

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ШВЕЙНЫХ ИГЛ

*Белорусско-Российский университет,
Могилев, Белоруссия
Тренчинский технический университет,
Тренчин, Словакия*

Volts articles exhibition decision magneto-abrazivneho sharpening sewing needle. Represent myself princip activities abrazivnych element in magnetizing demi and proves myself efficiency such snagging

Введение

Республику Беларусь можно с полным основанием назвать «швейной» республикой, так как практически нельзя найти ни одного населенного пункта в Республике, где бы не было швейного производства, малого или большого. В Республике Беларусь налажено также и производство швейных машин (г.Орша).

Главным элементом любой швейной машины является швейная игла, без которой машина неработоспособна. Если учесть, что для качественного шитья при каждой новой работе надо менять швейную иглу, то можно представить, сколько игл используется в швейном производстве (счет идет не на сотни и тысячи штук, а на миллионы штук в год). Игла в сравнении с ценой швейной машины стоит сущие копейки, но если учесть требуемое их количество, то в сумме выходит достаточно внушительная сумма. При высоких скоростях (а в настоящее время используются машины именно с высокими скоростями, обеспечивающими получение качественных швов) иглы отечественного производства очень сильно нагреваются из-за наличия фаски между конусом вершины острия иглы и телом лезвия, невысокого качества закругления вершины острия, высокой шероховатости поверхности лезвия иглы, наличия заусенцев краев отверстия ушка.

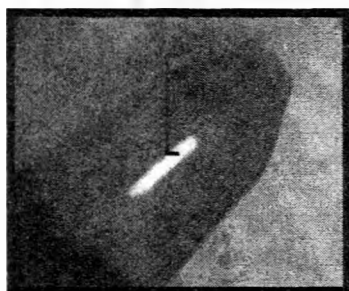


Рисунок 1-Вершина швейной иглы производства Артинского завода (Россия)

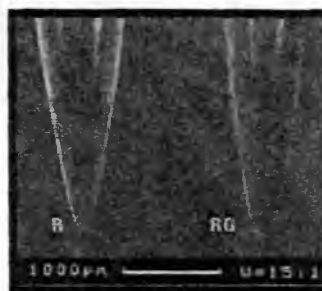


Рисунок.2 - Иглы зарубежного производства

Швейные иглы зарубежных фирм этих недостатков не имеют, но зато и стоимость их в несколько раз выше. Многие годы научно-исследовательские институты России не могли и до сих пор не решили задачу повышения качества швейных игл с тем, чтобы сделать их конкурентными с зарубежными. Поэтому эта задача осталась актуальной и важной до настоящего времени.

Магнитно-абразивное полирование швейных игл

Магнитно-абразивное полирование является технологическим процессом отделочных операций деталей путем воздействия на их поверхности магнитным абразивным порошком, находящимся в свободном состоянии в рабочей жидкости под действием магнитного переменного поля, возникающего между двумя полюсами электромагнитов [1]. Порошок с рабочей жидкостью помещается в кювете между полюсами магнитов. В результате перемены полюсов магнитов меняется направленность магнитных линий, и абразивные зерна под действием магнитных сил прижи-

маются к обрабатываемой поверхности детали и сглаживают все микронеровности путем резания. При этом исходная геометрия поверхности не искажается. В результате так называемого «упругого резания» абразивными частицами отсутствуют прижоги, отпуск и цементация обработанных участков поверхности, что обычно встречается при обычном шлифовании. В незакрепленном состоянии зерна абразива более полно используют свои режущие способности, так как происходит нивелирование их рабочих кромок относительно обрабатываемой поверхности, а также переориентация и перемещение в процессе обработки. Степень упругости абразивного резания поверхности регулируется изменением силы тока, подаваемого на электромагнитные катушки, то есть изменением напряженности магнитного поля в рабочей зоне. В результате многократного воздействия абразивного порошка и перемещающего действия магнитного поля, кроме снижения шероховатости поверхности, происходит еще и упрочнение тонкого поверхностного слоя за счет дробления элементов кристаллической решетки, образования мелкодисперсной структуры, снижения величины остаточных напряжений и увеличения микротвердости поверхности [2].

