

Учитывая выше изложенное, при выборе наиболее рационального способа повышения износостойкости, коррозионной стойкости применительно к отверстиям со шпоночным пазом является поверхностное электромеханическое дорнование. Эффективность применения данного способа применительно к деталям, имеющим отверстия со шпоночным пазом, в последующем будет подтверждаться как теоретически, так и практически.

Литература:

1. Б.М. Аскинази «Упрочнения и восстановление деталей машин ЭМО» - М.: Машиностроение, 1989 – 200с.
2. В.П. Багмутов, С.Н. Паршев, Н.Г.Дудкина, И.Н. Захаров «Электромеханическая обработка» Новосибирск – 2003г.

УДК 621.787

**Расчет площади пятна контакта инструмента (дорна) с незамкнутой цилиндрической поверхностью при электромеханическом дорновании**

**Н.С.Козырева, 5 курс, инженерный факультет  
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В.Морозов**

**ФГУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»**

Назначение конструктивных и технологических параметров электромеханического дорнования (ЭМД) один из важнейших и наиболее ответственных этапов проектирования технологии, связанный с решением весьма сложных задач. Такая сложность во многом объясняется, с одной стороны, многофакторностью зависимостей и взаимосвязей характеристик уплотненного поверхностного слоя и режимов электромеханического упрочнения, а с другой – трудоемкостью и большим объемом исследований, которые необходимо провести для различных материалов с целью достоверного установления таких взаимосвязей.

Чтобы целенаправленно управлять процессами формирования параметров качества, упрочненной поверхности, необходимо знать основные кинематические энергетические зависимости параметров режима ЭМД с характеристиками создаваемой структуры физико-механическими свойствами образуемого поверхностного слоя. При этом большое число регулируемых параметров режима ЭМД, с одной стороны, облегчает задачу оптимизации характеристик обработанного ЭМД поверхностного слоя, с другой – значительное количество таких характеристик существенно усложняет технологическое обеспечение заданных конструктором параметров качества обработанной поверхности.

Расчитывая площадь пятна контакта инструмента с деталью при традиционном электромеханическом упрочнении предполагалось, что пятно контакта есть плоская фигура - окружность, эллипс, прямоугольник, в

зависимости от формы обрабатываемой детали и обрабатывающего инструмента. Площадь пятна контакта определялась по формулам площадей плоских фигур. Использование этих формул для случая обработки отверстий деталей ЭМД не представляется возможным, поскольку контакт инструмента с внутренней поверхностью обрабатываемого цилиндра осуществляется по замкнутому контуру, за исключением части, занимающий шпоночным пазом. Поэтому возникла необходимость разработки новой методики определения площади пятна контакта инструмента с деталью. ЭМД отверстий деталей можно осуществлять не только с замкнутой цилиндрической поверхностью, но и с незамкнутой, например, отверстий деталей со шпоночным пазом.

