

Опыт использования плазменно-порошковой наплавки при восстановлении полуосей ступеней эскалаторов метрополитена

Д.Б. Слинко (1,2), канд.техн.наук,

Р.Ю. Соловьев (1), канд.техн.наук,

А.В. Кавешник (1,2)

(1 - ФГБНУ ГОСНИТИ, г. Москва, Россия, т.8(495) 709-33-91;

2 - МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Москва, Россия, т.8(499)267-02-36)

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальных исследований по отработке технологии восстановления полуоси ступени эскалатора методом плазменно-порошковой наплавки. Экспериментально установлены марки присадочных порошков и их соотношение, обеспечивающих высокое качество наплавленного слоя. Анализ микроструктуры позволил установить отсутствие пор и трещин в наплавленном слое и зоне термического влияния. Твердость наплавленного слоя в среднем превышает в 1,7 раза твердость основного металла.

Ключевые слова: полуось ступени эскалатора, изношенная поверхность, присадочные порошки, установка наплавочная, плазменно-порошковая наплавка, микротвердость.

Метрополитен - один из основных видов городского пассажирского транспорта. Эксплуатация эскалатора метрополитена связана с повышенной опасностью для пассажиров и требует особого внимания и осторожности в связи с чем очень важно проводить своевременно ремонт деталей механизма эскалатора. В данной работе рассмотрен процесс восстановления полуоси ступени эскалатора. К данной детали предъявляются очень высокие требования, т.к. поломка детали может привести к несчастным случаям.

Для выбора оптимального способа восстановления изношенной полуоси был проведен анализ условий её работы. В процессе эксплуатации полуось испытывает большие нагрузки и подвергается скручиванию, изгибу и механическому изнашиванию [1]. В механизме ступени эскалатора полуось 4 служит для поддержания в определенном положении ступицы 6 (рис. 1).

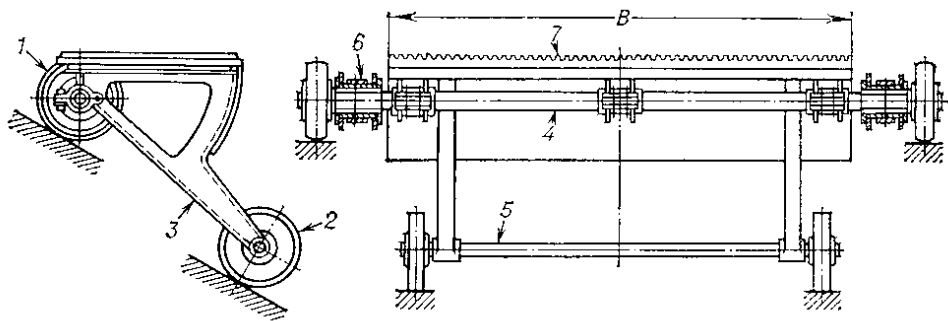


Рис. 1. Схема ступени эскалатора: 1, 2 - ролики, 3 - рама, 4 - полуось, 5 - ось, 6 - звездочки, 7 - платформа

Силы, действующие на полуось, складываются из крутящего момента на звездочке и инерционных сил движущихся масс. Особенно большие

силы возникают в момент выключения всего механизма. В процессе эксплуатации из-за изнашивания рабочей поверхности полуоси или неточности монтажа возникает изгибающий момент. Все эти нагрузки, действующие на полуось, приводят к появлению дефектов и интенсивному изнашиванию.