Механическое воздействие абразивных частиц на поверхность обрабатываемой детали при действии магнитного поля отличается от резания абразивным инструментом, прежде всего наличием магнитного поля, которое материально выступает в роли связки, однако с весьма специфическими свойствами:

1. В процессе МАП магнитное поле объединяет в себе функции силового источника и упругой связки, то есть оно является источником нормальных и касательных сил, действующих на абразивные частицы, тем самым, исполняя роль соответствующего звена в кинематической цепи станка.

2. Эффективность силового воздействия абразивных частиц на поверхность иглы определяется магнитными свойствами абразивных частиц и среды, в которой они работают.

3. Пропорционально размерам абразивных зерен и их расположению в рабочем пространстве дифференцируются силы магнитного поля. На абразивные частицы, непосредственно контактирующие с обрабатываемой поверхностью, действуют суммарные силы, приложенные ко всему объему частиц, находящихся в рабочем пространстве между полюсами магнита.

4. Магнитное поле, выступающее в качестве связки при МАП, не обладает изотропностью, поэтому роль звена в кинематической цепи станка оно выполняет при условии, если соответствующая составляющая результирующего вектора магнитных сил, действующих на абразивные частицы, противоположна вектору движения.

5. Абразивные частицы могут занимать относительно обрабатываемой поверхности в магнитном поле различное пространственное положение. На их положение оказывает существенное влияние соседние частицы. Поэтому всю массу абразивных частиц в рабочем пространстве действия магнитного поля можно представить как постоянно меняющееся упругое тело.

Исследования, проведенные рядом авторов, показали, что даже при жестком креплении абразивного зерна кинематика резания может отличаться от задаваемой станком. Там, где связкой является магнитное поле, это различие не только усугубляется изменением ориентации зерен, но может распространяться также на движение всей массы абразивных зерен как целого. Таким образом, по аналогии с жесткой кинематикой можно предположить, что при магнитно-абразивном резании кинематика движения определяется магнитным полем.

Следует определить, при каких условиях абразивные зерна в магнитно-абразивной системе не смогут выполнять свою функцию, т.е. обрабатывать поверхность детали. Это может быть:

1. Если масса абразивных частиц, находящаяся в рабочем зазоре под действием магнитного поля, жестко соединена с полюсами электромагнита, то в этом случае величина нормальных сил недостаточна, чтобы совершать резание поверхности детали.

2. Если абразивные частицы плотно прижаты к обрабатываемой поверхности и совершают движения относительно полюсов магнита вместе с деталью, то в этом случае никакой обработки также не будет.

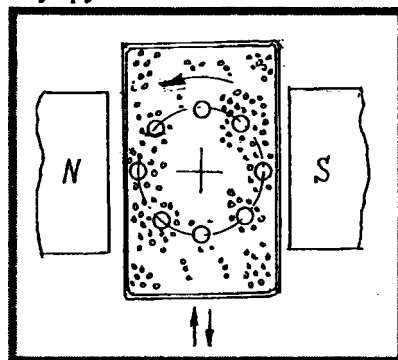


Рисунок 3 - Схема движения абразивных зерен порошка в рабочем пространстве при МАП швейных игл

Для устранения этих явлений в рабочий зазор вводятся так называемые спутники из ферромагнитного материала (концентраторы магнитного поля) или на полюсах электромагнита создаются концентраторы поля.