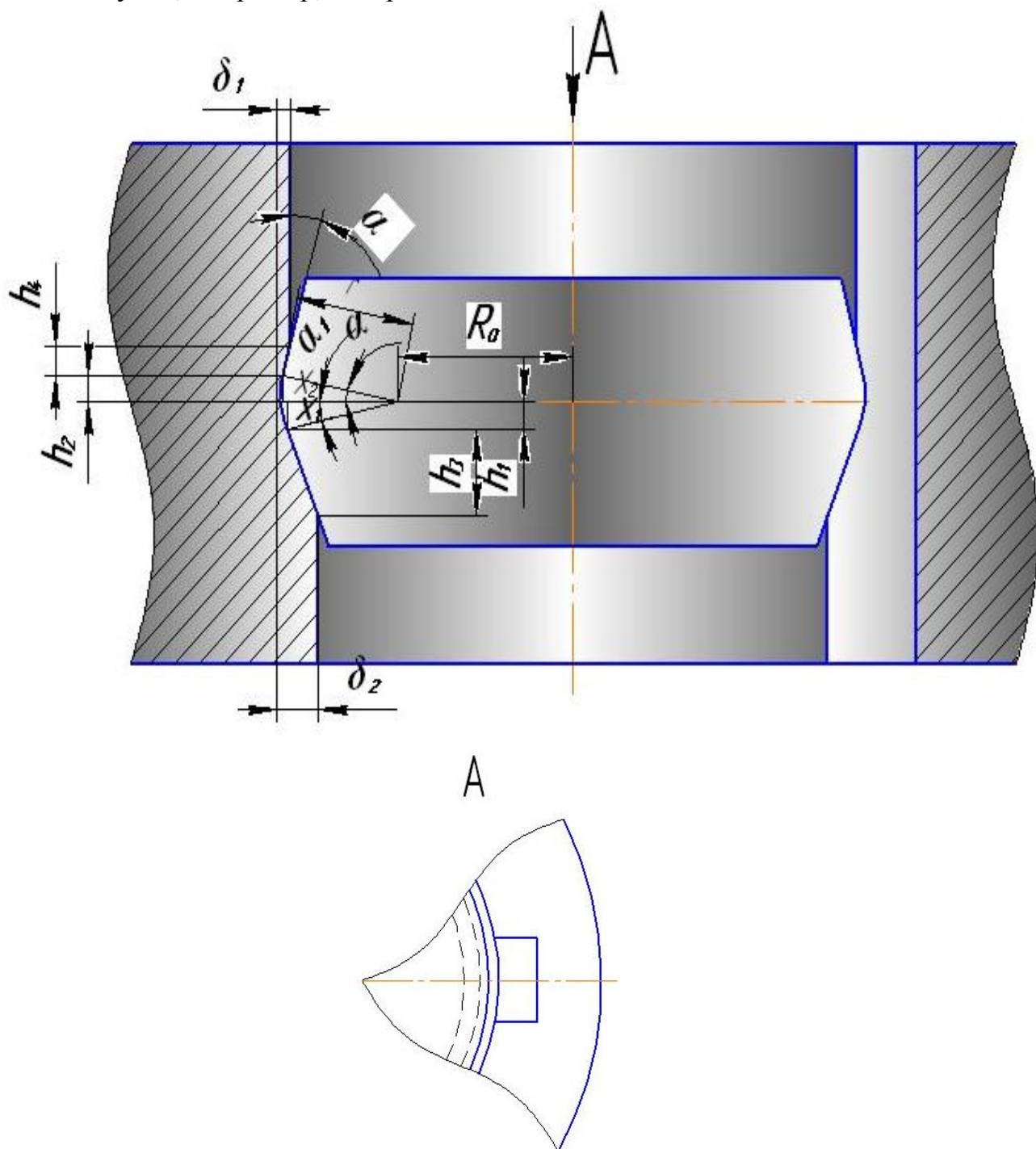


Рисунок 1 - Схема для расчета пятна контакта

В общем случае пятно контакта недеформируемого инструмента с пластичной поверхностью представляют собой пространственную фигуру, образованную на инструменте (торе, цилиндре, шаре) пересечением пластичной поверхности детали - чаще всего цилиндра. Поэтому для нахождения площади пятна контакта необходимо решать задачу о пересечении двух пространственных фигур. При электромеханическом дорновании наиболее часто применяется двухрадиусный инструмент, рабочая поверхность которого представляет собой поверхность тора. При обработке деталей с отверстиями обрабатываемая поверхность представляет собой цилиндр.

Исходя из вышесказанного, считаем, что наиболее общим случаем контакта инструмента с деталью является задача о пересечении цилиндра с тором одновременно по всей длине. Пятно контакта является частью поверхности жесткого тора и усеченного конуса, ограниченной пересечением с пластичным цилиндром.

Для нахождения площади пятна контакта необходимо решить задачу о пересечении двух пространственных фигур исключая не контактируемую часть дорна на ширину шпоночного паза.

