

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОКРЫТИИ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОПЛАВЛЕНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ И ТИТАНА

Рощин М.Н.

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

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамические покрытия, температура покрытия материала, плотность мощности, время приплавления, теплофизические параметры.

Аннотация. В работе приведены результаты исследования лазерной наплавки металлокерамического покрытия учетом его теплофизических параметров с добавкой упрочняющей фракции Al_2O_3 на сталь 30ХГСА и титановый сплав ВТ6. Приведено распределение температуры по толщине покрытия при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². Определена температура на границе раздела покрытие-основа в момент приплавления покрытия к основе.

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE COATING DURING LASER REFLOW ON THE SURFACE OF STEEL AND TITANIUM PARTS

Roshchin M.N.

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

Keywords: laser surfacing, cermet coatings, material coating temperature, power density, melting time, thermophysical parameters.

Abstract. The paper presents the results of a study of laser surfacing of a metal-ceramic coating taking into account its thermophysical parameters with the addition of a strengthening fraction Al_2O_3 on steel 30XGSA and titanium alloy VT6. The temperature distribution over the coating thickness at a power density of $2 \cdot 10^7$ W/m² is given. The temperature at the coating-base interface at the time of melting the coating to the base is determined.

Введение. Лазерная обработка материалов в настоящее время относится к классу наукоемких технологий. Лазерная обработка позволяет получить высокое качество обрабатываемых деталей. Процесс лазерной обработки материалов прост в управлении временем воздействия на поверхность и подводимой мощностью. Лазерная технология широко применяется для упрочнения поверхностей трения и восстановления изношенных поверхностей с хорошими прочностными и износостойкими свойствами. Лазерная технология позволяет получать характеристики материалов изготовленных изделий с более высокими требованиями, чем при традиционных технологиях [1]. Металлокерамические порошковые материалы при лазерной наплавке позволяют быстро изменять состав наплавляемого материала. При лазерной наплавке свойства покрытия зависят от свойств наплавленного композиционного материала. Лазерное оплавление композиционных покрытий является перспективным направлением в технологии с точки зрения получения качественных износостойких покрытий. При решении задач по

повышению износостойкости и надежности тяжело нагруженных узлов трения, композиционный материал покрытия должен иметь пластическую матрицу, мелкое зерно, высокую твердость мелкодисперсной упрочняющей фазы. Для пластичной матрицы используются сплавы на основе никеля или кобальта, твердые растворы и др., а так же композиции на их основе. Перспективным композиционным материалом, для тяжело нагруженных трибосопряжений является использование в качестве пластичной матрицы эвтектических сплавов системы Ni/Cr/B/Si [2]. При лазерной наплавке 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 покрытии при лазерном оплавлении на поверхности деталей из стали и титана.

Материалы и оборудование. Лазерная наплавка покрытия проводилась на сталь 30ХГСА и титановый сплав ВТ6. На поверхность детали предварительно наносилось порошковое композиционное покрытие плазменным напылением. Порошковая композиция состояла из пластичной матрицы системы Ni/Cr/B/Si (порошок ПГСП-4 на Ni основе) с добавками износостойкой фракцией окиси алюминия (Al_2O_3). Концентрация упрочняющей фракции 5...20 мкм составляла 20% (весовых). Толщина покрытия составляла 0,6-0,7 мм, покрытие наносилось на сталь 30ХГСА и титановый сплав ВТ6. Лазерная оплавление износостойкого покрытия осуществлялась при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м².

