

МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ С ЧАСТИЧКАМИ ОКИСИ ЦИРКОНИЯ НА ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ ВТ6 ПРИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ

Роцин М.Н.

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

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, тепловой поток, титановый сплав, порошок, температура.

Аннотация. В работе приведены результаты исследования лазерной наплавки металлокерамического покрытия на титановый сплав ВТ6 при тепловом потоке плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м². На основе математического моделирования процесса нагрева и плавления металлокерамического покрытия рассчитаны тепловые поля распределения температуры в покрытии. Определена температура на границе раздела покрытие-основа в момент приплавки покрытия к основе.

CERMET COATING WITH ZIRCONIUM OXIDE PARTICLES ON TITANIUM ALLOY VT6 DURING LASER SURFACING

Roshchin M.N.

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

Keywords: laser surfacing, cermet coating, heat flux, titanium alloy, powder, temperature.

Abstract. The paper presents the results of a study of laser surfacing of a metal-ceramic coating on a titanium alloy VT6 at a heat flux of a power density of $3 \cdot 10^7$ W/m². The thermal fields of temperature distribution in the coating are calculated on the basis of mathematical modeling of the process of heating and melting of a metal-ceramic coating. The temperature at the coating-base interface at the time of melting the coating to the base is determined.

Введение

Развитие современного машиностроения идет по пути уменьшения габаритов изделий, увеличения их эффективности и надежности, увеличением удельных нагрузок на трущиеся детали. Особо тяжелым условиям эксплуатации подвержены узлы сухого трения. Увеличение нагрузок на узлы трения с уменьшением габаритов деталей требует применения новых материалов [1]. Широкое применение в машиностроении получили титановые сплавы благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости. Повышение износостойкости титановых сплавов с помощью технологических методов обработки не всегда приводит к нужным результатам. Технологические методы обработки титановых сплавов: азотирование, цементация, борирование не всегда создают поверхностные слои, отвечающие необходимым требованиям. Одним из методов повышения износостойкости пар трения является создание на поверхности износостойких покрытий. Для наплавки износостойких покрытий может использоваться лазерная наплавка. При лазерной наплавке производится целенаправленное изменение химического состава и структурно-фазового

состояния поверхностных слоев [2]. Для улучшения качества поверхности используется комбинированная технология. В начальный момент наносится плазменное порошковое покрытие с последующим лазерным оплавлением. Для создания износостойких покрытий в структуру пластичного материала вносятся износостойкие фракции окислов, карбидов, боридов металлов [3]. Использование титановых сплавов в узлах трения сдерживается их низким сопротивлением изнашиванию.

Цель работы: исследовать металлокерамическое покрытие с частичками окиси циркония на титановом сплаве ВТ6 при лазерной наплавке.

Материалы и оборудование. Исследование создания покрытия с частицами двуокиси циркония проводилось на титановом сплаве ВТ6. Предварительно на поверхность детали из ВТ6 наносилось газотермическое порошковое покрытие с последующим лазерным оплавлением. Для создания износостойкого покрытия была использована механическая смесь порошка ПГСР4 и 20% упрочняющей добавки ZrO_2 . Порошковая композиция состояла из пластичной матрицы системы Ni/Cr/V/Si (порошок ПГСР4 состава, %: С-0,6...1,0; В-2,0...2,8; Si-2,5...3,5; Cr-13,5...16,5; Fe-не более 5,0; Ni-основа) и мелкодисперсной упрочняющей фракции (5...20 мкм) диоксида циркония ZrO_2 . Толщина покрытия при плазменном напылении составляла 0,6-0,7 мм. Лазерное оплавление износостойкого покрытия проводилось при плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м².

Результаты и обсуждение. Выбор технологических режимов лазерной наплавки износостойкого металлокерамического покрытия определялись на основе физико-математического моделирования процессов оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры. При численном расчете нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела проводился учет граничных условий Стефана [4]. По результатам расчета были определены технологические параметры лазерной наплавки. Распределение температуры в процессе лазерной наплавки металлокерамического покрытия приведено на рисунке 1.

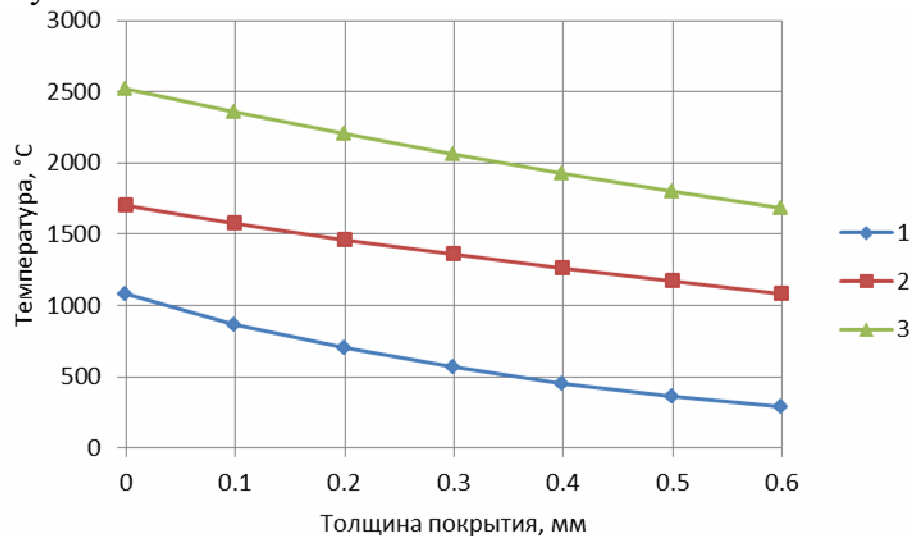


Рис. 1. Зависимость температуры по глубине покрытия ПГСР4+20% ZrO_2 , на ВТ6 при плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м² в момент: 1-начало плавления покрытия, 2-оплавление покрытия, 3-приплавления к основе

При достижении температуры на поверхности детали 1080°C, покрытие начинает плавиться. Распределение температуры в этот момент приведено на рисунке 1, кривая 1. Покрытие расплавится полностью по глубине при достижении температуры на границе раздела покрытие-основа 1080°C, кривая 2 на рисунке 1. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления (1670°C), кривая 3 на рисунке 1. При тепловом потоке плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м² температура на поверхности в момент приплавления покрытия составляет 2524°C, что не превышает температуру разложения упрочняющей фракции ZrO₂ (2715°C).

Выводы

Разработана методика лазерной наплавки износостойкого металлокерамического композиционного покрытия эвтектического сплава системы Ni/Cr/V/Si и добавкой упрочняющей мелкодисперсной фракции ZrO₂. Приведено распределение температуры по толщине покрытия при тепловом потоке плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м². Температура на поверхности в момент приплавления покрытия не превышает температуру разложения упрочняющей фракции ZrO₂. 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. Севостьянов Н.В., Бурковская Н.П. Современные аспекты развития триботехнического материаловедения тяжело нагруженных узлов сухого трения (обзор) // Труды ВИАМ. – 2022. – №10. – С. 76-89.
2. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Роцин М.Н. 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.Г. Ассовского. – М.: Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
3. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Роцин М.Н. Физическая модель процесса плавления износостойких плазменных покрытий лазером // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2008. – №11. – С. 17-23.
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.