

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2024-19-28-30>

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ФРОНТА ПЛАВЛЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ VT6

Роцин М.Н.

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

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, плотность мощности, время оплавления, титановый сплав.

Аннотация. В работе приведены результаты лазерной наплавки металлокерамического покрытия на титановый сплав VT6 с учетом его теплофизических параметров с добавкой упрочняющей фракции 10% Al₂O₃. Приведено время приплавания покрытия ПГСР4+10% Al₂O₃ к титановому сплаву VT6 при плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м². Результаты рекомендованы к применению при разработке технологических режимов наплавки металлокерамических покрытий.

ANALYSIS OF THE MELTING FRONT MOVEMENT OF THE COATING ON TITANIUM ALLOY VT6

Roshchin M.N.

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

Keywords: laser surfacing, ceramic metal coating, power density, melting time, titanium alloy.

Abstract. The paper presents the results of laser surfacing of a metal-ceramic coating on a titanium alloy VT6, taking into account its thermophysical parameters with the addition of a strengthening fraction of 10% Al₂O₃. The melting time of the PGSR4+10% Al₂O₃ coating to the titanium alloy VT6 at a power density of $3 \cdot 10^7$ W/m² is given. The results are recommended for use in the development of technological modes of surfacing of cermet coatings.

Введение

Лазерные технологии повышают эффективность современного производства. С помощью лазерных технологий удается осуществить автоматизацию производственных процессов. Лазерная обработка поверхностей металлов и сплавов относится к локальным методам термической обработки с помощью высококонцентрированных источников нагрева. Лазерное излучение позволяет производить обработку только поверхностного участка материала без нагрева остального объема и нарушения его структуры и свойств, что приводит к минимальному короблению деталей. Лазерная обработка позволяет оперировать в широком интервале режимов [1]. Локальное воздействие на поверхность концентрированных потоков энергии позволяет достигать необходимых физических свойств поверхности, таких как твердость, износостойкость, шероховатость [2]. С помощью лазерной технология можно получать многокомпонентные покрытия, обладающие расширенной функциональностью, например износостойкостью. Лазерная наплавка металлокерамических порошковых материалов позволяет получать материалы с новыми свойствами. Перспективным композиционным материалом, для

тяжелонагруженных трибосопряжений является использование в качестве пластичной матрицы эвтектических сплавов системы Ni-Cr-B-Si [3]. При лазерной наплавке на процесс распространения температуры влияют следующие факторы: плотность теплового потока на поверхности, время его воздействия, теплофизические параметры обрабатываемого материала [4].

Цель работы: установить влияние состава металлокерамического покрытия на поверхности титанового сплава на распределение температуры при лазерном оплавлении.

Материалы и оборудование. Расчет создания металлокерамического покрытия проводилось на титановом сплаве ВТ6. С помощью плазменного напыления на поверхность детали наносилось порошковое композиционное покрытие. Состав порошковой композиции состоял из порошка пластичной матрицы системы Ni-Cr-B-Si (порошок ПГСП-4 на Ni основе) с добавками износостойкой фракций окиси алюминия (Al_2O_3). Концентрация упрочняющей фракции 5...20 мкм составляла 10% (весовых). Толщина покрытия на титановом сплаве ВТ6 составляла 0,8 мм. Лазерная оплавление износостойкого покрытия проводилось при плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м².

Результаты и обсуждения. На основе физико-математического моделирования процессов оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры проводился выбор технологических режимов лазерной наплавки износостойкого металлокерамического покрытия (рис. 1).

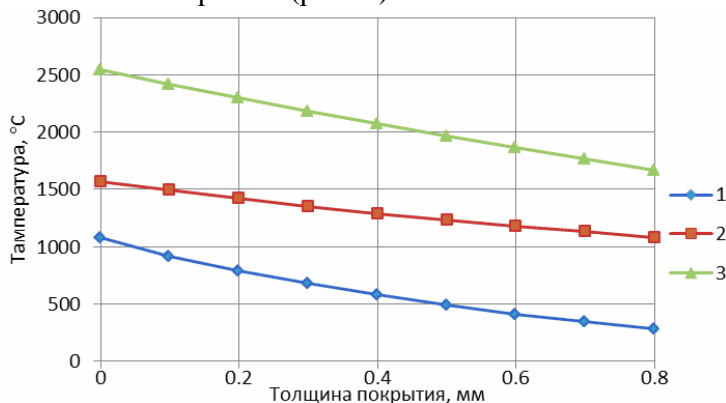


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия ПГСП4+ 10% Al_2O_3 на титановом сплаве ВТ6 при плотности мощности теплового потока $3 \cdot 10^7$ Вт/м²:
1 – начало плавления, 2 – оплавление покрытия, 3 – в момент приплавания

При лазерном оплавлении покрытия важными параметрами являются: плотность мощности теплового потока, время воздействия на поверхность. Температура в покрытии при выбранном технологическом режиме при оплавлении не должна превышать температуру разложения упрочняющей фракции. Покрытие начнет плавиться когда температура на поверхности достигнет 1080°C, при этом время воздействия теплового потока составит 0,075 с. Покрытие расплавится на глубину 0,8 мм через 0,615 с. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет

температуры плавления титанового сплава ВТ6 (1670°C). Время достижения этой температуры составляет 0,895 с. Температура на поверхности в этот момент составит 2544°C. Температура в покрытии в процессе оплавления не должна превышать температуру кипения упрочняющей фазы Al_2O_3 (2980°C).

Выводы. На основе математического моделирования нагрева и плавления металлокерамического покрытия приведено время приплавания покрытия ПГСП4+10% Al_2O_3 к титановому сплаву ВТ6 при плотности мощности $3 \cdot 10^7$ Вт/м². Температура в покрытии на поверхности в момент приплавания к ВТ6 составляет 2544°C, что не превышает температуру кипения упрочняющей фракции Al_2O_3 (2980°C). На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий.

Список литературы

1. Панченко В.Я. и др. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / Под ред. В.Я. Панченко. – М.: Физматлит, 2009. – 663 с.
2. Шастин В.И., Каргапольцев С.К. Лазерная модификация: повышение износостойкости поверхностей трения // Вестник машиностроения. – 2017. – № 6. – С. 50-53.
3. Алисин В.В., Рошин 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.
4. Алисин В.В., Рошин М.Н. Численный анализ тепловых потоков в процессе плавления покрытий лазером // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2019. – № 4. – С. 93-101.

References

1. Panchenko V.Ya. et al. Laser technologies of materials processing: modern problems of fundamental research and applied developments / Ed. V.Ya. Panchenko. – M.: Fizmatlit, 2009. – 664 p.
2. Shastin V.I., Kargapoltsev S.K. Laser modification: increasing the wear resistance of friction surfaces // Bulletin of Mechanical Engineering. 2017, no. 6, pp. 50-53.
3. Alisin V.V., Vladislavlev A.A., Roshchin M.N. Technology of obtaining wearresistant 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.
4. 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.

Рошин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник roschin50@yandex.ru	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
--	---

Received 12.03.2024