

М. В. Нерода, С. А. Саханько

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАЗОПЛАЗМЕННОГО МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ МАРКИ ПГ-СР4 НА СФЕРИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ШАРОВОГО ПАЛЬЦА АВТОМОБИЛЯ МАЗ

Представлены результаты исследований эффективности применяемого технологического процесса газоплазменного метода нанесения упрочняющего покрытия марки ПГ-СР4 на сферическую поверхность шарового пальца автомобиля МАЗ.

The most effective way to handle the ball stud MAZ is the application of the method of gas-plasma coating wear-resistant coating of the reinforcement of the brand PG-CP4. This method allows reinforcing protective coating with desired physical and mechanical properties (hardness 60. 65 HRC). The results of studies on the effectiveness of the process used flame method reinforcement application marks PG-CP4 on the spherical surface of the ball stud MAZ.

Ключевые слова: шаровой палец, упрочняющее покрытие, оптимизация

Key words: ball pin, hardening coating, optimization

Введение. Одним из «слабых» узлов автомобиля МАЗ является рулевое управление, в частности, сочленение «шаровой палец-сухарь». Основным недостатком этой пары является низкая износостойкость, в результате чего возникает необходимость трёхкратной замены её деталей до капитального ремонта автомобиля.

Таким образом, решение проблемы упрочнения и поверхностей трения указанной пары является актуальной задачей, которую с успехом решили специалисты Барановичского автоагрегатного завода.

Современная техника предлагает большой выбор различных способов нанесения упрочняющего слоя покрытия, из которых наиболее перспективным являются методы с использованием газоплазменных, плазменных струй, энергии детонации и т. п., которые позволяют получать покрытия с самыми различными свойствами [1].

Напыление порошковых материалов даёт возможность высокопроизводительно получать покрытия, обладающие износостойкостью, высокой прочностью сцепления после оплавления, способностью противостоять температурным изменениям и окислению, эрозионной стойкостью и др.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач были выбраны соответствующие методики и подобраны измерительные приборы.

Измерительное оборудование было выбрано исходя из условия обеспечения требуемой точности измерения.

Для изучения структуры газотермических покрытий использовались шлифы поперечного среза.

Место вырезки шлифа выбирали так, чтобы образец был достаточно типичен для композиции основной «металл — покрытие».

Далее образцы подвергались шлифованию бумажными и тканевыми наждачными шкурками ступенчато, переходя от крупной зернистости (60/40) к более мелкой (1/0). После каждой ступени шлифования проверяли качество поверхности. Риски, оставшиеся от шлифования на последней шкурке, устранялись полированием.

Перед исследованиями шлифы были подвергнуты травлению с помощью специального раствора: 4 г — пикриновая кислота; 0,5 мл HNO_3 ; 95,5 мл — спирт технический. Это позволило выявить структуру металлической матрицы покрытий.

Фотографии поверхности детали «шаровой палец» были получены с использованием микроскопа модели Stemi 2000C и METAM LB-32(Ю-33.25.416) на инженерном факультете БарГУ.

Обработку экспериментальных данных проводили методами математической статистики с использованием стандартного пакета Microsoft Office 2007.

Организация исследований. Нанесение покрытия на шаровой палец осуществляется автоматически с помощью установки УПУ-3Д, в которой установлен плазмотрон, закреплённый на рычажном механизме, осуществляющем возвратно-поступательные движения по траектории окружности напыляемой поверхности.

Шаровые пальцы, закреплённые в специальном приспособлении, автоматически подаются в зону напыления и осуществляют вращательное движение по своей оси.

В качестве плазмообразующего и транспортирующего газа применялся азот ГОСТ 10157-79. Расход газа — $3 \text{ м}^3 / \text{ч}$. Напряжение дуги 80...85 В, сила тока варьировалась в пределах 240...260 А, дистанция напыления 160...180 мм.

Для газоплазменного нанесения упрочняющих защитных покрытий использовался материал порошка ПГ-СР4. Материал покрытия выбран из условия высокой износостойкости и твёрдости до 65 HRC.

