

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОПЛАВЛЕНИИ ПОКРЫТИЯ С ЧАСТИЦАМИ ДИБОРИДА ТИТАНА НА СТАЛИ

Рошчин М.Н.¹, Мишанова В.Г.²

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва;*

²*Московский авиационный институт, филиал Ступино, Ступино*

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, тепловой поток, сталь, порошок, температура, время.

Аннотация. Приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСП4+15%TiB₂ на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$; $3 \cdot 10^7$; $4 \cdot 10^7$ Вт/м² в момент приплавления покрытия к основе. Температура в покрытии на поверхности при плотности мощности теплового потока $3 \cdot 10^7$ Вт/м² в момент приплавления к основе составляет 1956°C, а при плотности мощности теплового потока $4 \cdot 10^7$ Вт/м² она равна 2075°C, которая не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB₂ (3230°C).

EFFECT OF HEAT FLUX POWER DURING LASER REFLOW OF A COATING WITH TITANIUM DIBORIDE PARTICLES ON STEEL

Roshchin M.N.¹, Mishanova V.G.²

¹*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow;*

²*Moscow aviation Institute, Stupino branch, Stupino.*

Keywords: laser surfacing, ceramic-metal coating, heat flow, steel, powder, temperature, time.

Abstract. The temperature distribution over the coating depth of PGSP4+15%TiB₂ on 30HGSA steel at a power density is given $2 \cdot 10^7$; $3 \cdot 10^7$; $4 \cdot 10^7$ W/m² at the time of melting the coating to the base. The temperature in the coating on the surface at a heat flux power density of $3 \cdot 10^7$ W/m² at the time of melting to the base is 1956°C, and at a heat flux power density of $4 \cdot 10^7$ W/m² it is 2075°C, which does not exceed the melting point of the hardening fraction TiB₂ (3230°C).

Введение

Эффективная работа техники, особенно в экстремальных условиях, связана с надежностью функционирования, в том числе исполнительных механических органов. В условиях повышенной температуры механические агрегаты испытывают повышение температурного режима, который ведет к изменению нормального функционирования подвижных сопряжений, нарушению смазочного режима и износу. Хороший результат повышения износостойкости пар трения достигается при создании на поверхности износостойких покрытий. Износостойкие покрытия, наплавленные лазером, показывают хорошие трибологические свойства, как для работы в тяжело нагруженных узлах трения, а также для восстановления изношенных поверхностей трения [1, 2]. Применение лазерного нагрева позволяет локально воздействовать на поверхность концентрированного потока высокой плотности, что приводит к нагреву и расплавлению поверхности [3]. Это связано с целенаправленным изменением

химического состава и структурно-фазового состояния поверхностных слоев [4, 5]. Механические свойства наплавленного лазером покрытия зависит от формирующейся структуры покрытия, которая полностью определяется распределением температуры по толщине покрытия.

Цель работы – изучить влияние мощности теплового потока при лазерном оплавлении покрытия с частицами диборида титана на стали.

Материалы и оборудование. При выборе режимов лазерной наплавки важно знать распределение температуры в покрытии, чтобы расплавить композиционное покрытие и обеспечить его приплавление к основе. На поверхность детали из стали 30ХГСА наносилось газотермическое порошковое покрытие с последующим лазерным оплавлением. При газотермическом напылении была использована механическая смесь порошка ПГСР4 и 15% мелкодисперсной (5...20 мкм) упрочняющей добавки TiB_2 . Толщина покрытия при газотермическом напылении составляла 0,6-0,7 мм. Лазерное оплавление износостойкого покрытия осуществлялась на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки. На основе математического моделирования процесса лазерного оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры, была разработана технология создания износостойкого композиционного покрытия.

Результаты и методика исследований. На основе численного анализа нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела, с граничными условиями Стефана были определены режимы технологического процесса оплавления металлокерамического покрытия. На рисунке 1 приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+ 15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности, $Вт/м^2$: $2 \cdot 10^7$; $3 \cdot 10^7$; $4 \cdot 10^7$ в момент приплавления покрытия к основе.

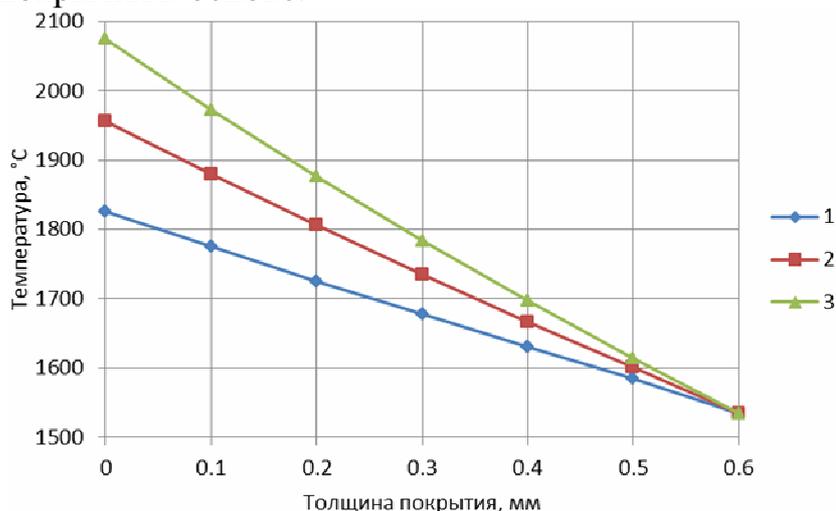


Рис. 1. Распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности, $Вт/м^2$: 1- $2 \cdot 10^7$, 2- $3 \cdot 10^7$, 3- $4 \cdot 10^7$

При достижении температуры на поверхности покрытия $1080^\circ C$, покрытие начинает плавиться, покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления ($1535^\circ C$). Температура в покрытии на поверхности при плотности мощности теплового потока $3 \cdot 10^7$ $Вт/м^2$

в момент приплавления к основе составляет 1956°C , а при плотности мощности теплового потока $4 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ она равна 2075°C , которая не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB_2 (3230°C).

Выводы

Проведены исследования по влиянию мощности теплового потока при лазерном оплавлении покрытия с частицами диборида титана на стали.

Приведено распределение температуры по глубине покрытия ПГСР4+15% TiB_2 на стали 30ХГСА при плотности мощности $2 \cdot 10^7$; $3 \cdot 10^7$; $4 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ в момент приплавления покрытия к основе. Температура в покрытии на поверхности при плотности мощности теплового потока $3 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ в момент приплавления к основе составляет 1956°C , а при плотности мощности теплового потока $4 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ она равна 2075°C , которая не превышает температуру плавления упрочняющей фракции TiB_2 (3230°C). Результаты могут быть использованы при разработке технологии лазерной наплавки износостойких покрытий.

Список литературы

1. Piasecki A., Kotkowiak M., Kulka M. Self-lubricating surface layers produced using laser alloying of bearing steel // Wear. 2017, vol. 376-377 (6), pp. 993-1008.
2. Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Неужин С.В., Герасимов А.С., Владимиров А.А., Авдеева Н.Е. Перспективы применения технологии лазерной наплавки для восстановления роликов машин непрерывного литья заготовок // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2020. – №7. – С. 109-115.
3. 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.
4. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Роцин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Сб. Перспективные материалы и технологии. Нанокompозиты, (космический вызов 21 век, Том 2) / Под. ред. А.А. Берлина и И.Г. Ассовского. – М-Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
5. 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 авторах:

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

Мишанова Валентина Георгиевна – к.т.н., доцент.