

**УДК 004.8**

**Использование спектрограмм излучения плазменного факела и методов машинного обучения для оценки качества сварного шва при лазерной сварке**

**Долгополов А.Д. (ИТМО), Гресько В.Р. (ИТМО)**

**Научный руководитель – к.т.н. Соколов М.С.**

(Университет ИТМО)

**Введение.** Волоконно-лазерная сварка является ключевой технологией в современном производстве, особенно для соединения низколегированных сталей, которые широко используются в автомобильной, аэрокосмической и строительной промышленности. Несмотря на свои преимущества, этот процесс подвержен дефектам, которые могут нарушить структурную целостность сварных соединений. Традиционные методы обнаружения дефектов, такие как визуальный осмотр и ультразвуковой контроль, часто занимают много времени и малоэффективны для контроля в режиме реального времени [1]. Спектроскопические методы, которые анализируют спектры излучения, генерируемые во время сварки, обеспечивают неинвазивный и быстрый способ обнаружения дефектов [2]. Интеграция этих методов с методами машинного обучения позволяет автоматизировать процесс обнаружения и классификации, повышая точность и эффективность.

**Основная часть.** В качестве свариваемых образцов выступали две пластины низколегированной стали 09G2S. Сварка осуществлялась с помощью волоконного лазера с длиной волны 1080 нм, и максимальной мощностью 2800 Вт. Спектры излучения плазменного факела в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм измерялись при помощи неподвижного спектрометра. Был проведен анализ спектрограмм, рассчитаны статистические параметры, определена интенсивность на наиболее характерных длинах волн. Был проведен анализ корреляции между параметрами спектров и дефектами, определены наиболее значимые параметры. Методы машинного обучения были использованы для предсказания результатов лазерной сварки и классификации возникающих дефектов.

**Выводы.** Данное исследование демонстрирует потенциал сочетания спектроскопических методов с методами машинного обучения для обнаружения и классификации дефектов сварки низколегированной стали в режиме реального времени. По результатам работы можно определить наиболее значимые параметры спектров плазмы, которые могут быть использованы для дальнейшего предсказания результатов лазерной сварки

Финансирование исследования выполнено за счет НИРСИИ Университета ИТМО (проект № 640115 “Разработка и интеграция систем мониторинга и управления для автоматизации производственных процессов на примере лазерной сварки”)

**Список использованных источников:**

1. Aleem S. A. A., Yusof M. F. M., Ishak M. Monitoring laser weld penetration status from the optical signal //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2024. – Т. 2688. – №. 1. – С. 012014.
2. Kang S. et al. Spectrometer as a quantitative sensor for predicting the weld depth in laser welding //Optics & Laser Technology. – 2024. – Т. 175. – С. 110855.