

**Литература**

1. Зубаков, В.Г., Семибратов, Н.Н., Штандель, С.К. Технология оптических деталей. – М. :Машиностроение, 1985. – 368 с.

2. Хомич, Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий : монография / Н.С. Хомич. – Минск : БНТУ, 2006. – 217 с. : ил.

УДК 621.9.048

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАПЛЫВОВ МЕТАЛЛА НА ШТРИПСЕ НА ПРОЦЕСС МИКРОРЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

**Киселев М.Г., Богдан П.С., Ничипорук А.С.**

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

Цель данной работы заключалась в теоретической оценке влияния геометрических параметров напльвов металла, полученных на исходной гладкой рабочей поверхности штрипсы в результате ее электроэрозионного модифицирования, на процесс микрорезания материалов.

На рисунке 1 представлена фотография единичной лунки, полученной на рабочей поверхности штрипсы, с указанием ее основных геометрических параметров.

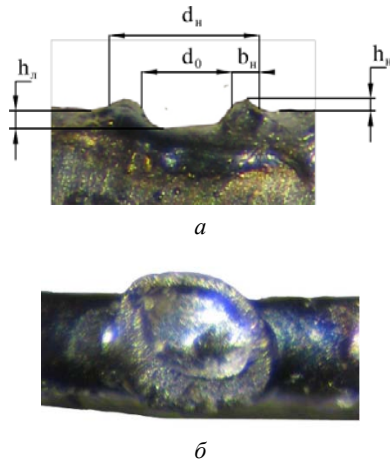


Рисунок 1 – Фотография единичной лунки, полученной на рабочей поверхности штрипсы: а – вид сбоку; б – вид сверху

На ней обозначены  $d_n$  – диаметр напльвов металла,  $h_n$  – их высота;  $d_0$  – диаметр лунки относительно исходного положения поверхности;  $b_n$  – ширина напльвов металла по краю лунки и  $h_l$  – ее глубина.

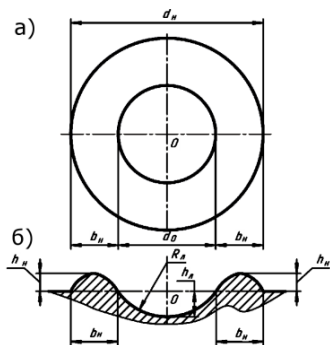


Рисунок 2 – Схематичное представление единичной лунки в плане (а) и ее диаметрального сечения (б)

Из приведенных фотографий видно, что реальная поверхность напльвов металла имеет развитый микрорельеф, состоящий из большого количества микровыступов и микровпадин. Вместе с тем, если их не учитывать, то расположение напльвов металла на поверхности штрипсы схематично можно представить следующим образом (рисунок 2).

Из приведенной схемы следует, что напльвы металла по краю лунки имеют в плане замкнутый контур в форме кольца внутренним диаметром  $d_0$ , наружным  $d_n$  и шириной  $b_n$ . При этом центр этих окружностей совпадает с центром лунки, т. е. напльвы металла расположены симметрично относительно ее центра (точка О).

В диаметральном сечении лунки ее геометрическими параметрами являются высота напльвов металла  $h_n$ , их ширина  $b_n$ , глубина лунки  $h_l$  и ее радиус  $R_n$ . Для более детального анализа геометрических параметров напльвов металла обратимся к схеме, приведенной на рисунке 3, где показан диаметральный разрез только напльвов металла и форма образуемой ими поверхности по краю лунки.

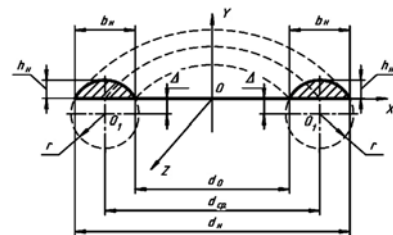


Рисунок 3 – Схематичное представление диаметрального сечения напльвов металла и форма образуемой ими поверхности по краю лунки

Как видно, кривую, описывающую профиль напльвов металла в диаметральном сечении, можно представить в виде части (дуги) окружности радиусом  $r$  с центром в точке  $O_1$  (воображаемая часть этой окружности показана на рисунке 3 пунктирной линией). При этом центр этой окружности (точка  $O_1$ ) расположен внутри материала штрипсы на расстоянии  $\Delta$  от положения ее исходной поверхности.

Следовательно, образуемая по краю лунки поверхность представляет собой поверхность вращения, полученную вращением дуги окружности радиусом  $r$  вокруг оси  $OY$ , лежащей в плоскости

этой окружности и не пересекающей ее. Такая поверхность представляет собой открытый тор, срезанный по плоскости XOZ, совпадающей с исходной поверхностью штрипсы. С учетом этого, форму диаметрального сечения напылов металла можно представить в виде сегмента круга высотой  $h_n$  и хордой (основанием сегмента)  $b_n$ .

