

ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА СПЛАВ ЖС6У

Рощин М.Н.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва*

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, плотность мощности, время оплавления, сплав ЖС6У.

Аннотация. В работе приведены результаты лазерной наплавки металлокерамического покрытия $Ni80Cr20+20\%Al_2O_3$ на жаропрочный сплав ЖС6У с учетом его теплофизических параметров при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². Приведено распределение температуры в покрытии по глубине при лазерном оплавлении. Температура в покрытии на поверхности в момент приплавания покрытия к основе ЖС6У составляет 2069°C, что не превышает температуру кипения упрочняющей фракции Al_2O_3 (2980°C).

LASER SURFACING OF A METAL-CERAMIC COATING ON AN ALLOY ZHS6U

Roshchin M.N.

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow*

Keywords: laser surfacing, cermet coating, power density, reflow time, ZHS6U alloy.

Abstract. The paper presents the results of laser surfacing of a metal-ceramic coating $Ni80Cr20+20\%Al_2O_3$ on a heat-resistant alloy ZHS6U, taking into account its thermophysical parameters at a power density of $2 \cdot 10^7$ W/m². The temperature distribution in the coating by depth during laser reflow is given. The temperature in the coating on the surface at the time of melting the coating to the base of ZHS6U is 2069°C, which does not exceed the boiling point of the hardening fraction Al_2O_3 (2980°C).

Введение

Эксплуатация энергетического оборудования предопределяет воздействие различных факторов, приводящих к износу его элементов, что, в свою очередь, определяет ресурс и надежность энергетического оборудования в целом. В этой связи затраты на замену изношенных и малонадежных элементов не только неизбежны, но и так велики, что проблема повышения ресурса и надежности элементов энергетического оборудования является весьма важной и актуальной. Неуклонное возрастание мощности энергетического оборудования определяет повышение эксплуатационных параметров (нагрузок, давления, скорости, температуры), что еще более ужесточает характер эксплуатации оборудования и изнашивания элементов, его составляющих [1].

В большинстве случаев основная часть деталей выходит из строя вследствие их интенсивного изнашивания в процессе трения. При этом следует заметить, что ремонт как альтернативный вариант повышения долговечности поверхностей трения в некоторых случаях необходим и высокоэффективен. Одним из способов восстановления поверхностей трения является лазерная

наплавка износостойких покрытий, которая является представителем новой технологии, относится к локальным методам термической обработки. Высокая концентрация подводимой энергии и локальность позволяют проводить обработку только поверхностного участка без нарушения его структуры и свойств детали в целом. Возможность регулирования параметров лазерной обработки и составом обрабатываемых материалов в широком интервале значений позволяет получать качественно новые износостойкие материалы [2].

Эффективным способом повышения ресурса деталей машин и инструментов является лазерная наплавка изношенных поверхностей с высокими эксплуатационными свойствами. Лазерная наплавка покрытий на никелевой основе широко используются для повышения износостойкости и коррозионной стойкости, восстановления изношенных поверхностей деталей машин [3]. Лазерная наплавка металлокерамических порошковых материалов позволяет получать материалы с новыми свойствами. При лазерной наплавке на процесс распространения температуры влияют следующие факторы: плотность теплового потока на поверхности, время его воздействия, теплофизические параметры обрабатываемого материала [4].

Цель работы: изучить возможность лазерной наплавки металлокерамического покрытия на жаропрочный сплав ЖС6У для восстановления изношенной поверхности.

Материалы и оборудование. Лазерная наплавка проводилась на жаропрочный сплав ЖС6У со следующими теплофизическими свойствами: $\lambda = 15,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$; $\alpha = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $c = 502 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$, $\rho = 8400 \text{ кг/м}^3$, где λ – теплопроводность, α – температуропроводность, c – удельная теплоемкость, ρ – плотность. Материал покрытия механическая смесь мелкодисперсных порошков $\text{Ni80Cr20}+20\%\text{Al}_2\text{O}_3$. Предварительно на поверхность наносилось порошковое композиционное покрытие плазменным напылением. Толщина покрытия составляла до 0,6 мм. Лазерное оплавление износостойкого покрытия осуществлялась на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки. Выбор технологических режимов лазерной наплавки основан на решении нестационарного уравнения Фурье в частных производных, применительно к нагреву и плавлению двухслойного тела с граничными условиями Стефана.

