

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛУОСЕЙ СТУПЕНЕЙ ЭСКАЛАТОРА МЕТРОПОЛИТЕНА

Андрей Викторович Кавешник

*Студент 4 курса,
кафедра «Технологии обработки материалов»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Д.Б. Слинко,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки материалов»*

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальных исследований по отработке технологии восстановления полуоси ступени эскалатора. На основе анализа условий работы детали, величины износа и требований к наплавленному слою в качестве метода наплавки была выбрана скоростная плазменно-порошковая наплавка, обеспечивающая минимальное проплавление основного металла, высокую производительность и минимальный расход присадочных материалов. Экспериментально установлены марки присадочных порошков, их соотношение и размер частиц порошков, обеспечивающих высокое качество наплавленного слоя. Анализ микроструктуры позволил установить отсутствие пор и трещин в наплавленном слое и переходной зоне. Твердость наплавленного слоя в среднем превышает в 1.6 раза твердость основного металла, что позволит увеличить износостойкость и, соответственно, продлить рабочий ресурс восстановленной полуоси.

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 к качеству поверхности и механическим свойствам, т.к. поломка детали может привести к несчастным случаям. Поэтому к ремонту полуоси нужно подходить с особой ответственностью.

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]. Крутящий момент, развиваемый на звездочке 6, передает его на полуось 4, а полуось через ступицу передает крутящий момент на платформу 7 и та приходит в движение ступень эскалатора (рис.1).

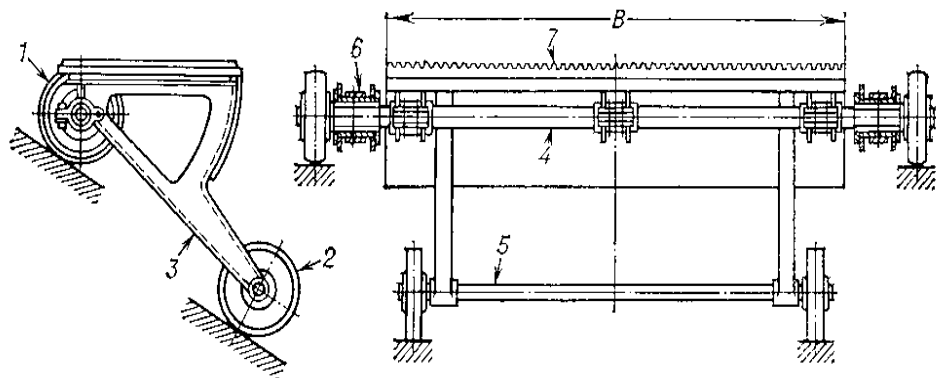


Рис.1. Схема ступени эскалатора: 1,2- ролики ,3-рама 4- полуось , 5-ось, 6-звездочки , 7-платформа

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, и силы действующие на полуось, приводят к появлению дефектов и интенсивному изнашиванию.

