснования с учётом нагружения, технологии изготовления (литьё, аддитивное производство) и высокотемпературной ползучести.

Среди аддитивных технологий для получения рёбер жёсткости лучше всего подходит прямое лазерное выращивание (ПЛВ) благодаря высокой точности по сравнению с электродуговым выращиванием, однако и у этой технологии есть ограничения при выращивании тонкостенных элементов: криволинейная неустойчивая поверхность предыдущего валика и накопление теплоты из-за низкой теплоотдачи приводят к накоплению ошибок по высоте и ухудшению точности геометрии валика. В этой связи требуются дополнительные исследования для определения оптимальных условий при выращивании вышеописанных элементов.

Исследование по определению оптимального перекрытия наплавочных валиков на крестообразных элементах осуществлялось на установке прямого лазерного выращивания ИЛИСТ-Л. Образцы представляют собой Х-образные элементы (рис. 1), выполненные из жаропрочного хромоникелевого сплава ВЖ159, наплавляемые на стальную подложку. Режим выращивания: мощность лазерного излучения 2000 Вт, скорость сканирования 25 мм/с, диаметр лазерного пятна 2,5 мм, расход порошка 29 г/мин.



Рис. 1 – Схема траекторий в образцах

В эксперименте варьировались стратегии сканирования с односторонними (вариант 1) и разнонаправленными (вариант 2) векторами движения инструмента, а также величина зазора  $\delta$ , которая варьировалась от 0 до  $d$  шагом  $0,25d$ , где  $d$  – диаметр лазерного пятна. Для чистоты эксперимента также выращивался контрольный образец, в котором не прекращалось лазерное излучение в месте пересечения траекторий. Из-за специфики кинематики и динамики ванны расплава для корректного формирования стенок применялось инвертирование направления траекторий для чётных и нечётных слоёв. Количество слоёв в образцах – 6.

На рис. 2 показаны наплавленные образцы и результаты измерений пиков в местах пересечения траекторий, полученных с помощью 3D сканирования. Из анализа морфологии образцов следует, что оптимальной конфигурацией Х-образных траекторий является образец с зазором  $0,75d$ , выполненный с однонаправленными векторами движения инструмента, в котором сочетаются наименьшая высота пика при условии полного формирования стенки.

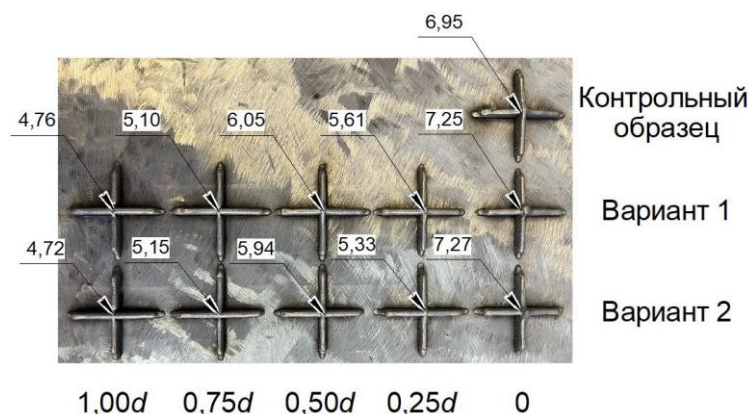


Рис.2 – Наплавленные образцы

### Список литературы

1. Influence of the Fusion Modes on the Microstructure and Formation of Defects in Samples Made of a Heat-Resistant Nickel-Based Alloy Made by Direct Laser Fusion /Oleynik M.A., Balyakin A.V. et al. // AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2402.
2. Influence of Direct Metal Deposition Modes on the Shaping of Single Tracks and Walls Made of Heat-Resistant Powder Material / Oleynik M.A., Balyakin A.V., Zlobin E.P. // Materials Science Forum.

### Сведения об авторах

Олейник Максим Андреевич – к.т.н., инженер кафедры ТПД. Область научных интересов: аддитивные технологии.

Балякин Андрей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры ТПД. Область научных интересов: аддитивные технологии, CAD/CAM/CAE-системы.

Злобин Евгений Петрович – аспирант кафедры ТПД. Область научных интересов: аддитивные технологии.

Кретов Кирилл Сергеевич – магистрант кафедры ТПД. Область научных интересов: аддитивные технологии.

Хвацков Борис Евгеньевич – ведущий специалист ПАО «ОДК-Кузнецов». Область научных интересов: аддитивные технологии.

### DETERMINATION OF THE OPTIMAL OVERLAP OF SURFACING ROLLERS ON CRUCIFORM ELEMENTS

Oleynik M.A.<sup>1</sup>, Balyakin A.V.<sup>1</sup>, Zlobin E.P.<sup>1</sup>, Kretov K.S.<sup>1</sup>, Khvatskov B.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara University, Samara, oleynik1997@mail.ru

<sup>2</sup>PJSC «UEC-Kuznetsov», Samara

*Keywords: deposited bead, direct laser deposition, stiffening ribs*

Uniform-thickness gas turbine casings cause excess mass and thermal inertia. Stiffening ribs made by direct laser deposition offer a solution, but thin-wall faces accuracy issues. An experiment on X-shaped specimens varied scanning strategy and gap ( $\delta$ ). Optimal results:  $\delta = 0.75d$  with unidirectional tool motion, minimizing peak height while ensuring full wall formation.