

УДК 674.055

В.И. Коняшкин

Брянская инженерно-технологическая академия

Коняшкин Владимир Ильич родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Брянский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 85 печатных работ в области деревообработки.
E-mail: Konyashkinbgita@bk.ru



ПРЕДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Получены аналитические зависимости расчета напряжений в резце при действии нагрузки на его режущую часть.

Ключевые слова: прочность, режущая часть, нагрузки, напряжения, упрочнение, анализ.

Для изучения прочности режущих инструментов необходимо знать прочность материалов, из которых они изготовлены.

Цель нашей работы – разработать методику и выполнить расчет предельного напряжения в резце для случая действия на лезвие инструмента нормально распределенной нагрузки.

Исследование прочности инструментальных материалов проводили по принципиальной схеме (рис. 1).

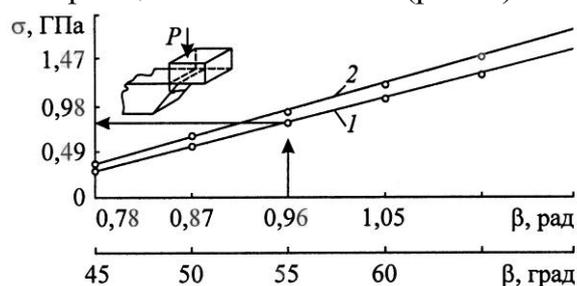


Рис. 1. Схема и результаты испытаний прочности режущей части резца: 1 – твердый сплав BK15; 2 – упрочненный твердый сплав BK15(TiN)

При достижении предельных значений напряжений происходит разрушение материала – скол. Разрушающую нагрузку регистрировали с помощью осциллографа. Для более равномерного распределения нагрузки на контактную площадку применяли прокладку толщиной 0,1 мм из стали 20.

Длина контакта – 0,5 мм. Скорость нагружения пуансона – 0,01 м/мин. За критерий прочности принято отношение разрушающей нагрузки к площади контакта образца с пуансоном. Результаты представлены в виде графика на рис. 1.

Изменение прочности однородного резца связано с изменением угла заострения β . На прочность материала влияет упрочнение – изменение физико-механических свойств, прежде всего, нагруженной поверхности резца.

Для расчета предельных напряжений в режущей части использовали точные аналитические зависимости для постоянной нормальной нагрузки [1]:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{q}{\operatorname{tg}\beta \cdot \beta} \left(-\operatorname{arctg} \frac{y}{x} - \frac{xy}{x^2 + y^2} + \beta \right); \\ \sigma_y &= \frac{q}{\operatorname{tg}\beta \cdot \beta} \left(-\operatorname{arctg} \frac{y}{x} + \frac{xy}{x^2 + y^2} + \beta - \operatorname{tg}\beta \right); \\ \tau_{xy} &= -\frac{q}{\operatorname{tg}\beta - \beta} \frac{y^2}{x^2 + y^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

где q – нормальная нагрузка на передней поверхности резца;

β – угол заострения резца;

x – расстояние от режущей кромки.

Определим напряжения на передней поверхности резца:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{q\beta}{\operatorname{tg}\beta - \beta}; \\ \sigma_2 &= -q, \end{aligned} \quad (2)$$

где σ_1, σ_2 – соответственно главные растягивающие и сжимающие напряжения.

Для изучения предельного состояния применяли обобщенный критерий прочности Г.С. Писаренко и А.А. Лебедева [4], который использовали для расчета отношения $\sigma_{\text{экв}}/\sigma_1$ в зависимости от $|\sigma_2|/\sigma_1$ при различных значениях характеристик материала (β, χ и A).

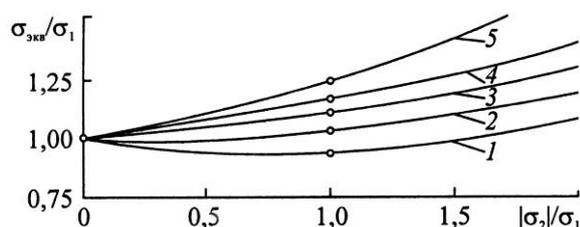


Рис. 2. Зависимость отношения $\sigma_{\text{экв}}/\sigma_1$ от $|\sigma_2|/\sigma_1$ при различных значениях χ и A : 1 – $\chi = 0,25; A = 0,7$; 2 – $0,25; 0,8$; 3 – $0,25; 0,9$; 4 – $0,35; 0,8$; 5 – $0,45; 0,8$

На рис. 2 показано изменение отношения $\sigma_{\text{экв}}/\sigma_1$ в зависимости от $|\sigma_2|/\sigma_1$ для нескольких материалов, у которых χ варьировали от 0,25 до 0,45, а A – от 0,7 до 0,9. Это более полно показано и обобщено в работе [2].

