

ЛАЗЕРНОЕ ОПЛАВЛЕНИЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА СТАЛИ 30ХГСА

Роцин М.Н.

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

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, тепловой поток, сталь 30ХГСА, температура.

Аннотация. Приведены результаты исследования по влиянию мощности теплового потока при лазерном оплавлении покрытия с частицами диборида титана на стали 30ХГСА. Приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15%TiB₂ на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ и $3 \cdot 10^7$ Вт/м² в момент приплавления покрытия к основе. Температура в покрытии на поверхности не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB₂.

LASER REFLOW OF A GAS-THERMAL COATING ON 30HGSA STEEL

Roshchin M.N.

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

Keywords: laser surfacing, ceramic-metal coating, heat flow, 30HGSA steel, temperature.

Abstract. The results of a study on the effect of the heat flux power during laser reflow of a coating with titanium diboride particles on 30HGSA steel are presented. The temperature distribution over the coating depth of PGSR4+15%TiB₂ on 30HGSA steel at power densities of $2 \cdot 10^7$ and $3 \cdot 10^7$ W/m² at the time of melting the coating to the base is given. The temperature in the coating on the surface does not exceed the melting point of the TiB₂ hardening fraction.

Введение

Надежная работа техники, особенно в экстремальных условиях, связана с надежностью функционирования, в том числе исполнительных механических органов. При повышении температурного режима работы узлов трения приводит к изменению нормального функционирования подвижных сопряжений, нарушению смазочного режима и износу. Для повышения износостойкости поверхностей пар трения хороший результат достигается при создании на поверхности износостойких покрытий. Износостойкие покрытия, наплавленные лазером, показывают хорошие трибологические свойств, как для работы в тяжело нагруженных узлах трения, а также для восстановления изношенных поверхностей трения [1-3]. Применение лазерного нагрева позволяет локально воздействовать на поверхность концентрированного потока высокой плотности, что приводит к нагреву и расплавлению поверхности [4]. Это связано с целенаправленным изменением химического состава и структурно-фазового состояния поверхностных слоев [5]. Механические свойства наплавленного лазером покрытия зависит от

формирующейся структуры покрытия, которая полностью определяется распределением температуры по толщине покрытия.

Цель работы – изучить процесс лазерного оплавления газотермического покрытия на стали 30ХГСА.

Материалы и оборудование. При выборе режимов лазерной наплавки важно знать распределение температуры в покрытии, чтобы расплавить композиционное покрытие и обеспечить его приплавление к основе. На поверхность детали из стали 30ХГСА наносилось газотермическое порошковое покрытие с последующим лазерным оплавлением. При газотермическом напылении была использована механическая смесь порошка ПГСР4 и 15% мелкодисперсной (5...20 мкм) упрочняющей добавки TiB_2 . Толщина покрытия при газотермическом напылении составляла 0,6-0,7 мм. Лазерное оплавление износостойкого покрытия осуществлялась на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки. На основе математического моделирования процесса лазерного оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры, была разработана технология лазерного оплавления износостойкого композиционного покрытия.

Результаты и методика исследований. На основе численного анализа нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела, с граничными условиями Стефана были определены режимы технологического процесса оплавления металлокерамического покрытия. На рисунке 1 приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности, $Вт/м^2$: $2 \cdot 10^7$; $3 \cdot 10^7$ в момент приплавления покрытия к основе.

