

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-60-62>

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОКРЫТИИ С ЧАСТИЦАМИ ДИБОРИДА ТИТАНА НА СТАЛИ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ

Рошин М.Н.¹, Мишанова В.Г.²

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия;*

²*Московский авиационный институт, филиал Ступино, Ступино, Россия*

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, тепловой поток, сталь, порошок, температура, время.

Аннотация. Проведены исследования по лазерному оплавлению покрытия с частицами диборида титана на стали на основе численного анализа нагрева и плавления, износостойкого композиционного покрытия ПГСР4+15%TiB₂, предназначенного для тяжело нагруженных узлов трения. Приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15%TiB₂ на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². Температура в покрытии в процессе оплавления на поверхности составляет 1826°C, не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB₂ (3230°C).

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A COATING WITH TITANIUM DIBORIDE PARTICLES ON STEEL DURING LASER SURFACING

Roshchin M.N.¹, Mishanova V.G.²

¹*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;*

²*Moscow aviation Institute, Stupino branch, Stupino, Russia*

Keywords: laser surfacing, ceramic-metal coating, heat flow, steel, powder, temperature, time.

Abstract. Studies have been carried out on laser reflow of a coating with titanium diboride particles on steel based on numerical analysis of heating and melting, a wear-resistant composite coating PGSR4+15%TiB₂, designed for heavily loaded friction units. The temperature distribution over the coating depth of PGSR4+15%TiB₂ on 30HGSA steel at a power density of $2 \cdot 10^7$ W/m² is given. The temperature in the coating during melting on the surface is 1826 °C, does not exceed the melting temperature of the hardening fraction TiB₂ (3230°C).

Введение

Работоспособность и надежность детали обеспечиваются за счет выполнения требований – стойкости к различным воздействиям. Детали, испытывающие максимальные напряжения на поверхности, такие как изгиб, контактные напряжения, для повышения сопротивления усталости подвергают поверхностному упрочнению [1]. Хороший результат повышения износостойкости пар трения достигается при создании на поверхности износостойких покрытий. Износостойкие покрытия, наплавленные лазером, показывают хорошие трибологические свойства, как для работы в тяжело нагруженных узлах трения, а также для восстановления изношенных поверхностей трения. Локальное воздействие на поверхность концентрированного потока высокой плотности позволяет получать недостижимые при традиционных способах обработки свойства материала. Это связано с целенаправленным изменением химического состава и

структурно-фазового состояния поверхностных слоев [2]. Механические свойства наплавленного лазером покрытия зависит от формирующейся структуры покрытия, которая полностью определяется распределением температуры по толщине покрытия [3].

Цель работы: исследовать распределение температуры в покрытии с частицами диборида титана на стали при лазерной наплавке.

Материалы и оборудование. Изучалось распределение температуры в покрытии с частицами диборида титана на стали при лазерной наплавке. 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 создания износостойкого композиционного покрытия.

Результаты и методика исследований. При разработке технологического процесса оплавления металлокерамического покрытия был проведен численный анализ нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела, с граничными условиями Стефана [3]. По результатам расчета были определены технологические параметры процесса лазерной наплавки. На рисунке 1 приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+ 15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м².

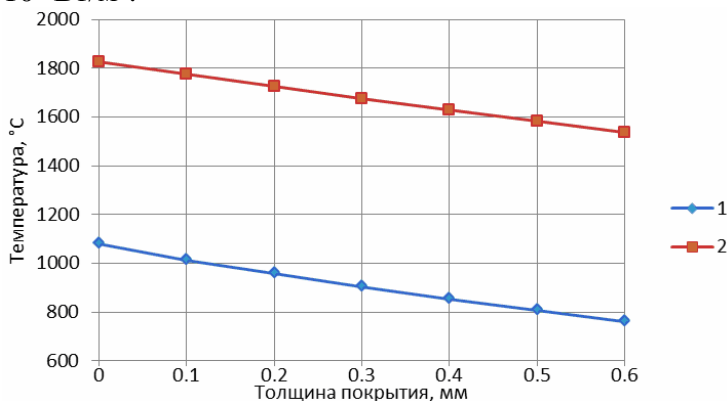


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+ 15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м²: 1 – начало плавления, 2 – в момент приплавания

При достижении температуры на поверхности покрытия 1080°C, покрытие начинает плавиться, время при этом составит 0,235 с. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления (1535°C), время при этом составит 1,04 с. Температура

в покрытии в процессе оплавления на поверхности составляет 1826°C, не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB₂ (3230°C).

Выводы

Проведены исследования по лазерному оплавлению покрытия с частицами диборида титана на стали на основе численного анализа нагрева и плавления, износостойкого композиционного покрытия ПГСР4+15%TiB₂, предназначенного для тяжело нагруженных узлов трения. Приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15%TiB₂ на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м².

Температура в покрытии в процессе оплавления на поверхности составляет 1826°C, не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB₂ (3230°C). Результаты могут быть использованы при разработке технологии лазерной наплавки износостойких покрытий.

Список литературы

1. Соболева Н.Н., Малыгина И.Ю., Осинцева А.Л., Поздеева Н.А. Влияние микроструктуры и фазового состава на трибологические свойства NiCrBSi лазерных покрытий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, №4(3). – С.869-873.
2. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Рощин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Сб. 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.
3. 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. Soboleva N.N., Malygina I.Yu., Osintseva A.L., Pozdeyeva N.A. Influence microstructure and phase composition on tribological properties of NiCrBSi laser coatings // News of the Samara Scientific Center Of the Russian Academy of Sciences. 2011, vol. 13, no. 4(3), pp.869-873.
2. Alisin V.V., Vladislavlev A.A., Roshchin M.N. Technology of obtaining wear-resistant metal-ceramic coatings with ultrafine strengthening phase // Sb. Promising 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.
3. Alisin V.V., Roshchin M.N. Numerical analysis of heat flows in the process of melting coatings by laser // Problems of mechanical engineering and reliability of machines. 2019, no. 4, pp. 93-101.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
Мишанова Валентина Георгиевна – кандидат технических наук, доцент roschin50@yandex.ru	Mishanova Valentina Georgievna – candidate of technical sciences, associate professor

Received 13.02.2023