

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОМ ПОКРЫТИИ В МОМЕНТ ЕГО ПРИПЛАВЛЕНИЯ К ОСНОВЕ

Рощин М.Н.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия

Ключевые слова: лазер, наплавка, металлокерамические покрытия, температура, плотность мощности, время, теплофизические параметры.

Аннотация. Работа посвящена исследованию наплавки металлокерамического покрытия с добавкой упрочняющих фракций Al_2O_3 и ZrO_2 с учетом его теплофизических параметров. Проведен численный анализ нагрева и плавления, износостойкого композиционного покрытия, предназначенного для тяжело нагруженных узлов трения. Приведено распределение температуры в покрытиях по глубине. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий.

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE METAL-CERAMIC COATING AT THE TIME OF ITS ADDITION TO THE BASE

Roshchin M.N.

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

Keywords: laser, surfacing, metal-ceramic coatings, temperature, power density, time, thermal parameters.

Abstract. The work is devoted to the study of the surfacing of a metal-ceramic coating with the addition of strengthening fractions Al_2O_3 and ZrO_2 , taking into account its thermophysical parameters. Numerical analysis of heating and melting of a wear-resistant composite coating designed for heavily loaded friction units has been carried out. The distribution of temperature in the coatings by depth is given. Based on the conducted research, the technological process of surfacing metal-ceramic coatings is being developed.

Введение. Для повышения износостойкости и восстановления поверхностей трения применяется лазерная наплавка износостойких покрытий. Высокая концентрация энергии в лазерном пятне приводит к быстрому нагреву поверхности с последующим ее плавлением. Высокая скорость нагрева приводит к быстроизменяющимся процессам, происходящим на поверхности детали: неравномерность распределения температуры по толщине материала и по времени; высокие скорости локального нагрева; наличие сложных гидродинамических эффектов в ванне расплава. К одному из направлений лазерной наплавки композиционных покрытий является оплавление плазменных порошковых покрытий [1]. Для повышения износостойкости наплавленных покрытий в структуру вносят износостойкие фракции. В качестве пластичной матрицы используют эвтектические сплавы системы Ni-Cr-B-Si [2]. При лазерной наплавке износостойких металлокерамических покрытий необходимо знать, какие физические процессы происходят в материале. На процесс распространения

температуры влияют следующие факторы: плотность теплового потока на поверхности, время его воздействия, теплофизические параметры обрабатываемого материала [3].

Цель работы: изучить распределение температуры в металлокерамическом покрытии в момент приплавления покрытия к основе.

Материалы и оборудование. Создание износостойкого покрытия проводилось на сталь 30ХГСА. На поверхность детали предварительно наносилось порошковое покрытие с использованием оптимизированного процесса плазменного напыления. Порошковая композиция состояла из пластичной матрицы системы Ni-Cr-B-Si (порошок ПГСП4) с добавкой износостойкой мелкодисперсной фракции Al_2O_3 и ZrO_2 размером 5...20 мкм. Концентрация упрочняющих обеих фракций составляла 20% (весовых). Толщина покрытия после плазменного нанесения составляла 0,6 мм, покрытие наносилось на сталь 30ХГСА. Лазерная наплавка износостойких покрытий осуществлялась при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м² на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки.

Результаты и обсуждения. Расчет теплофизических параметров композитного покрытия производился по методике [2]. Для разработки технологического процесса оплавления металлокерамических покрытий проведен численный анализ нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела, с граничными условиями Стефана. По результатам расчета были определены технологические параметры лазерной наплавки. Распределение температуры в покрытии приведено на рисунке 1. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления (1535°C). Температура в покрытии в процессе оплавления не превышает температуру разложения упрочняющей фракции Al_2O_3 (2044°C) и ZrO_2 (2715°C).

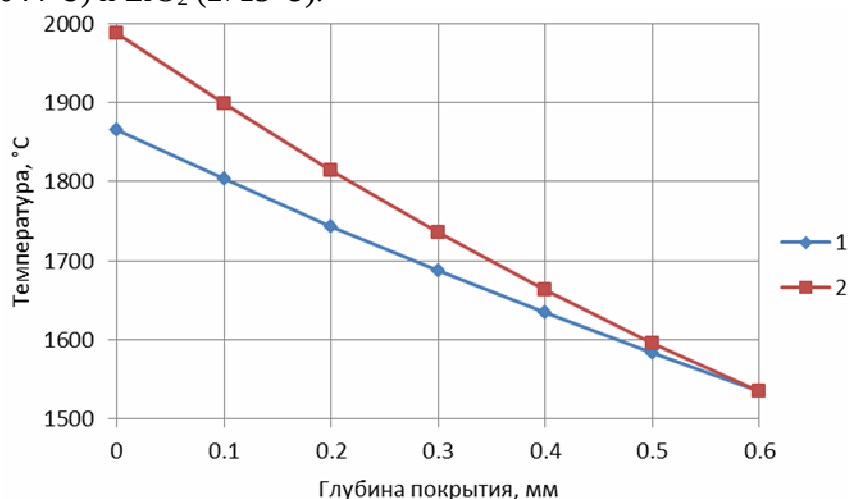


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м² в момент приплавления материала: 1- ПГСП4+20% Al_2O_3 , 2- ПГСП4+20% ZrO_2

Выводы

Проведен численный анализ нагрева и плавления, износостойкого композиционного покрытия эвтектического сплава системы Ni-Cr-B-Si и добавкой упрочняющей мелкодисперсной фракции Al_2O_3 и ZrO_2 , предназначенного для тяжелонагруженных узлов трения. Приведено распределение температуры в покрытиях по глубине. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий. Результаты могут быть использованы при оплавлении порошковых композиций в лазерных аддитивных технологиях.

Список литературы

1. 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). – М.: Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
2. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Рощин М.Н. Физическая модель процесса плавления износостойких плазменных покрытий лазером // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2008. – №11. – С. 17-23.
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. Alisin V.V., Vladislavlev A.A., Roshchin M.N. Technology of obtaining wear-resistant metal-ceramic coatings with an ultradisperse hardening phase // Perspective materials and technologies. Nanocomposites, (Space Challenge of the 21st Century, Vol. 2). – М.: Torus Press, 2005. – P. 59-68.
2. Alisin V.V., Vladislavlev A.A., Roshchin M.N. Physical model of the melting process of wear-resistant plasma coatings by laser // Friction and lubrication in machines and mechanisms. 2008, no. 11, pp. 17-23.
3. Alisin V.V., Roshchin M.N. Numerical analysis of heat fluxes in the process of melting coatings by laser // Problems of mechanical engineering and machine reliability. 2019, no. 4, pp. 93-101.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical Sciences, leading researcher
Roschin50@yandex.ru	

Received 22.06.2022