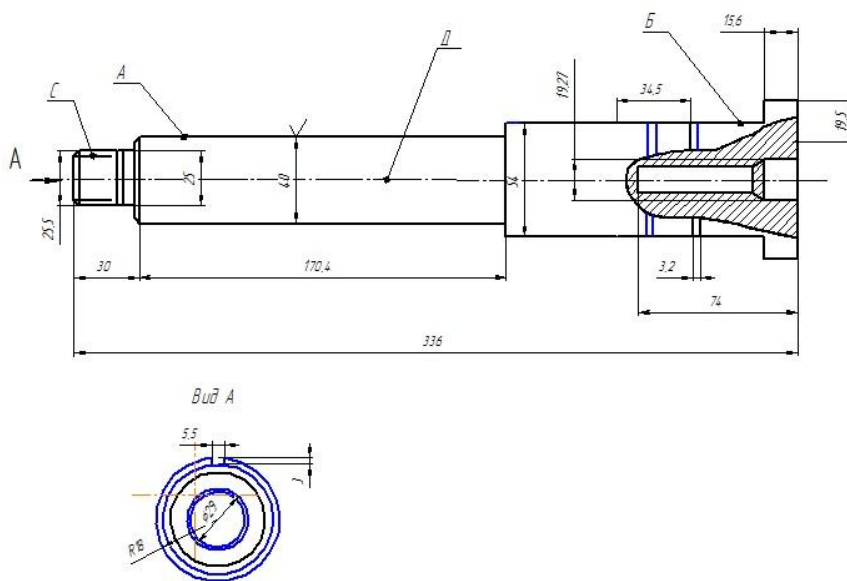


Рис.2.Полуось ступени эскалатора метрополитена

В процессе эксплуатации основным дефектом, который снижает эксплуатационные свойства полуоси является износ её поверхности А (рис.2).Данная поверхность сопряжена с втулками и через них передает крутящий момент.

Материал полуоси— сталь 40ХН. Твердость-219-277НВ. Износ поверхности А составляет порядка 0.2-0.4 мм на сторону.

В результате проведенного анализа различных методов нанесения покрытий на изношенные детали типа “вал” [2] в качестве метода восстановления полуоси был выбран метод скоростной плазменно-порошковой наплавки [3], т.к. данный метод обеспечивает минимальное проплавление основного металла, высокую производительность и минимальный расход присадочных материалов.

Основной особенностью скоростной плазменно-порошковой наплавки является схема подачи порошка (рис.3). В отличие от традиционных способов, где порошок подается через плазмотрон [4], в данном методе наплавки используется гравитационная схема подачи порошка в дугу. Такой способ подачи позволяет экономить газ, т.к. его не нужно расходовать на транспортировку порошка в дугу. Кроме того, в этом случае не происходит налипания расплавленных частиц порошка на плазмотрон, что увеличивает срок его службы.

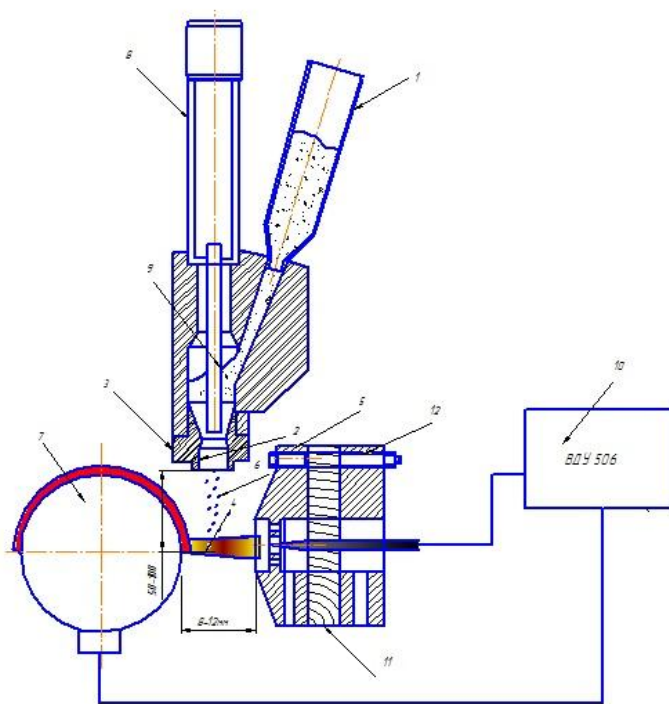


Рис.3. Схема наплавки с гравитационной подачей порошка в столб дуги

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;

Скоростной метод плазменно-порошковой наплавки позволяет гарантированно наносить наплавляемый слой толщиной от 0.1 мм, что выгодно отличает его от других методов наплавки.

Высокая производительность тонкослойной плазменно-порошковой наплавки снижает удельный расход порошковых материалов, электрической энергии и защитных газов (аргона).

Поверхностный слой наплавленного металла формируется ровным без наплывов, что снижает объем механической обработки восстановленных деталей.

В процессе восстановления полуоси после моечной и дефектовочной операции производится подготовка изношенной поверхности детали к наплавке на токарном станке с целью снятия припуска под наплавку и удаления дефектного слоя.