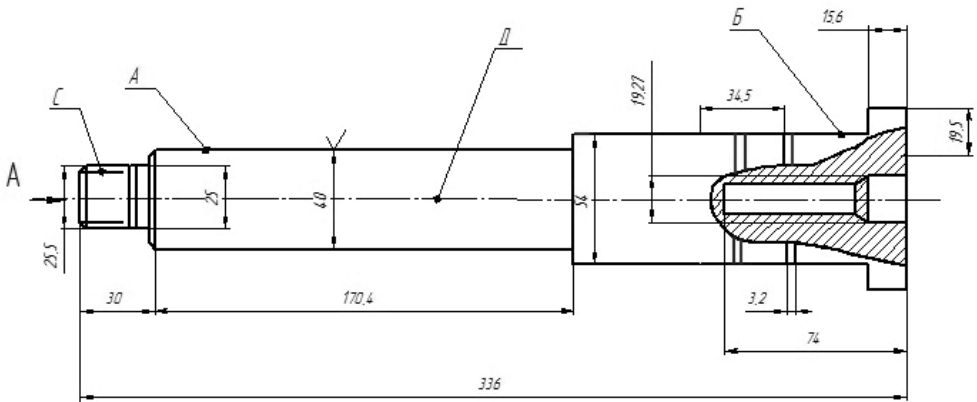


Рис. 2. Полуось ступени эскалатора метрополитена

В процессе эксплуатации основным дефектом, который снижает эксплуатационные свойства полуоси, является износ поверхности А (рис. 2). По результатам дефектации износ данной поверхности составляет не более 0.4 мм на сторону. Материал полуоси – сталь 40ХН.

В результате с учетом условий работы полуоси, величины износа и требований к качеству восстановленной детали в качестве метода восстановления полуоси был выбран метод плазменно-порошковой наплавки [2], т.к. данный метод обеспечивает минимальное тепловложение, высокую производительность и экономный расход присадочных материалов.

Основной особенностью данного метода наплавки является схема подачи порошка в дугу (рис. 3). В отличие от традиционных способов, где порошок подается в дугу через плазматрон [3,4], в данном методе наплавки используется гравитационная схема подачи порошка в дугу, что обеспечивает более интенсивное плавление частиц порошка в столбе плазменной дуги. Кроме того, данный способ подачи позволяет также экономить инертный газ, т.к. его не нужно расходовать на транспортировку порошка в дугу, а также исключить налипания расплавленных частиц порошка на плазматрон, что увеличивает срок его службы.

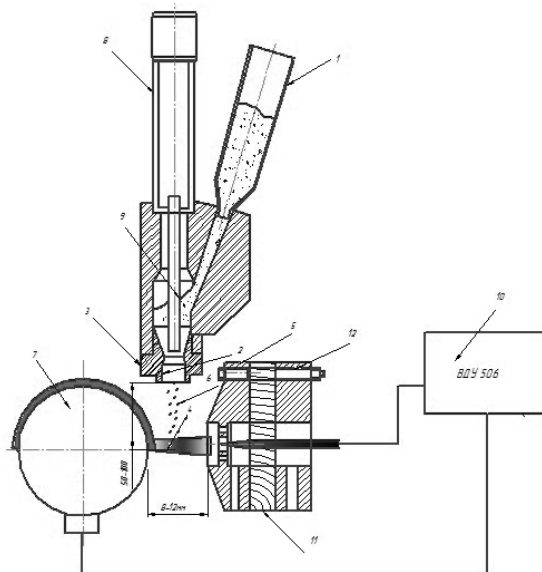


Рис.3. Схема плазменной наплавки с гравитационной подачей порошка в столб дуги

1 - бункер для порошка; 2 - отверстие для дозирования порошка; 3 - вставка с дозирующим отверстием; 4 - столб плазменной дуги; 5 - плазмотрон; 6 - струя порошка; 7 - наплавляемая деталь; 8 - клапан электрический; 9 - игла запорная; 10 - источник питания

В процессе отработки технологии восстановления полуоси после моечной и дефектовочной операций производилась механическая обработка изношенной поверхности детали на токарном станке до диаметра 39 мм с целью снятия припуска под наплавку и удаления дефектного слоя.

Режимы токарной обработки:

- подача - 0,3 мм/об;
- глубина резания - 0,3 мм;
- скорость вращения - 80 об/мин.

