

ИЗНОСОСТОЙКИЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ, НАПЛАВЛЕННЫЕ ЛАЗЕРОМ

Рощин М.Н.

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

Ключевые слова: лазерная наплавка, металлокерамическое покрытие, испытания, скорость, коэффициент трения, нагрузка.

Аннотация. Приведены результаты исследования трибологических свойств металлокерамических покрытий ПГСР4+17%Al₂O₃, ПГСР4+20%Al₂O₃, наплавленных лазером показали, что при смазке гидравлической жидкостью АМг-10 коэффициент трения в паре с Бр. АЖН 10-4-4 при нагрузке 5 МПа и скорости скольжения 0,05 м/с меньше, чем с твердым электролитическим хромом. При нагрузке 5 МПа коэффициент трения покрытия ПГСР4+17%Al₂O₃ больше на 8%, а покрытия из электролитического хрома больше на 28%, чем коэффициент трения покрытия ПГСР4+20%Al₂O₃. При нагрузке 40 МПа коэффициент трения покрытия из электролитического хрома больше на 20%, чем коэффициент трения покрытия ПГСР4+20%Al₂O₃. Результаты исследования могут быть как альтернатива для замены покрытий из твердого электролитического хрома.

WEAR-RESISTANT METAL-CERAMIC COATINGS DEPOSITED BY LASER

Roshchin M.N.

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

Keywords: laser surfacing, metal-ceramic coating, testing, speed, coefficient of friction, load.

Abstract. The results of a study of the tribological properties of metal-ceramic coatings PGSR4+17%Al₂O₃, PGSR4+20%Al₂O₃ deposited by laser showed that when lubricated with hydraulic fluid AMg-10, the coefficient of friction paired with Br.AGN 10-4-4 at a load of 5 MPa and a sliding speed of 0.05 m/s is less than with solid electrolytic chromium. At a load of 5 MPa, the coefficient of friction of the coating PGSR4+17%Al₂O₃ is 8% greater, and the coating of electrolytic chromium is 28% greater than the coefficient of friction of the coating PGSR4+ 20%Al₂O₃. At a load of 40 MPa, the coefficient of friction of the electrolytic chromium coating is 20% greater than the coefficient of friction of the PGSR4+20%Al₂O₃ coating. The results of the study can be used as an alternative for replacing coatings made of solid electrolytic chromium.

Введение. Износостойкие покрытия, наплавленные лазером, показывают хорошие трибологические свойства, как для работы в тяжелонагруженных узлах трения, а также для восстановления изношенных поверхностей трения. Локальное воздействие на поверхность концентрированного потока высокой плотности позволяет получать недостижимые при традиционных способах обработки свойства материала. Это связано с целенаправленным изменением химического состава и структурно-фазового состояния поверхностных слоев [1]. Материал расплава вследствие конвективного перемешивания по мере удаления от поверхности сохраняет равномерное распределение фаз с большей концентрацией легирующего элемента к фазам с меньшей концентрацией. Все фазы в легированной зоне перемешаны примерно равномерно по глубине [2].

Технологии лазерной наплавки разнообразны. Одним из развивающихся направлений является оплавление плазменных порошковых покрытий. Для решения задач по повышению износостойкости и надежности тяжело нагруженных узлов трения, композиционный материал покрытия должен иметь пластическую матрицу, мелкое зерно, высокую твердость мелкодисперсной упрочняющей фазы, при оптимальной ее концентрации [3]. Механические свойства наплавленного лазером покрытия NiCrBSi, упрочненного порошком Al_2O_3 зависит от формирующейся структуры покрытия, которая полностью определяется распределением температуры по толщине покрытия [4].

Цель работы – исследовать влияние нагрузки на коэффициент трения металлокерамических покрытий со сталью 30ХГСА.

Материалы и оборудование. Лазерная наплавка проводилась на сталь 30ХГСА. Для создания износостойкого покрытия была использована механическая смесь порошка ПГСР4 и (17...20)% упрочняющей добавки Al_2O_3 . На поверхность детали из стали 30ХГСА наносилось газотермическое порошковое покрытие. Порошковые композиции состояли из пластичной матрицы системы NiCrBSi (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) окиси алюминия Al_2O_3 . Толщина покрытия при плазменном напылении составляла 0,6 мм. Концентрация упрочняющей фракции Al_2O_3 составляла 17% и 20% (весовых). Лазерная наплавка износостойких покрытий осуществлялась на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки. Используя математический аппарат физико-математического моделирования процесса лазерного оплавления покрытия с учетом зависимости теплофизических параметров от температуры, была разработана технология создания износостойкого композиционного покрытия [5].