Режимы токарной обработки: подача - 0,5 мм/об, глубина резания - 0,3 мм, скорость вращения - 80 об/мин. Диаметр полуоси после предварительной механической обработки - 39,0 мм.

Основной операцией при восстановлении полуоси является наплавочная операция. Все экспериментальные работы по плазменно-порошковой наплавке проводились с использованием токарного станка 16К20, на суппорте которого был установлен наплавочный узел, состоящий из порошкового питателя, бункера с порошком, плазмотрона оригинальной конструкции, панели управления (рис.4). Для предохранения от выхода из строя плазмотрона, в результате его перегрева была предусмотрена система охлаждения. В качестве источника тока использовался сварочный выпрямитель марки ВДУ-506. В качестве защитного и плазмообразующего газа использовался газ аргон.



Рис. №4. Узел 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: **ПР-Н9Г4СР**:Ni-основа, Cu- 42,5, C- 0,2, Si- 0,9, B- 1,0, Fe< 3,0; температура плавления - T =1130 -1150 °С; твердость покрытия- 42-48 HRC; **ПР-Н4Д2М**:Fe-основа; C≤0,12; Ni-4; Cu-1,5; Mo-0,5; температура плавления - T =1070 °С; твердость покрытия. - 38-45HRC.

В процессе отработки технологии были экспериментально выбраны следующие режимы наплавки: подача - 0,5 мм/об; скорость вращения детали -12,5об /мин; сварочный ток -240 А; общий расход смеси порошков-100г/мин; расход защитного газа -12.5 л./мин.; расход плазмообразующего - 1.5 л. / мин. Наплавка на данных режимах обеспечивает толщину наплавленного слоя 0.8мм.

После наплавки производился визуальный контроль качества наплавленного слоя и финишная обработка полуоси (рис.5) на круглошлифовальном станке марки ЗД-4230 на следующих режимах: подача - 0,5 мм/об, скорость вращения -120 об /мин, глубина шлифовки - 0.2 мм.



Рис.5. Восстановленная полуось

Для анализа качества и свойств наплавленного слоя полуоси был изготавливался шлиф, для проведения исследований и замера микротвердости.

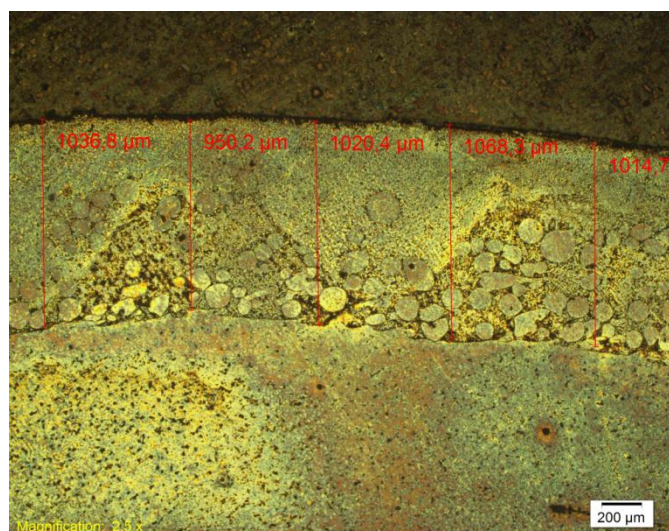


Рис.6.Микрофотография образца, увеличение в 50 раз

Анализ микроструктуры (рис.6) позволил установить отсутствие пор, трещин в наплавленном слое и зоне термического воздействия, а также позволил определить структурные составляющие данного шлифа: 95% сорбит отпуска и 5 %остаточного аустенита. Сорбит является разновидностью дисперсного перлита. Твердость, прочность и ударная вязкость больше чем у обычного перлита. Сорбит отпуска образуется после закалки и высокого отпуска. Микротвердость измерялась с помощью прибора КМГ-1.

Результаты исследований микротвердости представлены на рисунке 7.