Все экспериментальные работы по плазменно-порошковой наплавке изношенной поверхности полуоси проводились с использованием переоборудованного токарного станка 16К20 (рис. 4), на суппорте которого был установлен комплект плазменно-порошковой наплавки (рис. 5

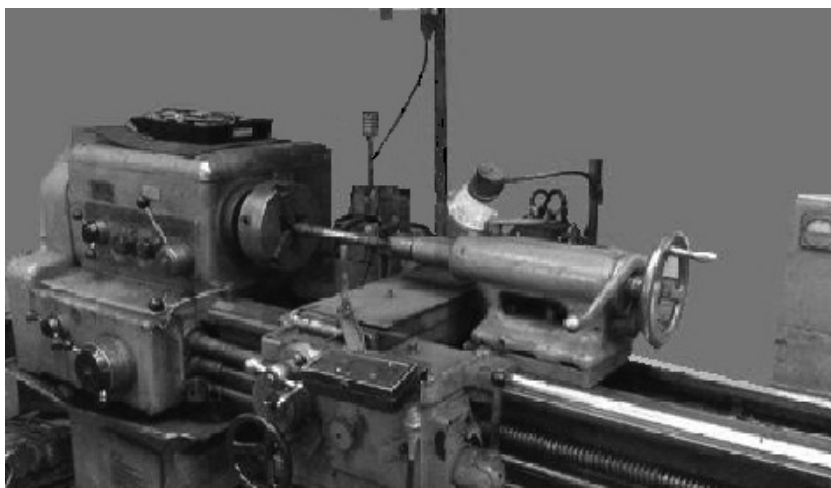


Рис. 4. Установка для плазменно-порошковой наплавки

Комплект плазменно-порошковой наплавки в соответствии со схемой (рис. 3) включает: порошковый питатель, бункер с порошком, плазмотрон оригинальной конструкции и панель управления.

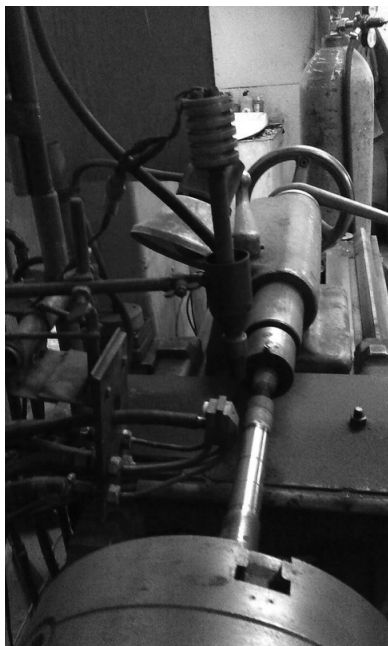


Рис. 5. Узел плазменно-порошковой наплавки

В конструкции плазмотрона (рис. 6) предусмотрены каналы для подачи плазмообразующего и защитного газов, а также каналы для подачи охлаждающей жидкости для предохранения от преждевременного выхода из строя плазмотрона в результате его перегрева. Для этого использовалась автономная обратная система подачи воды. В качестве источника тока использовался сварочный выпрямитель марки ВДУ-506, а в качестве защитного и плазмообразующего газов - газ аргон.



Рис. 6. Плазмотрон для плазменно-порошковой наплавки

При отработке технологии наплавки в качестве присадочных материалов применялись различные марки порошков: ПР-Н68Х21С5Р, ПР-К60Х30ВС,

ПР-10Р6М5, ПР-Н4Д2М, ПР-Н9Г4СР, ПР-10Р6М5 в различных комбинациях и соотношениях. По результатам проведенных экспериментов в качестве присадочного материала была подобрана смесь порошков ПР-Н4Д2М и ПР-Н9Г4СР в соотношении 1:1. Величина фракции порошков составляла 50-150 мкм.