Расчет производили следующим образом. По формулам (2) рассчитывали $\sigma_1/q = \sigma_1/|\sigma_2|$ при некотором значении угла β . По зависимостям определяли $\sigma_{\text{экв}}/\sigma_1 = \eta(\chi, |\sigma_2|/\sigma_1)$ для полученного ранее $\sigma_1/|\sigma_2|$ и некоторых заданных значений A и χ . По полученному η и найденному σ_1/q определяли

$$\frac{q}{\sigma_{\text{экв}}} = \frac{q}{\sigma_1} \frac{\sigma_1}{\sigma_{\text{экв}}} = \frac{q}{\sigma_1 \eta(\chi, |\sigma_2|/\sigma_1)} \quad (3)$$

Расчитанные таким образом значения $q/\sigma_{\text{экв}}$ приведены в виде графиков на рис. 3 при тех же значениях A и χ , что и на рис. 2.

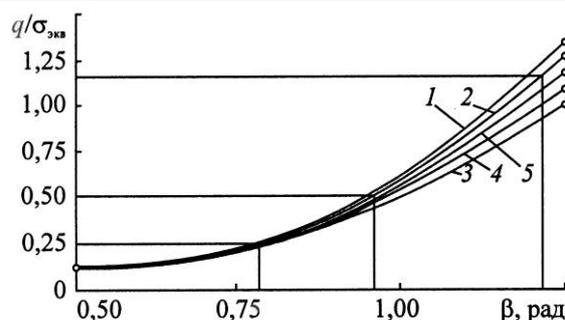


Рис. 3. Зависимость $q/\sigma_{\text{экв}}$ от угла заострения β при различных значениях χ и A

Для расчета предельных параметров инструментального материала реза вначале находили отношение $q_{\text{пр}2}/q_{\text{пр}1}$ (где $q_{\text{пр}2} = q_{\text{пр}}$ при $\beta = 1,22$ рад (70°); $q_{\text{пр}1} = q_{\text{пр}}$ при $\beta = 0,78$ рад (45°)).

Для полученных экспериментальных значений предельных внешних нагрузок это отношение изменялось от 5 до 6, что соответствует $\chi = 0,25; A = 0,7 \dots 0,8$. Это хорошо согласуется со значениями этих параметров для вольфрамокобальтового сплава ($\chi = 0,25 \dots 0,30; A = 0,8$ [3]).

Предельное значение $\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}}$ можно рассчитать следующим образом. Для $\beta = 0,96$ рад (55°) находим экспериментальное значение $q_{\text{пр}} = 0,83$ ГПа (см. зависимость 1, рис. 1), по графической зависимости (рис. 2) для $\chi = 0,25; A = 0,8$ находим $q_{\text{пр}}/\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}} = 0,5$. Тогда $\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}} = 1,66$ ГПа.

Для того же материала при $\beta = 0,78$ рад (45°) получим $q_{\text{пр}} = 0,25$ ГПа и по зависимости (рис. 2) находим $q_{\text{пр}}/\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}} = 0,28$. Тогда $\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}} = 0,90$ ГПа.

Для того же материала при $\beta = 1,22$ рад (70°) получим $q_{\text{пр}} = 1,55$ ГПа и по зависимости (рис. 2) находим $q_{\text{пр}}/\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}} = 1,15$. Тогда $\sigma_{\text{экв}^{\text{пр}}} = 1,35$ ГПа.

Выводы

1. Представлены методика, результаты испытания и выполнен расчет предельного напряжения в резце

для случая действия на лезвие инструмента нормально распределенной нагрузки (рис. 1), дающей наиболее сложного вида распределения напряжений в резце. При этом предельное значение рассчитывается исходя из угла заострения (β) и характеристик инструментального материала ($\chi, A, \beta, q_{\text{пр}}$).

2. Достигнуто увеличение на 10...20 % прочности при упрочнении.

3. Предложенная методика позволяет уменьшить объем изыскательных работ при создании новых инструментальных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киселев В.А.* Плоская задача теории упругости. М.: Высш. шк., 1976. 150 с.

2. *Коняшкин В.И.* Напряженное состояние режущей части инструмента // Лесн. журн. 2006. № 2. С. 74–89. (Изв. высш. учеб. заведений).

3. *Лоладзе Т.Н.* Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1982. 315 с.

4. *Писаренко Г.С., Лебедев А.А.* Деформирование и прочность материала при сложном напряженном состоянии. К.: Наук. думка, 1976. 416 с.

V.I. Konyshkin

Bryansk State Academy of Engineering and Technology

Limiting Characteristics of Instrumental Materials

The analytical dependencies of a cutter stress analysis under the load effect on the cutting part are obtained.

Keywords: strength, cutting part, loads, stress, strengthening, analysis.