



УДК 621.961

РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕРХЗВУКОВОГО ГИДРОАБРАЗИВНОГО ПОТОКА ЖИДКОСТИ

А.В. Михеев

аспирант, кафедра «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика» ОрелГТУ

Научный руководитель: Г.В. Барсуков,

доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика» ОрелГТУ

При гидроабразивном резании струя жидкости с абразивом истекает из сопла малого диаметра (0,8 - 2 мм) под давлением 200 - 500 МПа, обладая при этом сверхзвуковой скоростью и кинетической энергией, достаточной для выполнения резания неметаллических материалов толщиной до 350 мм, металлов - до 150 мм.

Свойства и характеристики применяемого абразивного зерна значительно влияют на скорость подачи сопла относительно материала и определяют интенсивность разрушения. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что значительное повышение (в 10 раз) производительности резания высокопрочных материалов обеспечивает более твердый абразив корунд.

Изучение микрофотографий обработанных поверхностей после гидроабразивного резания показывает, что механизм разрушения материалов с различными физико-механическими свойствами примерно одинаков. Преобладающим является микрорезание. Так, например, при резании алюминия, который мало склонен к хрупкому разрушению, удельный съем относительно высок. Микрорезание осуществляется при однократном приложении силы летящей абразивной частицы, достаточной по величине для отрыва микрочастицы обрабатываемого материала и имеющей более высокую твердость по сравнению с ним.

Объем снимаемой стружки единичным зерном определяет интенсивность проникновения гидроабразивной струи в материал. В связи с чем, необходимо знать траекторию врезания частицы в преграду, определяющую глубину h , ширину b и длину L царапины от выступов микрорельефа зерна. Среднее значение углов 2β при вершине уменьшается с понижением номера зернистости. Значение углов 2β лежат в пределах 40 - 150°. При этом процент острых углов составляет 12 - 25 %.

Задача о проникновении абразивного зерна в материал решалась для случая, когда угол между контактной поверхностью и осью симметрии внедряемой частицы α небольшой. При определении траектории движения единичного зерна учитывалось вращение абразивной частицы вокруг центра масс.

При решении задачи сделаны следующие допущения:

- 1) величина заглупления зерна в материал Δ меньше его радиуса;
- 2) угловая скорость вращения зерна вокруг оси симметрии отсутствует, а вокруг центра масс равна нулю в начальный момент контакта;
- 3) в начальный момент контакта с поверхностью материала вектор скорости зерна совпадает с осью его симметрии;
- 4) форму абразивного зерна аппроксимируем двумя конусами, имеющими общее основание, вершины которых находятся по разные стороны на одинаковом расстоянии.

Получено следующее уравнение движения и вращения центра масс абразивного зерна в зоне контакта:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = [\dot{x}^2 k + w] \left[-\frac{d^2}{4} \gamma \cos(\alpha_0 - \varphi) + \frac{4}{3} \lambda \sin(\alpha_0 - \varphi) \right], \\ m\ddot{y} = -[\dot{x}^2 k + w] \left[\frac{d^2}{4} \gamma \sin(\alpha_0 - \varphi) + \frac{4}{3} \lambda \cos(\alpha_0 - \varphi) \right], \\ I\ddot{\varphi} = [\dot{x}^2 k + w] \left[-\frac{d^2}{4} \gamma \left(\frac{d}{2} - \frac{2}{3}(\eta - H_0) \right) + \frac{4\Delta}{9\text{tg}\beta} \lambda \right], \end{cases} \quad (1)$$



где λ, γ - коэффициенты; $\lambda = \frac{\sqrt{d(\eta - H_0)^3 - (\eta - H_0)^4}}{\operatorname{tg}\beta - \sin(\alpha_0 - \varphi)}$;

$$\gamma = \left(\frac{\pi}{180} \arcsin \frac{2\sqrt{d(\eta - H_0) - (\eta - H_0)^2}}{d} - \frac{2\sqrt{d(\eta - H_0) - (\eta - H_0)^2}}{d} \sqrt{1 - \left(\frac{2\sqrt{d(\eta - H_0) - (\eta - H_0)^2}}{d} \right)^2} \right)$$

m - масса абразивного зерна;

I - экваториальный момент инерции;

$\varphi = \alpha_0 - \alpha$ - изменение угла наклона оси симметрии зерна к преграде;

α_0 - начальный угол между контактной поверхностью и осью симметрии внедряемого зерна;

d - диаметр зерна;

Δ - глубина врезания зерна в поверхность.

Система уравнений (1) решена численным методом. На рисунке представлен полученный результат в графическом виде.

