

ЛАЗЕРНОЕ ОПЛАВЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ

Рощин М.Н.

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

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

Аннотация. Работа посвящена исследованию наплавки металлокерамического покрытия с добавкой упрочняющих фракций Al_2O_3 , ZrB_2 и B_4C с учетом его теплофизических параметров. Приведено время приплавания покрытия к основе. Чем выше коэффициент температуропроводности материала покрытия, тем быстрее происходит нагревание до момента плавления. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий.

LASER REFLOW OF COMPOSITE COATINGS ON STEEL

Roshchin M.N.

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

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 with the addition of strengthening fractions Al_2O_3 , ZrB_2 and B_4C , taking into account its thermophysical parameters. The melting time of the coating to the base is given. The higher the coefficient of thermal conductivity of the coating material, the faster the heating occurs before melting. Based on the conducted research, the technological process of surfacing metal-ceramic coatings is being developed.

Введение

Лазерные технологии упрочнения поверхностей трения широко используются в промышленности. Одним из методов упрочнения поверхностей трения, является лазерная наплавка износостойких покрытий. При ремонте поверхностей трения может осуществляться восстановление геометрических размеров. Локальный подвод к поверхности большой плотности энергии приводит к структурным изменениям в поверхности. Нанесенные покрытия часто существенно изменяет эксплуатационные свойства, такие как электропроводность, твердость, износостойкость химическую стойкость. Лазерная наплавка применяется в комбинированной технологии при создании износостойких покрытий. Метод лазерной наплавки обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционным, основное – минимизация зон термического влияния, соответственно – незначительные остаточные деформации [1]. Для придания покрытию повышенных износостойких свойств в структуру вносят износостойкие фракции [2]. В качестве пластичной матрицы используют эвтектические сплавы системы Ni-Cr-B-Si [3]. При лазерной наплавке износостойких металлокерамических покрытий необходимо знать, какие

физические процессы происходят в покрытии при лазерной наплавке. На процесс распространения температуры влияют следующие факторы: плотность теплового потока на поверхности, время его воздействия, теплофизические параметры обрабатываемого материала [4, 5].

Цель работы: изучить процесс лазерного оплавления композиционных покрытий на стали.

Материалы и оборудование. Изучение процесса лазерной наплавки износостойкого покрытия проводилось по комбинированной технологии на сталь 30ХГСА. На поверхность детали предварительно наносилось порошковое покрытие с использованием оптимизированного процесса плазменного напыления. Состав порошковой композиции состоял из пластичной матрицы системы Ni-Cr-B-Si (порошок ПГСР4) с добавкой износостойкой мелкодисперсной фракции Al_2O_3 , ZrB_2 и B_4C размером частиц 5...20 мкм. Концентрация упрочняющих фракций составляла по 20% (весовых) по каждой добавке. Толщина покрытия после плазменного нанесения составляла 0,6-0,7 мм. Покрытие (ПГСР4+20% Al_2O_3 , ПГСР4+20% ZrB_2 и ПГСР4+20% ZrO_2) наносилось на сталь 30ХГСА. Расчет параметров лазерной наплавки износостойких покрытий осуществлялся при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м². После чистовой обработки толщина покрытия составляла 0,3-0,4 мм.

Результаты и обсуждения. Определение значений теплофизических параметров композитного покрытия производили по методике [3]. На основе численного анализа нагрева и плавления двухслойного полуограниченного тела, с граничными условиями Стефана, были определены технологические режимы лазерной наплавки. Время приплавления металлокерамических покрытий приведено на рисунке 1. Установлено, что чем выше коэффициент температуропроводности материала покрытия, тем быстрее происходит нагревание до момента плавления. Покрытие считается приплавленным к основе, когда температура основы достигнет температуры плавления (1535°C). Температура в покрытии в процессе оплавления не превышает температуру разложения упрочняющей фракции Al_2O_3 (2044°C), ZrB_2 (2990°C) и B_4C (2450°C).

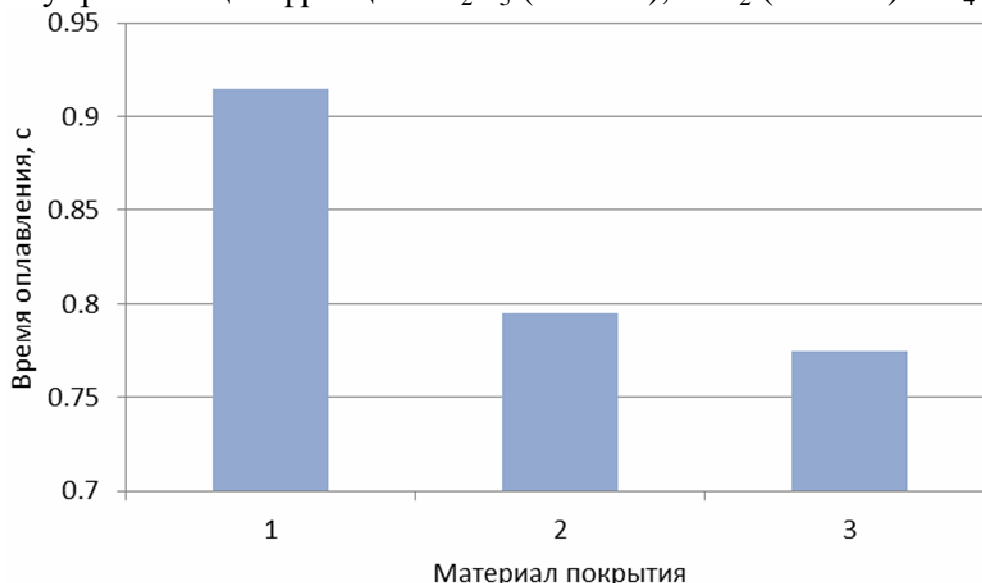


Рис. 1. Время приплавления к основе при плотности мощности $2 \cdot 10^7$ Вт/м² покрытия ПГСР4+: 1– 20% Al_2O_3 , 2 – 20% ZrB_2 , 3 – 20% B_4C

Выводы

Проведен численный анализ нагрева и плавления, износостойкого композиционного покрытия эвтектического сплава системы Ni-Cr-B-Si и добавкой упрочняющей мелкодисперсной фракции Al_2O_3 , ZrB_2 и B_4C , предназначенного для тяжело нагруженных узлов трения. Приведено время приплавания покрытия к основе. Чем выше коэффициент температуропроводности материала покрытия, тем быстрее происходит нагревание до момента плавления. На основании проведенных исследований разрабатывается технологический процесс наплавки металлокерамических покрытий. Результаты могут быть использованы при оплавлении порошковых композиций в лазерных аддитивных технологиях.

Список литературы

1. Берtrand Ф., Мовчан И., Самодурова М.Н., Джигун Н.С. Лазерная наплавка как перспективный метод упрочнения штамповой оснастки // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2016. – Т. 14, №2. – С. 44-52.
2. Порозова С.Е., Старков Д.А., Лебедева К.Н. Модификация поверхности ультрадисперсных порошков ZrO_2 оксидными соединениями хрома // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 5-12.
3. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Роцин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Перспективные материалы и технологии. Наноконпозиты (космический вызов 21 век, Том 2) / Под. ред. А.А Берлина и И.Г. Ассовского. – М.: Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
4. 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.
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 авторе:

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