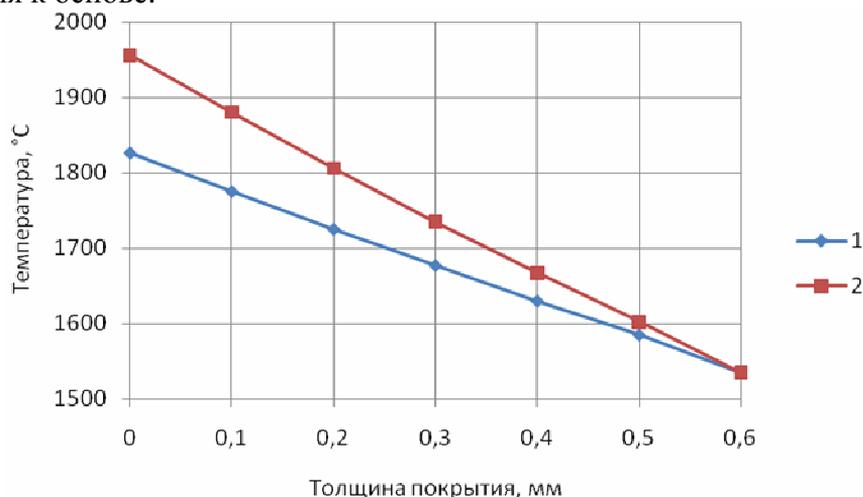


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности, $Вт/м^2$: 1 – $2 \cdot 10^7$, 2 – $3 \cdot 10^7$

При достижении температуры на поверхности покрытия $1080^{\circ}C$, покрытие начинает плавиться, покрытие считается приплавленным к основе,

когда температура основы достигнет температуры плавления (1535°C). Температура в покрытии на поверхности при плотности мощности теплового потока $2 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ в момент приплавания к основе составляет 1826°C , а при плотности мощности теплового потока $3 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ она равна 1956°C , которая не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB_2 (3230°C).

Выводы. Проведены исследования по влиянию мощности теплового потока при лазерном оплавлении покрытия с частицами диборида титана на стали 30ХГСА. Приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ и $3 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ в момент приплавания покрытия к основе. Температура в покрытии на поверхности не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB_2 . Результаты могут быть использованы при разработке технологии лазерной наплавки износостойких покрытий.

Список литературы

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.
2. Рощин М.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники лазерной наплавкой // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы Национальной научно-практической конференции, 20-21 июня 2019 года. В 2-х томах. Том 2. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2019. – С. 90-95.
3. Alisin V.V., Roshchin M.N. The restoration of the friction surfaces by laser cladding // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019, vol. 315, p. 022005.
4. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Рощин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Перспективные материалы и технологии. Нанокomпозиты (Космический вызов 21 век, Том 2) / Под. ред. А.А. Берлина и И.Г. Ассовского. – М.: Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
5. Алисин В.В., Рощин М.Н. Численный анализ тепловых потоков в процессе плавления покрытий лазером // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2019. – № 4. – С. 93-101.

References

1. Grigoryants A.G., Shiganov I.N., Misyurov A.I. Technological laser processing processes: Textbook for universities / Edited by A.G. Grigoryants. – M.: Publ. house of the Bauman Moscow State Technical University, 2006. – 664 p.
2. Roshchin M.N. Restoration of agricultural machinery parts laser surfacing // Agrarian science and education at the present stage stages of development: experience, problems and solutions: materials National Scientific Conference, June 20-21, 2019 years. In 2 volumes. Vol. 2. – Ulyanovsk: Ulyanovsk State Pedagogical University, 2019. – P. 90-95.
3. Alisin V.V., Roshchin M.N. The restoration of the friction surfaces by laser cladding // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019, vol. 315, p. 022005.
4. Alisin V.V., Vladislavlev A.A., Roshchin M.N. Technology of obtaining wear-resistant metal-ceramic coatings with ultrafine strengthening phase // Perspective

- materials and technologies. Nanocomposites (Space challenge of the 21st century, Vol. 2) / Ed. A.A. Berlin and I.G. Assovsky. – M.: Torus Press, 2005. – P.59-68.
5. Alisin V.V., Roshchin M.N. Numerical analysis of heat flows in the process of melting coatings with a laser // Problems of mechanical engineering and reliability of machines. 2019, no. 4, pp. 93-101.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник roschin50@yandex.ru	Mikhail Nikolaevich Roshchin – candidate of technical sciences, leading researcher
--	---

Received 27.06.2024