

УДК 621.01

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОМОЩНОГО ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА

Хриптович Евгений Владимирович⁽¹⁾, Ишкиняев Эмиль Дамирович⁽²⁾

Аспирант 3 года обучения⁽¹⁾, Аспирант 4 года обучения⁽²⁾

Кафедра «Лазерные технологии в машиностроении».

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана.

Научный руководитель: д.т.н. И.Н. Шиганов.

Профессор кафедры «Лазерные технологии в машиностроении».

В наше время особое внимание уделяется продлению срока службы деталей машин и механизмов. Их выход из строя в процессе эксплуатации может приводить к значительным экономическим потерям из-за простоя оборудования. Одним из актуальных способов модификации поверхностей изделий является технология лазерного легирования сталей с применением излучения волоконного лазера [1]. Её применение позволяет добиться повышения механических свойств деталей без значительного изменения затрат на их изготовление. Однако стоит отметить, что процесс лазерного легирования до настоящего времени не нашел широкого применения в промышленности. В связи с этим актуальным является его усовершенствование с точки зрения производительности и технологической эффективности. Данные цели могут быть достигнуты при использовании ранее неизвестных технологических приемов, а также при изготовлении вспомогательного оборудования и оснастки, позволяющих усовершенствовать процесс и добиться максимальных преимуществ перед альтернативными способами обработки.

В настоящий момент многие задачи лазерной обработки, такие как сварка, наплавка, легирование и др., выполняются при температурах нагрева выше точки плавления. С целью оптимизации процесса лазерной модификации поверхностей сталей целесообразным является предварительное математическое моделирование. При этом для корректного расчета температурных полей, необходимо учитывать гидродинамику ванны расплава, так как добавляется конвективный теплообмен [2, 3]. Также в процессе расчета необходимо учитывать изменение морфологии поверхности при движении жидкой фазы (рисунок 1).

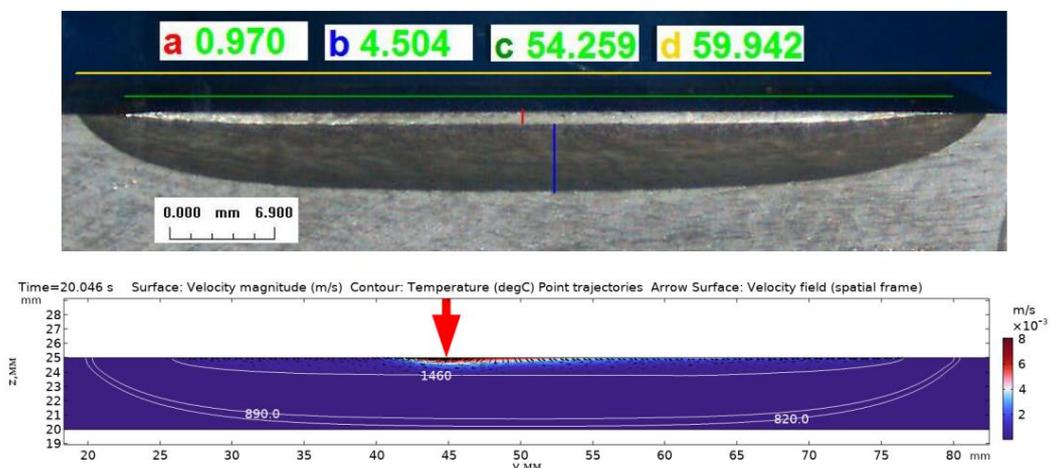


Рис. 1. Экспериментально полученный образец в поперечном сечении и результат моделирования ванны расплава в виде распределения скоростных полей с указанием положения лазерного луча в данный момент времени (красная стрелка).

В случае решения сопряженной задачи теплопередачи и гидродинамики ванны расплава к уравнению теплопроводности добавляется уравнение Навье-Стокса (1), а движение жидкости индуцируется вследствие эффекта Марангони, который заключается в изменении поверхностного натяжения при появлении градиента температуры [4].

$$\rho_0 \left[\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \vec{u} \nabla \vec{u} \right] = \nabla [-pI + \mu(\nabla \vec{u} + (\nabla \vec{u})^T)] + \vec{F}_{buoyancy} + \vec{F}_{Darcy}, \quad (1)$$

где ρ_0 – плотность твердого материала, \vec{u} – вектор скорости жидкости, p – давление, μ – динамическая вязкость.

В ходе исследования проведены экспериментальные работы по изучению и совершенствованию процесса лазерной модификации поверхностей с применением высокомоощного гальванического сканатора и волоконного лазера мощностью до 10 кВт. Одной из основных задач проведенных работ являлась верификация разработанной математической модели, а также определение основных особенностей и закономерностей процесса.

Литература

1. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А.И. Мисюров. Технологические процессы лазерной обработки // Москва. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2006г. [С. 323].
2. Майоров В. С., Матросов М. П. Влияние поверхностно-активных веществ на гидродинамику лазерного легирования металлов // Квантовая электроника. — 1989. — 16, № 4. — С. 806–810. 26.
3. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / Под ред. В. Я. Панченко. — М.: Физматлит, 2009. — 664 с.
4. Consolidation phenomena in laser and powder-bed based layer in manufacturing / J.-P. Kruth, G. Levy, F. Klocke, T. H. Childs // CIRP Annals — Manufacturing Technology. — 2007. — 56, Issue 2. — P. 730–759.