Результаты и обсуждения. На основе физико-математического моделирования процессов оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры проводился выбор технологических режимов лазерной наплавки металлокерамического покрытия. Распределение температуры в покрытии при лазерном оплавлении приведено на рисунке 1. Покрытие начнет плавиться когда температура на поверхности достигнет 1400°C , при этом время воздействия теплового потока составит 0,26 с. Покрытие расплавится на глубину 0,6 мм через 0,94 с. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления сплава ЖС6У (1580°C). Время достижения этой температуры составляет 1,095 с. Температура на поверхности в этот момент составит 2069°C . Температура в

покрытии в момент приплавления к основе не превышает температуру кипения упрочняющей фракции Al_2O_3 ($2980^\circ C$).

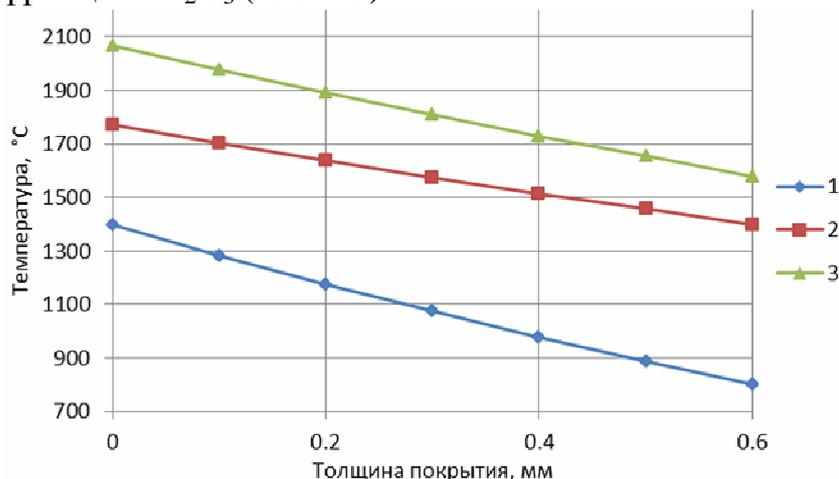


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия $Ni80Cr20+20\%Al_2O_3$ на сплаве ЖС6У при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м²: 1 – начало плавления, 2 – оплавление покрытия, 3 – момент приплавления

Выводы. На основе математического моделирования нагрева и плавления металлокерамического покрытия $Ni80Cr20+20\%Al_2O_3$ приведено распределение температуры в процессе оплавления покрытия на жаропрочном сплаве ЖС6У при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². Температура на поверхности в момент приплавления покрытия к основе ЖС6У составляет $2069^\circ C$, что не превышает температуру кипения упрочняющей фракции Al_2O_3 ($2980^\circ C$). На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамического покрытия на жаропрочный сплав ЖС6У.

Список литературы

1. Awatef Hamed, Richard Rivir, Puneet Arora, Kaushik Das. Turbine Blade Surface Deterioration by Erosion // Journal of Turbomachinery. 2005, vol. 127(3), pp. 445-452.
2. Лазерная техника и технологии. Кн.3. Методы поверхностной лазерной обработки / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Высшая шк., 1987. – 191с.
3. Алисин В.В. Владиславлев А.А, Рошин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Перспективные материалы и технологии. Наноконпозиты (космический вызов 21 век, Том 2). Под. ред. А.А Берлина и И.Г. Ассовского. – М.: Торус Пресс, 2005.– С. 59-68.
4. Алисин В.В., Рошин М.Н. Численный анализ тепловых потоков в процессе плавления покрытий лазером // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2019. – № 4. – С. 93-101.

Сведения об авторе:

Рошин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник.