

УДК 621.7

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКОЙ

*М.Н.Рощин, кандидат технических наук,
8(910)453-44-49, roschin50@yandex.ru
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН*

Ключевые слова: лазерная наплавка, восстановление, износ, износостойкость, испытания, коэффициент износостойкости.

В работе рассматривается восстановление поверхностей трения лазерной наплавкой износостойких покрытий. Исследования показали, что восстановленные поверхности трения штоков гидроцилиндров с покрытием ПГ-10Н-01+20% Al_2O_3 по износостойкости превосходят сталь 30ХГСА в 11,5 раз, а твердое электролитическое хромирование на 15%.

Введение. Эксплуатация сельскохозяйственной техники в полевых условиях накладывает определенные требования к исполнительным узлам и агрегатам. Контакт исполнительных органов с абразивом приводит их к быстрому изнашиванию и потере функционального назначения. Такие сельскохозяйственные машины, как плуги, культиваторы, бороны и др. работают в контакте со средой, обладающей абразивными свойствами. Исследования износа этих машин показали чрезвычайную его интенсивность и ярко выраженный абразивный характер. Примером таких узлов могут служить гидравлические системы и агрегаты машин. Износ элементов гидросистемы - насосов, распределительных пар, уплотнений, силовых цилиндров, поршней - непосредственно сказывается на выходных параметрах системы - точности передачи движения или управляющего воздействия

Дефекты, возникающие в деталях на поверхностях трения приводят к износу ответной пары, например, в гидроцилиндрах происходит износ гидравлических уплотнений и потере герметичности гидроцилиндра. Для восстановления рабочей поверхности трения – штока гидроцилиндра необходима, в зависимости от повреждения, полная разборка гидроцилиндра в производственных условиях [1].

В большинстве случаев основная часть деталей выходит из строя вследствие их интенсивного изнашивания в процессе трения. При этом

следует заметить, что ремонт как альтернативный вариант повышения долговечности поверхностей трения в некоторых случаях необходим и высокоэффективен. В ремонтной практике применяются следующие основные способы восстановления изношенных деталей: механическая и слесарная обработка, сварка, наплавка, металлизация, хромирование, никелирование, упрочнение поверхности деталей и восстановление их формы под давлением. Как правило, после восстановления детали одним из способов ее подвергают механической или слесарной обработке, что необходимо для восстановления посадок сопряженных деталей, устранения овальности или конусности их поверхностей, обеспечения требуемой чистоты обработки.

Одним из способов восстановления поверхностей трения является лазерная наплавка износостойких покрытий, которая является представителем новой технологии, относится к локальным методам термической обработки. Высокая концентрация подводимой энергии и локальность позволяют проводить обработку только поверхностного участка без нарушения его структуры и свойств детали в целом. Возможность регулирования параметров лазерной обработки и составом обрабатываемых материалов в широком интервале значений позволяет получать качественно новые износостойкие материалы [2].

При лазерном оплавлении поверхности металлов и сплавов возникающие вследствие больших градиентов температуры интенсивные гидродинамические потоки ускоряют процессы массопереноса по всей зоне оплавления. Это обстоятельство позволяет практически осуществлять процесс получения поверхностных покрытий, а также лазерное легирование. Вследствие конвективного перемешивания расплава по мере удаления от поверхности нет перехода от фаз с большей концентрацией легирующего элемента к фазам с меньшей концентрацией. Все фазы в легированной зоне перемешаны примерно равномерно по глубине.

Цель работы: исследование износостойкости наплавленных лазером покрытий для восстановления поверхности трения штоков гидроцилиндров.

Результаты и методы исследований. Лазерная наплавка износостойких покрытий осуществлялась на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки.

Технологический процесс лазерной наплавки износостойких покрытий – это многопараметрическая задача, в которой необходимо

учитывать: плотность мощности лазерного излучения в зоне воздействия, скорость перемещения детали, количество подаваемого наплавочного материала и транспортирующего и защитного газа.

В современном машиностроении дальнейшее повышение технических и эксплуатационных характеристик машин может быть достигнуто применением защитных износостойких покрытий, наносимых по специальной технологии, подчас единственный способ создания материалов, способных работать в заданных условиях.

