

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОМ ПОКРЫТИИ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ

Рощин М.Н.

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

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

Аннотация. Работа посвящена исследованию наплавки металлокерамического покрытия с добавкой упрочняющей фракции Al_2O_3 с учетом его теплофизических параметров. Проведен численный анализ нагрева и плавления, износостойкого композиционного покрытия, предназначенного для тяжело нагруженных узлов трения. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий.

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE METAL-CERAMIC COATING DURING LASER SURFACING

Roshchin M.N.

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

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 a strengthening fraction Al_2O_3 , 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. Based on the conducted research, the technological process of surfacing of metal-ceramic coatings is being developed.

Введение. Лазерная наплавка широко применяется в наплавке износостойких покрытий и восстановления изношенных поверхностей трения. Процесс лазерной наплавки состоит в том, что на поверхность детали наносят композиционную шихту с последующим лазерным оплавлением. Подача наплавочного материала в зону оплавления осуществляется различными способами, один из которых является плазменное напыление композиционного покрытия. При воздействии лазерного излучения на поверхность детали происходит быстрый ее нагрев и плавление. Концентрация мощной энергии в пятне сфокусированного луча на поверхности материала позволяет получать высокую плотность теплового потока, необходимую для интенсивного нагрева или локального расплавления. 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. Одним из развивающихся направлений лазерной наплавки композиционных покрытий является оплавление плазменных порошковых покрытий [1]. Перспективным композиционным

материалом для тяжело нагруженных узлов трения является использование в качестве пластичной матрицы эвтектических сплавов системы Ni-Cr-B-Si [2,3]. 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 [4].

Цель работы: изучить распределение температуры в металлокерамическом покрытии в момент: начала плавления покрытия, расплавления покрытия, приплавления покрытия к основе.

Материалы и оборудование. Лазерная наплавка проводилась на сталь 30ХГСА. Для предварительного нанесения порошковых композиций использовался оптимизированный процесс плазменного напыления. Порошковая композиция состояла из пластичной матрицы системы Ni-Cr-B-Si (порошок ПГСР4) с добавкой износостойкой мелкодисперсной фракции Al_2O_3 размером 5...20 мкм. Концентрация упрочняющей фракции 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 [4]. 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 фазы (2044°C).

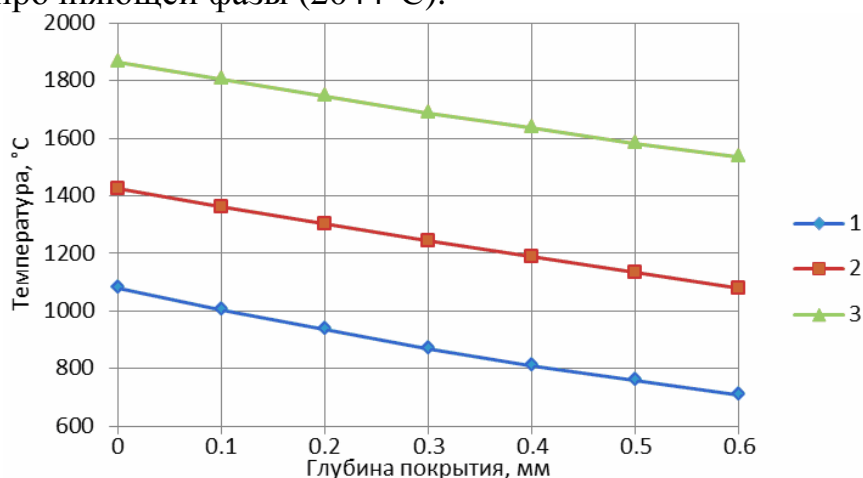


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+20% Al_2O_3 на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м² в момент: 1- начала плавления покрытия, 2- расплавления покрытия, 3- приплавления покрытия к основе

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 , предназначенного для тяжелонагруженных узлов трения. 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. Корсмик Р.С., Туричин Г.А., Климова-Корсмик О.Г., Земляков Е.В., Бабкин К.Д. Лазерная порошковая восстановительная наплавка лопаток газотурбинного двигателя // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2006. Т. 15, № 3. С. 60-69
2. Макаров А. В., Соболева Н. Н., Малыгина И. Ю. Роль упрочняющих фаз в сопротивлении абразивному изнашиванию NiCrBSi покрытий, сформированных лазерной наплавкой // Трение и износ. 2017. № 4(38). С. 311-318.
3. Алисин В.В. Владиславлев А.А, Роцин 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.
4. Алисин В.В., Роцин М.Н. Численный анализ тепловых потоков в процессе плавления покрытий лазером // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019. № 4. С. 93-101.

Сведения об авторе:

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