На основе экспериментов установлено, что в начале цикла основная часть абразивных зерен смещается к выходу из рабочего зазора по направлению вращения детали, и некоторая часть остается при входе в рабочий зазор. В установившемся режиме имеются четыре зоны распределения абразивных зерен, причем постоянно происходит перемещение порошка из одной зоны в другую. Перемещение зерен из одной зоны в другую вместе с поверхностью детали увеличивается с уменьшением поля в зазоре, увеличением зазора и уменьшением абразивных зерен, уменьшением скорости вращения детали. И наоборот, изменение приведенных факторов в обратном направлении уменьшает как подвижность отдельных зерен, так и их слоев. Рассмотрена система сил, действующих на режущие элементы при их поступательном движении

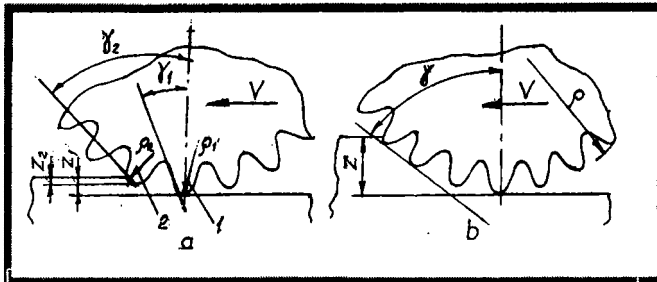


Рисунок 4 - Схема работы микро- и макро выступов при последовательном заглаблении абразивно-го зерна:

1 – режущий элемент; 2 – давящий микровыступ

Вершину шлифующего зерна можно представить поверхностью, имеющей микровыступы и субмикровыступы с соответствующими им радиусами округления вершин, границы между которыми весьма условны. Можно также представить некоторое идеализированное зерно, вершина которого равномерно усеяна геометрически подобными микровыступами. В соответствии с коэффициентом заглабления, пропорциональному нормальной силе резания, вершина зерна и его микровыступы могут выполнять роль давящих или режущих элементов. В этом случае пластическая деформация поверхностных слоев детали определяется лишь микропрофилем зерна. При дальнейшем возрастании нормальной силы возможен случай, когда вершина зерна становится давящим элементом, а отдельные микровыступы давящими или даже режущими. Увеличение приложенной нормальной силы приводит к

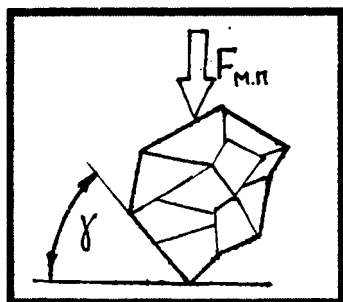


Рисунок 5 - Угол резания у абразивной частицы

увеличению числа режущих микровыступов и при некотором ее уровне вызывает качественное изменение, т.е. режущим элементом становится сама вершина зерна как макровыступ.

Большое значение для режущих свойств абразивной частицы имеет ее форма. Чем округлее частица, тем меньше она имеет острых режущих граней, следовательно, ее режущая способность будет низкой. Для характеристики формы абразивного режущего зерна можно ввести по аналогии, как это сделано в [3], так называемый коэффициент формы абразивного зерна, равный отношению поверхности сферы, контактирующей с вершинами острых углов частицы, к поверхности сферы, полученной после удаления острых углов, то есть гладкой (изношенной) частицы (Рис.6).

Очевидно, чем дальше удалены острия углов частицы от воображаемой сферы с центром в центре тяжести частицы, тем больше величина коэффициента формы частицы Φ . И наоборот, чем больше граней имеет частица и они равноудалены от воображаемого центра, тем режущая способность частицы меньше. Если частица имеет идеально сферическую форму, то частица совершенно не обладает режущими свойствами.

Обозначим R_0 – радиус идеальной, то есть изношенной частицы без острых граней и углов, а R_H – радиус частицы с наличием острых граней. Тогда коэффициент формы Φ будет равен

$$\Phi = \frac{4\pi R_H^2}{4\pi R_0^2} = \frac{R_H^2}{R_0^2} \quad (1)$$

Формула (1) показывает, что чем больше величина коэффициента формы абразивного зерна, тем режущая способность зерна выше, при $\Phi=1$ зерно не обладает режущими свойствами.

