

УДК 621.791+669.15

Исследование возможности получения неразъемного соединения заготовок, выращенных методом селективного лазерного сплавления из металлопорошковой композиции стали мартенситного класса типа X15H5Д4Б

Жармухамбетов Алпс Савырович

alps98@mail.ru

SPIN-код: 2505-7094

Зайцев Александр Юрьевич

zaytsev1224au@gmail.com

Палаткина Любовь Владимировна

lv.palatkina@yandex.ru

SPIN-код: 1357-2983

АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва, Россия

Аннотация. *Представлены результаты поисковых исследований по подбору вариантов получения конечных функциональных изделий из нескольких частей объемных заготовок, выращенных методом СЛС. Металл свариваемых заготовок (плотностью более 98 %) был выращен методом СЛС на установке MeltMaster^{3D}-550 из МПК стали мартенситного класса типа X15H5Д4Б. Лазерной сваркой на установке LightWELD XR было получено сварное соединение с минимальной пористостью.*

Ключевые слова: *лазерная сварка, селективное лазерное сплавление, мартенситная сталь*

Введение. Существующие сегодня ограничения возможностей конструкторско-технологического проектирования при реализации проектов методом селективного лазерного сплавления (СЛС) связаны с решением целого комплекса задач — технологические ограничения по габаритам камеры построения, высокая стоимость и низкая скорость выращивания крупногабаритных изделий, анизотропия механических свойств, а также сложность изготовления составных крупногабаритных конструкций за одну операцию. В связи с этим, на практике для получения конечных изделий сложной формы и больших размеров зачастую необходимо использовать сборно-сварные конструкции, что выдвигает на первый план задачу разработки надежных технологий сварки заготовок, полученных методом СЛС. Получение крупногабаритных сложнопрофильных изделий из нескольких деталей, выращенных аддитивными методами из металлопорошковых композиций (МПК), также сопряжено с рядом ограничений. В связи с этим, поиск технологий формирования неразъемных соединений как однородных, так и разнородных аддитивных материалов для создания таких изделий определяет актуальность и цель настоящего исследования.

Методы и материалы; результаты. Металл свариваемых заготовок был получен методом СЛС из МПК коррозионностойкой стали мартенситного класса марки ПС-X15H5Д4Б (производства ООО «Гранком») на отечественной установке MeltMaster^{3D}-550 [1] в диапазоне плотностей энергии 85–

125 Дж/мм³ при следующих технологических параметрах: мощность лазерного излучения 275–350 Вт, скорость сканирования 550–900 мм/с, шаг сканирования 80–105 мкм, линейной штриховке с углом поворота 33°, высоте слоя порошка 35–50 мкм. Диаметр пучка лазера при СЛС составлял 80 мкм. Для проведения дальнейших исследований из шести последовательных серий печати были отобраны СЛС-образцы с объемной плотностью более 98 %, измеренной методом гидростатического взвешивания по ГОСТ 20018–74 [2].

С целью определения возможности масштабирования изделий из материалов, выращенных методом СЛС, была опробована лазерная сварка СЛС-заготовок на установке LightWELD XR. Для минимизации пористости в металле шва сварку выполняли при фокусировании лазерного луча «вглубь детали» на расстояние 1–3 мм. Заглубление луча в деталь выполняли с целью увеличения пятна нагрева на поверхности свариваемых деталей и, следовательно, уменьшения плотности мощности лазерного излучения для минимизации интенсивности испарения из ванны расплава.

Металлографические (ZEISS Axiovert 40 MAT) исследования выполняли на металле сварного соединения, как в продольном, так и в поперечном сечении сварного шва. Зафиксировано, что при формировании сварного соединения зонное строение характерное для сварки заготовок, полученных традиционным способом, сохраняется [3]. При этом особенности структурообразования, выявленные в свариваемых СЛС-заготовках, сохраняются в зоне термического влияния сварного соединения.

Заключение. В работе обоснована возможность использования лазерной сварки для получения неразъемных соединений СЛС-заготовок из стали мартенситного класса типа Х15Н5Д4Б. Выполненные лазерной сваркой соединения СЛС-заготовок из стали марки Х15Н5Д4Б характеризуются малой пористостью металла шва и плотностью, сравнимой с уровнем основного металла свариваемых СЛС-заготовок.

Список источников

- [1] Лаборатория аддитивных технологий. ГНЦ РФ НПО «ЦНИИТМАШ». URL: <https://cniitmash.com/company-about/strukturacniitmash/additivnyie-texnologii/laboratoriya-additivnyix-texnologij/> (дата обращения 22.12.2025).
- [2] ГОСТ 20018–74. Сплавы твердые спеченные. Метод определения плотности. Москва, Государственный комитет СССР по стандартам, 1991, 11 с.
- [3] Жармухамбетов А.С., Иванов И.А., Палаткина Л.В., Юдин А.В., Рудаков А.А. Исследование структуры и свойств стали мартенситного класса Fe–13Cr–5Ni–Nb. *Новые материалы: перспективные технологии и методы исследования материалов. XXIII Международ. школы-конференции для молодых ученых и специалистов им. профессора Б.А. Калина: сб. докл.* Москва, НИЯУ МИФИ, 2025, 264 с.