

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-36-106-109>

ВРЕМЯ ОПЛАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ИЗ СТАЛИ И ТИТАНА

Рощин М.Н.

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

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

Аннотация. Работа посвящена исследованию наплавки металлокерамического покрытия с учетом его теплофизических параметров с добавкой упрочняющей фракции Al_2O_3 на сталь 30ХГСА и титановый сплав ВТ6. Приведено время оплавления металлокерамического покрытия по толщине покрытия ПГСР-4+20% Al_2O_3 на стали 30ХГСА и титановом сплаве ВТ6 при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². Время приплавления покрытия к титановому сплаву на 23% больше, чем время приплавления покрытия к стали 30ХГСА. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий.

THE MELTING TIME OF THE METAL-CERAMIC COATING ON THE SURFACE OF THE STEEL AND TITANIUM PARTS

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 taking into account its thermophysical parameters with the addition of a strengthening fraction Al_2O_3 on steel 30HGSA and titanium alloy VT6. The melting time of the cermet coating according to the thickness of the coating PGSR-4+20% Al_2O_3 on 30HGSA steel and titanium alloy VT6 at a power density of $2 \cdot 10^7$ W/m² is given. The penetration time of the coating to the titanium alloy is 23% longer than the penetration time of the coating to the steel 30HGSA. Based on the conducted research, the technological process of surfacing metal-ceramic coatings is being developed.

Введение. Лазерные технологии в настоящее время широко применяются в машиностроении. Особая роль технологии связана с назначением для упрочнения поверхностей трения или с восстановлением изношенных поверхностей с хорошими прочностными и износостойкими свойствами [1]. Характеристики материалов изготовленных изделий – предел текучести, удлинение, ударная вязкость, удельная прочность – соответствуют более высоким требованиям, чем при традиционных технологиях. Использование металлокерамических порошков при лазерной наплавке позволяет быстро изменять состав наплавляемого материала. Локальное воздействие на поверхность детали большой плотности энергии дает возможность расплавить материал со специальными износостойкими

присадками с целью получения специальных свойств на поверхности изделий. При лазерном оплавлении свойства покрытия зависят главным образом от свойств наплавленного композиционного материала. 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. 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. В качестве 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 время оплавления металлокерамического покрытия на поверхности детали из стали и титана.

Материалы и оборудование. Расчет технологических параметров лазерная наплавка проводился на сталь 30ХГСА и титановый сплав ВТ6. Предварительно на поверхность детали 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 фракции 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. На основе физико-математического моделирования процессов лазерного оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры определялись технологические режимы лазерной наплавки износостойкого металлокерамического покрытия. Численный анализ нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела проводился с учетом граничных условий Стефана. По результатам 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. Время оплавления покрытия по толщине приведено 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 титановому сплаву на 23% больше, чем время приплавления покрытия к стали 30ХГСА. Разница времени приплавления состоит из-за различных теплофизических параметров стали 30ХГСА и титанового сплава ВТ6.

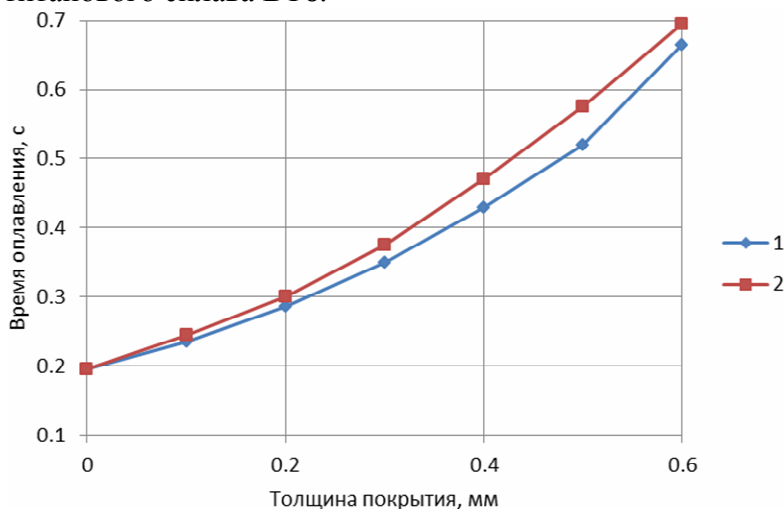


Рис. 1. Время оплавления по глубине покрытия ПГСП4+20% Al_2O_3 при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м² на: 1-стали 30ХГСА, 2-ВТ6

Выводы. На основе математического моделирования нагрева и плавления износостойкого композиционного покрытия ПГСП-4+20% Al_2O_3 , проведены исследования по лазерному оплавлению покрытия на стали 30ХГСА и титановом сплаве ВТ6, предназначенного для тяжелонагруженных узлов трения. Приведено время оплавления металлокерамического покрытия по толщине покрытия ПГСП-4+20% Al_2O_3 на стали 30ХГСА и титановом сплаве ВТ6 при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². 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 титановому сплаву на 23% больше, чем время приплавления покрытия к стали 30ХГСА. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий.

Список литературы

1. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / Под ред. В.Я. Панченко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 664 с.

2. Алисин В.В. Владиславлев А.А, Рошин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Перспективные материалы и технологии. Нанокompозиты (Космический вызов 21 век, Том 2). – М.: Торус Пресс, 2005.– С.59-68.
3. 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. Laser technologies of materials processing: modern problems fundamental research and applied development / Ed. V.Ya. Panchenko. – М.: FIZMATLIT, 2009. – P. 664.
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). – М.: 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.

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

Received 27.06.2023