Для осуществления процесса восстановления осуществляется отбраковка изношенных деталей. Производится определение линейного размера для восстановления. При необходимости восстанавливать линейный размер менее 1,0мм производится плазменное напыление порошковой композиции с припуском 0,3...0,5мм. Для проведения эксперимента были изготовлены образцы из стали 30ХГСА. Нанесение газотермических покрытий проводилось на установке УПУ-3Д, с использованием плазмотрона конструкции ИМАШ РАН мощностью до 40 кВт, обеспечивающий скорость истечения 0,7-0,8М, при энтальпии $1,3 \times 10^7$ дж/кг. К.П.Д. составляет не менее 0,7. Угол раскрытия газодисперсного потока не более 3...5° при производительности по порошковому материалу 5...8 кг/час. Процесс плазменного нанесения покрытия приведен на рис.1. После лазерного оплавления покрытия поверхность трения доводится до требований конструкторской документации.

На выбракованные детали с износом больше 1,0мм производится лазерная наплавка с подачей порошкового материала в зону воздействия лазерного луча, рис.2. Подача порошковых материалов в зону лазерного воздействия осуществляется с помощью газовой струи и силы тяжести порошка через сопло 4. Данный способ подачи порошкового материала во время лазерного воздействия применяется при обработке в основном непрерывными лазерами. При наплавке проплавление подложки незначительное и химический состав покрытия формируется за счет порошкового материала.

Для восстановления изношенных поверхностей использовались серийно выпускаемые порошковые материалы, а также композиции на основе системы Ni-Cr-B-Si с введением упрочняющей фазы в виде электрокорунда (фаза $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), которая имеет гексагональную решетку. При введении упрочняющей фазы преследовалась цель – создать гетерогенную структуру из твердых зерен, равномерно распределенных в упруго-пластичной матрице. Для проверки данного предположения были наплавлены образцы для испытаний. Для отработки технологи-

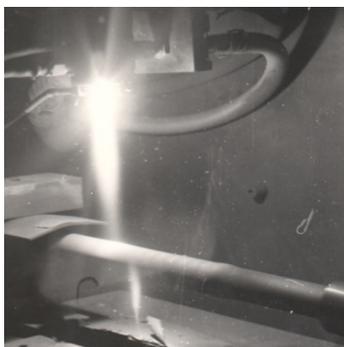


Рисунок 1- Процесс плазменного нанесения покрытия на шток гидроцилиндра.

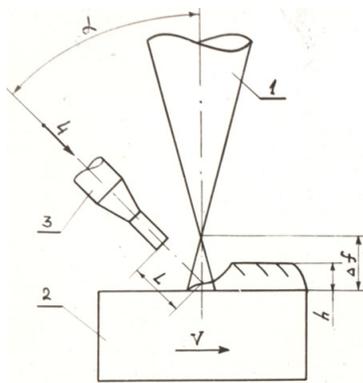


Рисунок 2 - Схема газопорошковой лазерной наплавки: α - угол наклона сопла к оси лазерного луча, V - скорость перемещения образца, L - расстояние сопла до поверхности образца, Δf - степень расфокусировки, h - высота наплавленного валика, 1 - луч лазера, 2 - образец, 3 - сопло, 4 - подача порошка.

ческих режимов восстановления изношенных поверхностей трения использовались образцы прямоугольной формы 90x20x10 мм. Использовались следующие порошковые материалы: ПН70Ю30, ПГ-10Н-01, ПГСР-4+17% Al_2O_3 , ПГ-10Н-01+20% Al_2O_3 . Мощность лазерного воздействия составляла 3,8...4,0 кВт [3].

Важной характеристикой наплавленного износостойкого слоя является прочность сцепления с основой. Термическая активация поверхности наплавки и формирование диффузионной зоны приводит к увеличению адгезионной прочности. Степень растворения основы в наплавленном слое в зоне раздела оказывает большое влияние на прочность связи между ними. Чем выше степень растворения, тем выше прочность связи. Но зона переходной зоны, ее глубина, должна быть оптимальной, т.к. интенсивное взаимодействие наплаваемого материала с основой в присутствии жидкой фазы ведет к изменению его состава, что не всегда желательно.

Испытания на износостойкость наплавленного лазером материала проводилось по методу ускоренных испытаний на машине трения типа Хаворта [4]. Изнашивание испытуемого образца материала происходило при трении его о резиновый диск, контактное давление между которыми было равно 1 МПа. В зону трения подавался предварительно просушенный в печи абразив. Окружная скорость резинового диска в зоне контакта с испытуемым образцом составляла 2,5 м/с. Время испытаний составляло 30 мин.

