

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗЕРЕН АЛМАЗНОГО ШЛИФОВАЛЬНИКА

В процессе работы зерна шлифовальника испытывают как статическую, так и динамическую нагрузки, в результате чего возникают колебания. В первом приближении предполагается, что зерно как абсолютно твердое тело имеет шесть степеней свободы, т. е. поступательно перемещается в трех направлениях и поворачивается относительно трех осей. При этом частоты собственных колебаний могут изменяться в достаточно большом диапазоне, так как зерна в процессе колебаний расшатываются и изменяется жесткость их крепления со связкой. Разрушению соединения зерна со связкой способствует резонанс, который наступает вследствие совпадения частот его собственных колебаний с частотой вращения шлифовальника, обрабатываемых (оптических) стекол и других деталей.

Используем полученные в работе [1] формулы для упругих перемещений и углов поворота зерен, имеющих форму эллиптического двуполостного гиперболоида и пирамиды, для определения частот собственных колебаний:

$$\omega_{\text{п}} = 2\pi\sqrt{c_{\text{п}}/m}, \quad \omega_{\text{в}} = 2\pi\sqrt{c_{\text{в}}/I}$$

Жесткости для зерен пирамидальной формы $z = H(|x|/a + |y|/b)$ вычисляются по формулам:

$$c_{\text{пх}} = 2GH^2(\gamma b/a + a/b + ab/H^2);$$

$$c_{\text{пз}} = 2GH^2(a/b + b/a + \gamma ab/H^2);$$

$$c_{\text{вх}} = \frac{GH^4}{3} \left\{ \left(1 + \frac{b^2}{H^2}\right) \left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a} + \frac{\gamma ab}{H^2}\right) + \frac{8 \left[\frac{(\gamma+1)ab}{2H^2} + \frac{b}{a} + \frac{\gamma a}{b} \right]^2}{3 \left(\frac{\gamma a}{b} + \frac{b}{a} + \frac{ab}{H^2} \right)} \right\};$$

$$c_{\text{вз}} = \frac{Gab}{3} \left[a^2 + b^2 + \gamma H^2 \left(\frac{a^2}{b^2} + \frac{b^2}{a^2} + \frac{3}{\gamma} - 1 \right) \right];$$

для зерен в форме гиперболоида $z = H(x^2/a^2 + y^2/b^2 + d^2)^{1/2}$

$$c_{\text{пх}} = \pi GH^2 \left[(1-d^2) \left(\frac{\gamma b}{a} + \frac{a}{2b} + \frac{ab}{H^2} \right) + \left(\frac{a}{b} + \frac{\gamma b}{a} \right) d^2 \ln d \right];$$

$$c_{\text{пз}} = \pi GH^2 \left[(1-d^2) \left(\frac{\gamma ab}{H^2} + \frac{b}{2a} + \frac{a}{2b} \right) + \left(\frac{b}{a} + \frac{a}{b} \right) d^2 \ln d \right];$$

$$c_{\text{вх}} = \pi GH^2 \left\{ \frac{a}{4b} (1-d^2)^2 \left[\frac{b^2 a^2}{4} + \gamma a^2 \left(\frac{b}{H^2} + \frac{H^2}{b^2} + 2 + \frac{1}{\gamma} \right) + H^2 \right] + \right.$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{2H^2[\gamma a/b + b/a + (\gamma + 1)ab/H^2]}{9(\gamma a/b + b/a + ab/H^2)} \left\{ (1-d^3) \left[\frac{(\gamma + 1)ab}{H^2} + \frac{b}{a} + \right. \right. \\
& + \left. \frac{\gamma a}{b} \right] - 3d^2(1-d) \left[\frac{b}{a} + \frac{\gamma a}{b} + \frac{(\gamma - 1)ab}{H^2} \right] \left. \right\} + \frac{b}{8a} (5a^2 - b^2)d^2(1- \\
& - d^2) - \frac{b}{4a} (3a^2 + b^2)d^4 \ln d \left. \right\}; \\
c_{Bz} & = \frac{\pi Gab}{4} \left\{ (a^2 + b^2)(1-d^2)^2 + \gamma H^2 \left(\frac{a^2}{b^2} + \frac{b^2}{a^2} - 2 + \frac{8}{\gamma} \right) \times \right. \\
& \times \left. \left[\frac{(1-d^2)(1-3d^2)}{4} - d^4 \ln d \right] \right\}.
\end{aligned}$$

Жесткости $c_{пу}$ и $c_{ву}$ для зерен составляются на основании формул для $c_{пх}$ и $c_{вх}$ путем замены a на b и b на a , где $\omega_{п}$, $c_{п}$ — соответственно частота собственных колебаний и жесткость зерна при поступательном перемещении вдоль осей координат; $\omega_{в}$, $c_{в}$ — соответственно частота собственных колебаний и жесткость зерна при вращении вокруг осей координат; m — масса зерна; I — момент инерции зерна относительно соответствующей оси координат.