Химический состав используемых порошков, в %:

ПР-Н9Г4СР: Ni - основа, Cu - 42,5; C - 0,2; Si - 0,9; B - 1,0; Fe < 3,0; температура плавления - T = 1130 - 1150°C;

ПР-Н4Д2М: Fe - основа; C ≤ 0,12; Ni - 4; Cu - 1,5; Mo - 0,5; температура плавления - T = 1070°C.

Данная смесь порошков обеспечивает получение бездефектного наплавленного слоя с необходимыми свойствами. В процессе отработки технологии были также экспериментально определены режимы наплавки:

- подача - 0,5 мм/об;
- скорость вращения детали - 12,5 об/мин;
- сварочный ток - 240 А;
- общий расход смеси порошков – 100 г/мин;
- расход защитного газа - 12,5 л/мин;
- расход плазмообразующего газа – 1,5 л/мин.

Наплавка на данных режимах обеспечивает толщину наплавленного слоя 0,8 мм с минимальной волнистостью поверхности. После наплавки производился визуальный контроль качества наплавленного слоя и последующая финишная обработка полуоси (рис. 7) на круглошлифовальном станке марки ЗД-4230 на следующих режимах:

- подача - 0,5 мм/об;
- скорость вращения - 120 об/мин;
- глубина шлифования - 0,2 мм.



Рис. 7. Восстановленная полуось

Для анализа качества и свойств наплавленного слоя на образцах, вырезанных из восстановленных полуосей, был проведен анализ микроструктуры и выполнены замеры микротвердости. Измерение микротвердости проводилось с использованием прибора КМГ-1.

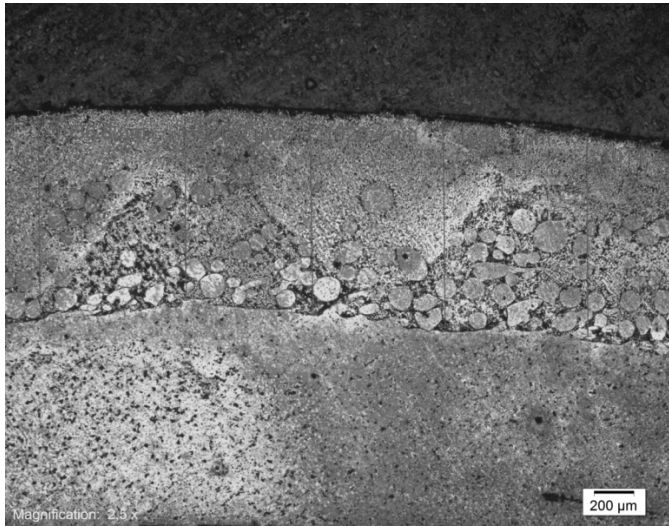


Рис. 8. Микрофотография наплавленного образца (x50)
 Анализ микроструктуры (рис. 8) позволил установить отсутствие пор и трещин в наплавленном слое и зоне термического влияния (ЗТВ).
 Результаты замеров микротвердости приведены на рис. 9.