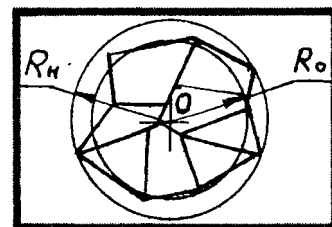


Рисунок 6- К определению коэффициента формы частицы

Абразивные частицы могут иметь совершенно разную форму [3], но, в конце концов, в результате изнашивания они приобретают округлую форму в виде сферы или эллипсоида. Это зависит от стойкости абразивных частиц. Так, например, структура абразивного порошка Fe-TiC обусловлена наличием базового кристалла карбида титана, представляющего основу всей эвтектической зоны порошка. Другие кристаллы, имеющие форму октаэдров, пронизывают матрицу. Такое строение обеспечивает устойчивость абразивных частиц, а кристаллизация карбидов приводит к образованию прочной колонии, определяя ее зональное строение и внешний вид [3]. Размеры карбидных включений составляют от нескольких микрометров до нескольких десятков микрометров. Установлено, что микротвердость карбидных слоев ферритных порошков составляет 12–15 ГПа при толщине 10–20 мкм. Фактический контакт абразива с обрабатываемой поверхностью и механическая активация частиц вследствие образования ювенильных поверхностей приводит в свою очередь к термоактивации. В результате происходит образование микротрещин и при соответствующих напряжениях сглаживание острых граней у зерен карбида. Присутствие смазывающе-охлаждающей рабочей жидкости приводит к сцеплению как самих абразивных частиц между собой, так и пленки жидкости с обрабатываемой поверхностью, что повышает стойкость абразивных частиц.

В зависимости от начальной формы частицы коэффициент формы довольно сильно изменится, но, как показано в [3], аппроксимация зерна сферами не вносит больших ошибок при определении коэффициента формы абразивной частицы. Очевидно, очень важным свойством абразивного зерна является постоянство коэффициента формы при работе или же, по крайней мере, медленное его изменение.

Заключение

Показано, что эффективным способом улучшения качества швейных игл является магнитно-абразивная обработка, которая в процессе одной операции производит полирование рабочей поверхности иглы, округление вершины иглы, удаляет заусенцы с краев отверстия ушка иглы, сглаживает края отверстия и сглаживает фаску на переходе тела иглы в конусную вершину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сакулевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф.Ю. Сакулевич. – Минск: Наука и техника, 1981. – 328 с.
2. Хейфец, М.П. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей / М.П. Хейфец, Л.М. Кожуро, Ж.А. Мрочек. – Гомель: ИММС НАНБ, 1999. – 276 с.
3. Бабошкин, А.Ф. Сравнительные характеристики различных моделей абразивных зерен / А.Ф. Бабошкин // Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении: междунар. научно-технич. конф. «Балтехмаш 2002»: сб. научных статей. – Калининград, 2002. – С. 15–17.

УДК 621.983

Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Яцкевич О.К., Дубовик А.М., Федорук Г.Ф.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ, УПРОЧНЕННОГО КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ, НА ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В данной статье рассматривается вариант комбинированной обработки для формирования износостойких покрытий, включающий в себя сочетание предварительной лазерной обработки и последующего электроискрового легирования.

В результате воздействия лазерного излучения на поверхности образуются параллельно расположенные упрочненные дорожки, которые ложатся с определенным коэффициентом перекрытия. Кроме того, лазерная обработка приводит к насыщению структуры металла двойниками и дислокациями, уменьшению балла зерна, измельчению карбидов.

Последующая обработка поверхности методом электроискрового легирования твердосплавным электродом с расположением упрочняющих дорожек перпендикулярно направлению следов лазерной обработки способствует получению слоистых высокоизносостойких слоев с пере-