Зависимость частоты собственных колебаний зерна от глубины его закрепления и геометрических параметров исследовалась в предположении, что масса и моменты инерции зерна алмазного шлифовальника не изменяются в процессе шлифования. Для этого были составлены программы для ЭВМ типа ЕС и

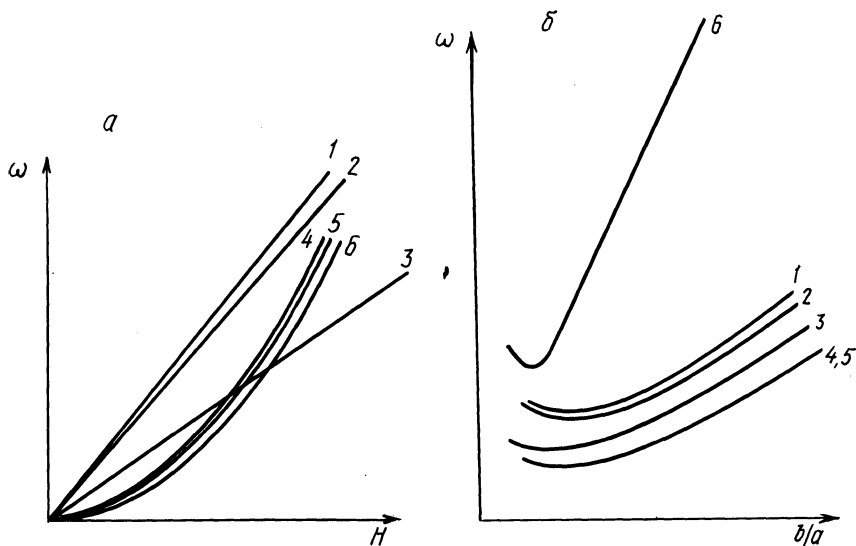


Рис. 1. Графики зависимости частот собственных колебаний зерна:

a — от глубины его закрепления в связке; b — от отношения наибольших его размеров в поперечном сечении; 1, 2, 3 — при поступательном перемещении вдоль осей OX , OY , OZ ; 4, 5, 6 — при вращении соответственно вокруг осей OX , OY , OZ

произведены необходимые расчеты. На основе анализа числовых результатов и графиков (рис. 1) были выведены следующие закономерности.

1. При поступательных перемещениях зерна частота собственных колебаний прямо пропорциональна глубине его закрепления, а при вращениях прямо пропорциональна квадрату глубины закрепления. Этим объясняется способность зерна к внезапному выкрашиванию при уменьшении глубины его закрепления, так как при определенном износе связки неизбежно наступает резонанс.

2. Зависимость частоты колебаний зерна от отношения полуосей эллипса или диагоналей ромба показывает, что существует минимум частоты при фиксированных параметрах. Так, для зерна пирамидальной формы этот минимум частоты собственных колебаний $\omega_{\text{пх}}$ в случае поступательного перемещения вдоль оси OX наступает при $a = b\sqrt{\gamma}$, где $\gamma = 2(1 - \mu)/(1 - 2\mu)$ — упругая характеристика связки; μ — коэффициент Пуассона.

При $\mu = 0,15$ $\gamma = 17/7$, $a = 1,56b$.

Таким образом, вывод о предпочтительности эллиптической формы по сравнению с круглой и формы ромба по сравнению с формой квадрата при статическом расчете зерна подтверждается и уточняется при динамическом расчете.

3. Зависимость частоты собственных колебаний зерна от параметра d , характеризующего закругление вершины закрепленной его части, свидетельствует об уменьшении колебаний с увеличением d . Это доказывает преимущество пирамидальной формы зерна по сравнению с имеющей закругление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крушевский А.Е. Аналитическое исследование напряженного состояния зерна шлифовальника в области соединения его со связкой. — В кн.: Машиностроение. Мн., 1985, вып. 10, с. 32–36.

УДК 625.9-1/9-11

Ю.А.НОВОСЕЛОВ, канд.техн.наук,
М.И.МИХАЙЛОВ (БПИ)

ПЛОЩАДЬ КАСАНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНОЙ ПЛАСТИНЫ С ЭТАЛОННОЙ ПЛОСКОСТЬЮ

При конструировании сборных режущих инструментов следует учитывать характер контактирования режущей пластины с державкой и другими элементами системы крепления, определяющий напряженно-деформированное состояние этих элементов, теплоотвод из зоны резания в державку и, в конечном счете, стойкость инструмента.

С использованием стандартизованных пластин твердого сплава в виде прямоугольной призмы (например, формы 0139А, 0141А по ГОСТ 2209–82), отличающихся удобством крепления, возможностью многократных заточек, представления о контурной площади касания особенно важны, так как их