Результаты сравнительных испытаний на износ приведены на рис.3.

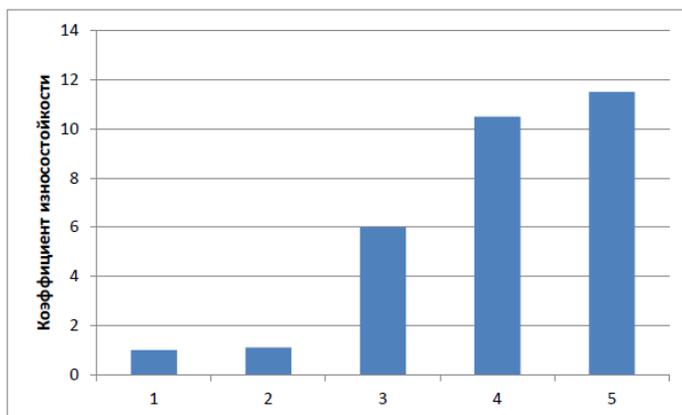


Рисунок 3 - Коэффициент износостойкости наплавленных лазером покрытий: 1 - Сталь 30ХГСА, 2 - ПН70Ю30, 3 - ПГ-10Н-01, 4 - ПГСР-4+17% Al_2O_3 , 5 - ПГ-10Н-01+20% Al_2O_3 .

За точку отсчета по коэффициенту износостойкости была выбрана сталь 30ХГСА, которая имеет коэффициент износостойкости равный 1 ($K=1$). Покрытие твердого электролитического хромирования имеет $K=10$. Покрытие ПГ-10Н-01+20% Al_2O_3 имеет $K=11,5$, которое превосходит твердое электролитическое хромирование на 15%.

Расчетное значение весового содержания Al_2O_3 лежит в пределах 15...25% (весовых). Введение в ПГ-10Н-01 дополнительно Мо карбидов не дало повышения твердости и износостойкости, вследствие их силь-

ного выгорания под лазерным излучением. Повышение износостойкости может быть достигнуто за счет создания газотермических порошковых композиций, которые под воздействием лазерного излучения вступают во взаимодействие между собой с образованием твердых растворов и интерметаллидов, а также образуют с кислородом и азотом упрочняющую фазу. В таком случае можно синтезировать в пластичной матрице оптимальное количество упрочняющей фазы с точки зрения обеспечения заданных служебных свойств.

Заключение. Проведенные исследования показали, что восстановленные поверхности трения штоков гидроцилиндров с покрытием ПГ-10Н-01+20% Al_2O_3 по износостойкости превосходят сталь 30ХГСА в 11,5 раз, а твердое электролитическое хромирование на 15%.

Библиографический список:

1. Черноиванов А.Г., Шапиро Е.А. Качество ремонта и надежность машин, используемых в сельском хозяйстве: Учеб. пособие / Кубан. гос. аграр. ун-т. - Краснодар, 2010. - 50 с.
2. Лазерная техника и технологии. Кн.3. Методы поверхностной лазерной обработки. Под ред. А.Г.Григорьянца. -М.: Высшая шк., 1987.-191с.
3. Алисин В.В. Владиславлев А.А, Рощин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой.//Сб. Перспективные материалы и технологии. НАНОКОМПОЗИТЫ, (космический вызов 21 век, Том 2). Под. ред. А.А Берлина и И.Г. Ассовского. М-Торус Пресс, 2005, с.59-68.
4. Лаптева В.Г., Куксенова Л.И., Алисин В.В. Влияние лазерной обработки на структуру поверхностных слоев конструкционных сталей и их износостойкость // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2009. № 2. С. 79-84.

RESTORATION OF DETAILS OF AGRICULTURAL MACHINERY LASER CLADDING

Roshchin M. N.

Keywords: *laser surfacing, restoration, wear, wear resistance, testing, wear resistance coefficient.*

The paper deals with the restoration of friction surfaces of laser cladding of wear-resistant coatings. Studies have shown that the reduced friction surface of the rods of hydraulic cylinders coated PG-10N-01+20% Al_2O_3 wear resistance superior to steel 30HGSA 11.5 times, and solid electrolytic chromium 15%.