С повышением энергии  $E$  электрического разряда [1] высота напылов металла  $h_n$  по краю лунки и их ширина  $b_n$  увеличиваются, но при этом возрастание  $b_n$  происходит более интенсивно, чем  $h_n$ . Это приводит к изменению формы сегмента, как показано на рисунке 4.

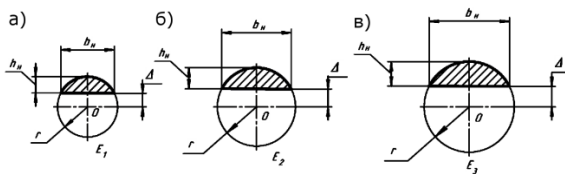


Рисунок 4 – Схематическое представление изменения формы кругового сегмента в диаметральном сечении напыла металла в зависимости от энергии разряда:

а – при  $E_1$ ; б – при  $E_2$ ; в – при  $E_3$  ( $E_1 < E_2 < E_3$ )

Как видно, с повышением  $E$  увеличивается радиус  $r$  окружности, а также величина отклонения основания сегмента от центра круга  $\Delta = r - h_n$ . При этом в силу опережающего возрастания величины основания сегмента  $b_n$  по сравнению с его высотой  $h_n$ , отношение  $h_n/b_n$  с повышением энергии разряда уменьшается, т. е. профиль напыла металла становится более пологим.

На основе отмеченных положений, ниже проанализируем геометрические параметры напылов металла с точки зрения формирования на них режущих элементов (кромки).

В процессе резания инструмент должен занимать определенное положение относительно станка и обрабатываемой заготовки. Непосредственно работу резания выполняет режущая часть под действием усилия, передаваемого от станка через присоединительную часть инструмента. Чтобы режущая часть смогла внедриться под отделяемый слой материала, она должна иметь форму клина. Этот клинообразный элемент режущей части инструмента называют режущим клином. Во всех случаях режущий клин имеет по меньшей мере две рабочие поверхности: переднюю и заднюю. По передней поверхности сходит отделяемая в процессе резания стружка, а задняя поверхность обращена в сторону обработанной поверхности заготовки. Тогда в нашем случае (рисунок 5) наружная поверхность напыла металла по краю лунки представляет собой переднюю поверхность режущего клина, а выступающая часть напыла – его заднюю поверхность.

Пересечение передней и задней поверхностей образуют край клина, называемый режущей кромкой или режущим лезвием. В данном случае

этим лезвием является скругленная по радиусу замкнутая поверхность выступающей части напыла металла. С учетом этого, на схеме (рисунок 5) обозначены следующие геометрические параметры напыла металла, влияющие на его режущую способность:  $\gamma$  – передний угол;  $\alpha$  – задний угол;  $r$  – радиус скругления режущей кромки;  $h_n$  – ее высота (высота зуба).

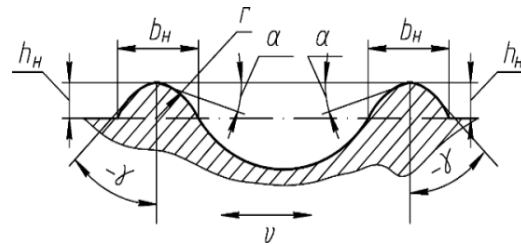


Рисунок 5 – Схема диаметрального сечения лунки на поверхности штрипсы с указанием геометрических параметров, влияющих на ее режущую способность

Как и при микрорезании единичным абразивным зерном режущий клин напылов металла характеризуется отрицательным передним углом  $\gamma$ , значение которого является одним из определяющих факторов формы срезаемой стружки. Так, при резании с малым передним углом материал заготовки легко удаляется с образованием сливной стружки. С увеличением  $\gamma$  стружка отделяется кусочками, т. е. образуется элементная стружка, а при резании с большим передним углом образуется стружка надлома. В нашем случае величины  $\gamma$  и  $r$  определяются отношением  $b_n/h_n$ , т. е. отношением основания сегмента круга к его высоте, с увеличением которого значения указанных параметров возрастают.

В плане режущая кромка напылов металла представляет собой дугу окружности радиусом  $R = d_{cp}/2$ , а главный угол в плане зависит от глубины резания, с увеличением которой его значение возрастает, что приводит к увеличению ширины срезаемого слоя материала, а также усилению степени его деформирования.

Таким образом, из приведенного анализа следует, что геометрические параметры напылов металла по краю лунки оправданно оценивать как малоразмерные режуще-деформирующие элементы, способные разрушать материал, уступающий по твердости металлу напылов.

## Литература

1. Влияние энергии электрического разряда и условий его протекания на геометрические параметры единичной лунки и микротвердость ее поверхностного слоя / М.Г. Киселев [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. – 2018. – № 2. – С. 53–58.