Оплавленные покрытия из самофлюсующихся сплавов имеют твёрдость до 62 HRC. Они обладают высокой износостойкостью в условиях эрозионного и абразивного изнашивания. Их износостойкость по отношению к износостойкости стали равной твёрдости в некоторых случаях может составлять 10 : 1.

Топография поверхностного слоя покрытия (рисунок 1) получена газоплазменным напылением самофлюсующимся порошком марки ПГ-СР4.

Результаты исследования и их обсуждение. Для установления факта равномерности нанесения покрытия на сферическую поверхность шарового пальца на микроскопе модели Stemi 2000C были выполнены металлографические исследования (рисунок 2).

На фотографии (см. рисунок 2) видно, что покрытие имеет разную толщину в крайних точках. Измерив толщину покрытия у основания, мы можем отметить, что разность значений толщины слоя покрытия колеблется в пределах 0,2...0,6 мм от номинального значения 1,0 мм.

Толщина покрытия в центральной части сферической поверхности на дуге длиной 25,2 мм равномерна и составляет $9 \pm 0,2 \text{ мм}$.

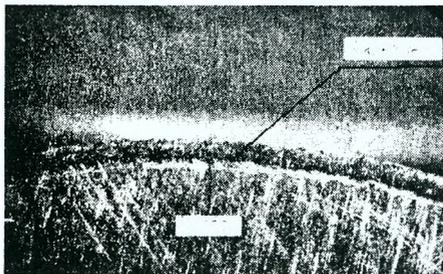


Рисунок 1 — Поверхностный слой газотермического защитного покрытия ПГ-СР4 без оплавления (разрез ($\times 60$))



Рисунок 2 — Сферическая поверхность шарового пальца с покрытием

Часть сферической поверхности, находящейся у вершины шарового пальца, также имеет неравномерный профиль, о чём свидетельствуют результаты измерения, разность значений толщины слоя покрытия колеблется в пределах 0,70...0,71 мм. В результате исследований толщины поверхностного слоя покрытия можно сделать вывод о неравномерности толщины напыляемого слоя. Отклонение толщины поверхностного слоя по всей напылённой поверхности составляет в среднем 1,4 мм.

Уменьшение толщины покрытия у вершины сферической поверхности шарового пальца и увеличение её у основания говорит о том, что при возвратно-поступательном движении плазматрона относительно напыляемой поверхности шириной 40 мм диаметр распыла (30...50 мм) постоянно выходит за пределы детали.

В результате коэффициент использования дорогостоящего (400 тыс. р. за 1 кг) материала составляет 75%. Для повышения коэффициента использования материала предлагается изменить расположение шарового пальца и угол наклона плазматрона таким образом, чтобы площадь перекрытия плазменной струи напыляемой поверхности была максимальной. Для этого в среде КОМПАС V13 смоделируем процесс напыления порошковым материалом поверхность шарового пальца. Из технических характеристик установки УПУ-3Д известно, что максимальный диаметр распыла составляет 50 мм, а расстояние, с которого производится напыление, — 100 мм.

Моделирование процесса плазменного напыления порошкового материала на сферическую поверхность шарового пальца позволило определить рациональные углы движения плазматрона, которые составляют $\pm 15^\circ$. Шаровой палец должен располагаться под углом 16° по отношению к плазматрону, так как это позволит увеличить площадь перекрытия струи плазмы и сделать толщину покрытия более равномерной, а также уменьшить расход материала порошка.

Заключение. Результаты исследований показали, что в процессе напыления шарового пальца покрытие формируется не равномерно, что может привести к неравномерному износу поверхности шарового пальца, а также повышенному расходу материала покрытия.

Было предложено изменить угол наклона плазмотрона таким образом, чтобы увеличить площадь перекрытия струи плазмы напыляемой поверхностью шарового пальца и сделать толщину покрытия более равномерной, а также уменьшить расход дорогостоящего порошка для напыления на 15%.

Список цитируемых источников

1. *Кудинов, В. В.* Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / В. В. Кудинов, Г. В. Бобров. — М.: Металлургия, 1992. — 432 с.

Материал поступил в редакцию 22.07.2013 г.