Силу тока и скорость обработки выбирается в соответствии с требованиями к глубине упрочнения, шероховатости и площади контакта.

Для расчета плотности тока и определения деформирующего усилия необходимо предварительно найти площадь контакта инструмента с поверхностью детали. При расчете приняты следующие допущения: поверхность контакта детали с профилированным инструментом имеет форму эллипса; одно из сопряженных тел (инструмент) можно считать практически недеформируемым, а поверхность второго тела (детали), нагретого до высоких температур под высоким давлением, подвергается пластическому деформированию; пластические деформации детали находятся в пределах высоты неровностей.

Внутренняя не замкнутая поверхность цилиндра в процессе обработки ее внешней поверхностью дорна представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 представлена схема расчета контакта инструмента с деталью имеющую незамкнутую цилиндрическую поверхность.

Площадь поверхности ограниченная тором находится по формуле:

$$S_{тор} = \pi r^2 R_0 \left( \frac{\alpha + \alpha_1}{360} \right), \quad (1)$$

где:  $r$  – радиус малого тора;

$R_0$  – радиус кольца;

$\alpha, \alpha_1$  – углы образованные поверхностью усеченного конуса и поверхностью цилиндра.

Площадь боковой поверхности усеченного конуса находится по формуле:

$$S_{y.k.} = \pi l (R_0 + r), \quad (2)$$

где:  $l$  – образующая усеченного конуса.

Используя эти зависимости, получим площадь контакта поверхности дорна с поверхностью цилиндра в зоне упругой деформации:

$$\begin{aligned}x_1 &= r - r \cos \alpha = r(1 - \cos \alpha); \\l_1 &= \frac{(\delta_1 - x_1)}{\sin \alpha}; \\R_1 &= R_0 + \cos \alpha; \\r_1 &= r - \delta_1 \\r_1 &= r - \delta_1 \\ \delta_1 &= k_M \delta_{\text{э}}\end{aligned}$$

где  $k_M$  – модуль упругости,  
 $\delta_{\text{э}}$  – эталонный коэффициент.

Окончательно формула площади усеченного конуса в зоне упругой деформации примет вид:

$$S_{\text{кон}_1} = \pi l_1 (R_1 + r_1) = \frac{\pi (\delta_1 - r(1 - \cos \alpha))(R_0 + r(1 + \cos \alpha) - \delta_1)}{\sin \alpha} \quad (3)$$

Проведя аналогичные выводы для зоны пластической деформации получим:

$$S_{\text{кон}_2} = \pi l_2 (R_2 + r_2) = \frac{\pi (\delta_2 - r)(1 - \cos \alpha_1)(R_0 + r(1 + \cos \alpha_1) - \delta_2)}{\sin \alpha_1} \quad (4)$$

Полная площадь пятна контакта инструмента (дорна) для замкнутой поверхности цилиндра будет равна сумме всех площадей выраженных формулами:

$$S_{\text{з.п.}} = S_{\text{тор}} + S_{\text{кон}_1} + S_{\text{кон}_2} \quad (5)$$

Площадь пятна контакта инструмента (дорна) для незамкнутой поверхности можно вычислить по формуле:

$$S_{\text{н.к.}} = S_{\text{з.п.}} \left( 1 - \frac{l}{2\pi R} \right) \quad (6)$$

Пользуясь данным выражением (6), зная рекомендованные значения плотности тока для различных режимов обработки, можно определить рациональные значения силы тока для случая ЭМД незамкнутых цилиндрических отверстий деталей машин.

Литература:

- 1.Б.М. Аскинази «Упрочнения и восстановление деталей машин ЭМО» - М.: Машиностроение, 1989 – 200с.
- 2.В.П. Багмутов, С.Н. Паршев, Н.Г.Дудкина, И.Н. Захаров «Электромеханическая обработка» Новосибирск – 2003г.