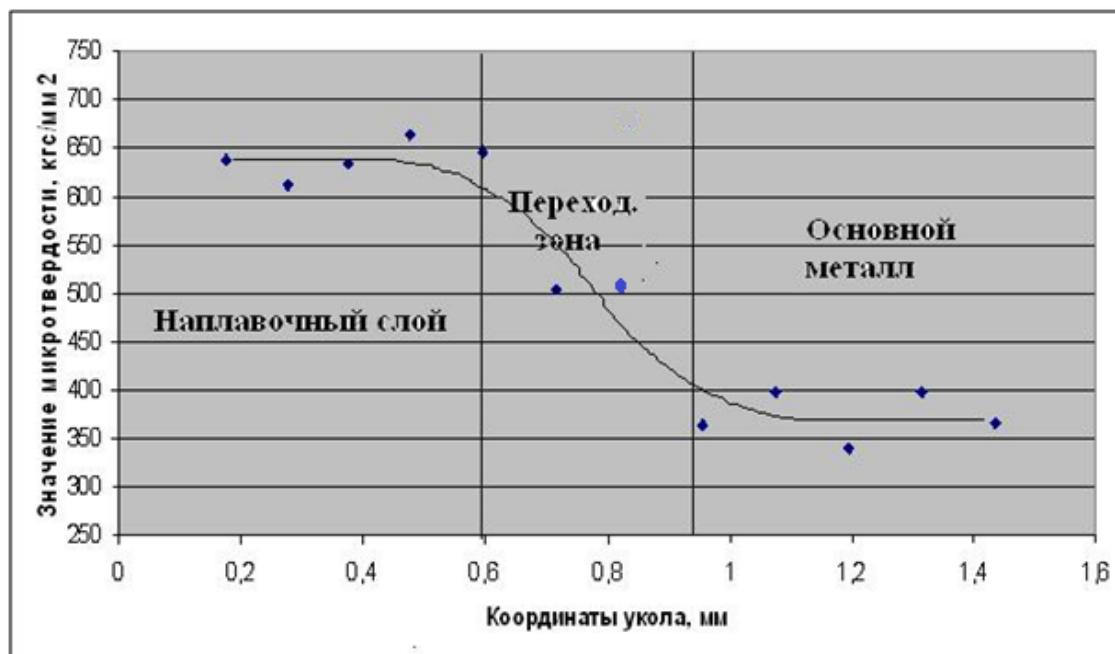


Рис.7.Изменение микротвердости по глубине шлифа

По результатам исследования можно сделать вывод, что твердость наплавленного слоя (614 кгс/мм^2) значительно выше, чем твердость основного металла (365 кгс/мм^2).

Выводы:

1) Для наплавки полуоси метрополитена выбран метод скоростной плазменно-порошковой наплавки, обеспечивающий минимальное проплавление основного металла, экономию электроэнергии и присадочных материалов.

2) В качестве присадочных материалов использовались порошки марки ПР-Н4Д2М и ПР-Н9Г4СР в соотношении 1:1, фракции 50-150 мкм, которые обеспечивают высокое качество наплавленного слоя без пор и трещин.

3) Измерения микротвердости позволяют установить, что твердость наплавленного слоя в среднем превышает в 1.6 раза твердость основного металла, что позволит увеличить износостойкость, и продлить рабочий ресурс полуоси.

Литература

1. *Олейник А.М., Поминов И.Н.* Технические характеристики и устройство эскалаторов метрополитенов. - М.: Эскалаторы, 1985. 89-91с
2. *Слинко Д.Б., Мурзаев В.П.* Использование газотермических методов нанесения покрытий при восстановлении валов порошковыми материалами. – Труды ГОСНИТИ. М.: ГОСНИТИ, -2014, том 116, - с.71-74.
3. *Ожегов Н.М.* Устройство для плазменной наплавки (Патент SU 1720827):
4. *Гладкий П.В. и др.* Плазменная наплавка. - Киев: Екотехноло-гия, 2007. -292с.