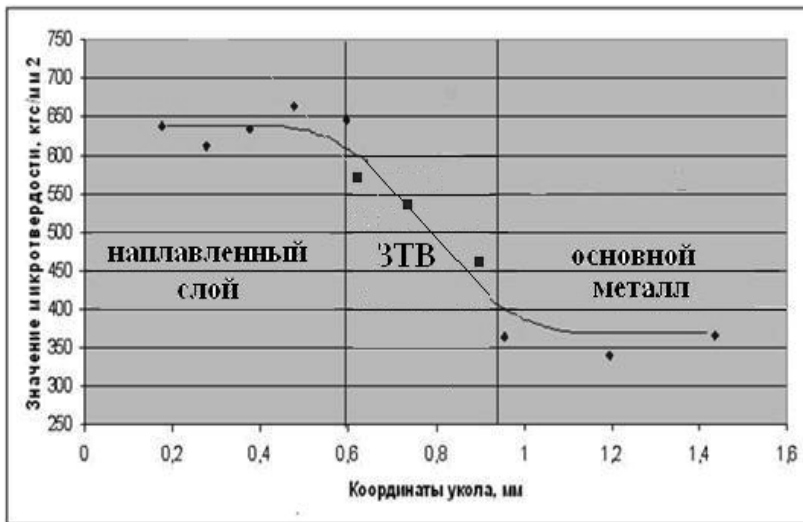


Рис. 9. Изменение микротвердости по глубине шлифа

По результатам исследования можно сделать вывод, что твердость наплавленного слоя выше, чем твердость основного металла в среднем в 1,7 раза, что обеспечивает повышенную износостойкость полуоси в процессе эксплуатации. Многолетняя эксплуатация восстановленных полуосей при капитальном ремонте эскалаторов метрополитена в г. Москве подтвердила их повышенную износостойкость, высокую надежность и экономическую целесообразность их восстановления.

Выводы

1. По результатам проведенных исследований при восстановлении полуосей наиболее высокое качество наплавленного слоя без пор и трещин обеспечивают порошки марок ПР-Н4Д2М и ПР-Н9Г4СР в соотношении 1:1.

2. Установлено, что твердость наплавленного слоя в среднем в 1,7 раза превышает твердость основного металла, что позволило увеличить износостойкость и продлить рабочий ресурс полуоси.

Литература

Олейник А.М., Поминов И.Н. Эскалаторы. М: Машиностроение, 1973, 256с.

Патент №2412030 РФ. Способ плазменной наплавки/ Н.М. Ожегов, В.П. Пазына. Заявка 12.09.2008. Оpub. 10.12.2011.

Гладкий П.В. и др. Плазменная наплавка. Киев: Экотехнология, 2007, 292с.

Нефедов Б.Б., Лялякин В.П. Развитие плазменной сварки-наплавки за рубежом // Сварочное производство, №3, 1998, С.21-27.

Experience in the use of plasma-powder surfacing in the reduction of the semi-axes stages subway escalators

D.B. Slinko^{1,2}, cand.tech.sci., R.Yu.Solovev¹, A.B.Kaveshnik^{1,2}
(1FGBNU GOSNITI, Moscow, Russia, v.8 (495) 709-33-91)
(2 MSTU. NE Bauman, Moscow, Russia, v.8 (499) 267-02-36)

Annotation. *The results of experimental studies on developing the technology recovery semiaxis escalator step by plasma powder surfacing. Experimentally established brand filler powders and their ratio to ensure high quality of the deposited layer. Analysis of the microstructure has allowed to establish the absence of pores and cracks in the deposited layer and the heat affected zone. The hardness of the alloy layer exceeds the average is 1.25 times the hardness of the base metal.*

Keywords: *Semi escalator steps, worn surface, filler powders, installing surfacing, plasma in powder-surfacing, micro-hardness.*

Conclusions:

1. The results of the research in the reduction of the semiaxes of the highest quality of the deposited layer without pores and cracks provide powders brands N4D2M PR and PR-N9G4SR in the ratio 1: 1.
2. The microhardness measurements revealed that the hardness of the deposited layer in the average 1.7 times higher than the hardness of the base metal, thus increasing the durability and extend service life axis.

References

1. Oleynik A.M., I.N. Pominov. Escalators. M: Mechanical engineering, 1973. 256s.

2. Patent №2412030 of Russian Federation. A method of plasma deposition / N.M. Ozhegov, V.P. Pazyna. Application 12.09.2008. Opub. 10.12.2011.

3. Smooth PV et al. Plasma surfacing. Kiev: Ekotehnologiya, 2007. 292p.

4. Nefedov B.B., Lyalyakin V.P. The development of plasma welding, surfacing abroad // Welding production, №3, 1998, P.21-27.