Результаты трибологических исследований

Трибологические испытания характеристик наплавленных покрытий проводились на машине трения УМТ-1 по схеме плоскость-торец, торец – кольцевой образец (контртело), а плоскость – поверхность с наплавленным покрытием. В процессе испытаний использовалась смазка – гидравлическая жидкость АМг-10. Смазывающая жидкость подавалась в зону трения с использованием капельницы в количестве 20...40 капель в минуту. В результате испытаний регистрировались: момент трения, температура в контакте, скорость. Проведены сравнительные трибологические испытания образцов из стали 30ХГСА с покрытием ПГСР4+17% Al_2O_3 , ПГСР4+20% Al_2O_3 и твердое электролитическое хромовое покрытие. Микротвердость хромового покрытия составляла $H_{50}=10640$ МПа, а наплавленного лазером покрытия ПГСР4+17% Al_2O_3 – 10860 МПа, ПГСР4+20% Al_2O_3 – 11560 МПа. Хромовое покрытие имело толщину 0,4...0,6 мм, шероховатость поверхности составляла $R_a=0,040...0,050$ мкм. Образцы с наплавленным покрытием перед испытаниями полировались, шероховатость которых составляла $R_a=0,045...0,060$ мкм. В качестве контртела использовалась бронза Бр.АЖН 10-4-4, твердость образцов составляла $H_{50}=3200$ МПа, шероховатость поверхности составляла

$R_a=0,16...0,20$ мкм. Испытания проводились при скоростях скольжения 0,05 м/с и в диапазоне нагрузки 5...40 МПа. По результатам испытаний определены зависимости коэффициента трения от нагрузки и скорости скольжения (рис. 1). Покрытия ПГСР4+17%Al₂O₃, ПГСР4+20%Al₂O₃ показали лучшие антифрикционные свойства по сравнению с твердым электролитическим хромом. При нагрузке 5 МПа коэффициент трения покрытия ПГСР4+17%Al₂O₃ больше на 8%, а покрытия из электролитического хрома больше на 28%, чем коэффициент трения покрытия ПГСР4+20%Al₂O₃. При нагрузке 40 МПа коэффициент трения покрытия из электролитического хрома больше на 20%, чем коэффициент трения покрытия ПГСР4+20%Al₂O₃.

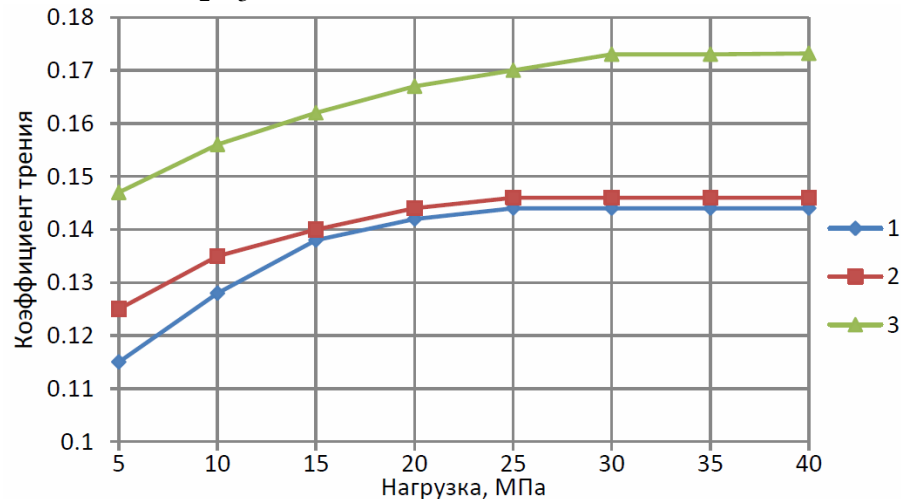


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки при скорости 0,05 м/с материалов покрытия: 1 – ПГСР4+20%Al₂O₃, 2 – ПГСР4+17%Al₂O₃, 3 – хромирование

Выводы

Исследования трибологических свойств металлокерамических покрытий ПГСР4+17%Al₂O₃, ПГСР4+20%Al₂O₃, наплавленных лазером показали, что при смазке гидравлической жидкостью АМг-10 коэффициент трения в паре с Бр. АЖН 10-4-4 при нагрузке 5 МПа и скорости скольжения 0,05 м/с меньше, чем с твердым электролитическим хромом. При нагрузке 5 МПа коэффициент трения покрытия ПГСР4+17%Al₂O₃ больше на 8%, а покрытия из электролитического хрома больше на 28%, чем коэффициент трения покрытия ПГСР4+20%Al₂O₃. При нагрузке 40 МПа коэффициент трения покрытия из электролитического хрома больше на 20%, чем коэффициент трения покрытия ПГСР4+20%Al₂O₃. Результаты исследования могут быть как альтернатива для замены покрытий из твердого электролитического хрома.

Список литературы

1. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Рошин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Космический вызов 21 века. Перспективные материалы и технологии: Наноконпозиты. Том 2. – М.: Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
2. Рошин М.Н. Распределение элементов в покрытии при наплавке лазером // Российская научно-техническая конференция с международным участием. Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике: Сборник докладов

- конференции «Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике». – М.: РТУ МИРЭА, 2019. – Т. 2. – С. 352-356.
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. Garrido A.H., González R., Cadenas M., Battez A.H. Tribological behavior of laser-textured NiCrBSi coatings // Wear. 2011, vol. 271, no. 5-6, pp. 925-933.
 5. Alisin V.V., Roshchin M.N. Numerical analysis of heat flows in the process of laser melting of coatings // Journal of machinery manufactory and reliability. 2019, vol. 48, no. 4, pp. 361-367.

Сведения об авторе:

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