Результаты и обсуждения. Технологические режимы лазерной наплавки износостойкого металлокерамического покрытия определялись на основе физико-математического моделирования процессов лазерного оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры. При численном расчете нагрева и плавления двухслойного полуграниченного тела проводился учет граничных условий Стефана. На основе расчета были определены технологические параметры лазерной наплавки. Важным технологическим параметром при лазерной наплавке является время оплавления покрытия по толщине и время приплавления покрытия к основе детали. Температура в покрытии при выбранных технологических параметрах процесса оплавления покрытия не должна превышать температуру разложения упрочняющих фракций. Температура по толщине покрытия приведена на рисунке 1. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления стали 30ХГСА (1535°C), а приплавленным к поверхности титанового сплава ВТ6 (1670°C). Температура в покрытии на поверхности в момент приплавления к стали 30ХГСА составляет 1865°C, а в момент приплавления к ВТ6 составляет 2091°C, что не превышает температуру разложения упрочняющей фракции Al_2O_3 (2044°C). Время приплавления покрытия к стали 30ХГСА составляет 0,915 с, а к сплаву ВТ6 – 1,12 с.

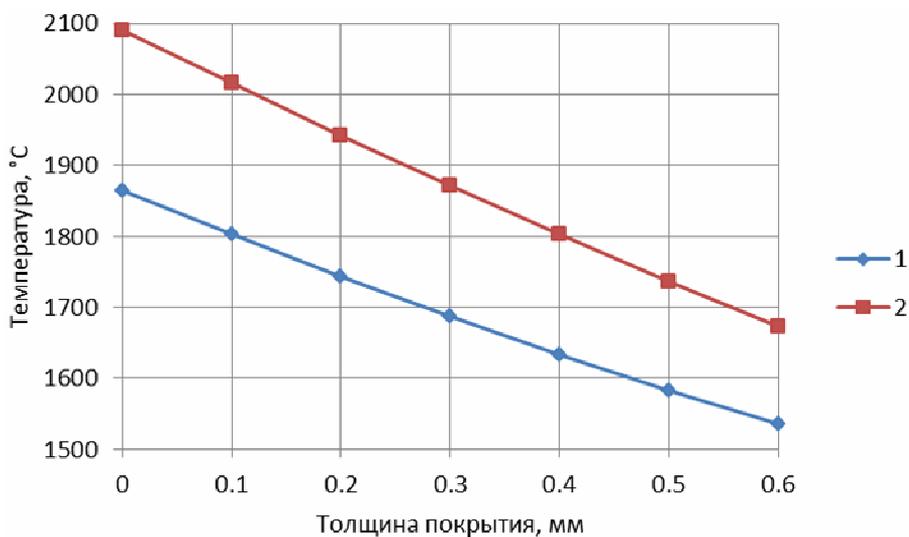


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия ПГСП4+ 20%Al₂O₃ при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м² на: 1- 30ХГСА, 2-ВТ6

Выводы

Разработана методика лазерной наплавки износостойкого металлокерамического композиционного покрытия эвтектического сплава системы Ni/Cr/B/Si и добавкой упрочняющей мелкодисперсной фракции Al₂O₃. Приведено распределение температуры по толщине покрытия при тепловом потоке плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². Температура на поверхности в момент приплавления покрытия не превышает температуру разложения упрочняющей фракции Al₂O₃. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамического покрытия. Результаты могут быть использованы при оплавлении порошковых композиций в лазерных аддитивных технологиях.

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. Алисин В.В., Рощин М.Н., Владиславлев А.А. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Перспективные материалы и технологии: нанокompозиты. Космический вызов 21 века. Т. 2 / под. ред. А.А. Берлина и И.Г. Ассовского. – М.: Торус Пресс, 2006. – 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. Grigoryants A.G., Shiganov I.N., Misyurov A.I. Technological laser processing processes: Study guide for universities/ Edited by A.G. Grigoryants. – M.: Publ. house of Bauman Moscow State Technical University, 2006. – 664 p.

2. Alisin V.V., Vladislavlev A.A., Roshchin M.N. Technology of obtaining wear-resistant metal-ceramic coatings with ultrafine strengthening phase // Promising materials and technologies: Nanocomposites. Space Challenge of the 21st century. Vol. 2. – 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 roschin50@yandex.ru	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
--	---

Received 02.11.2023