

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).

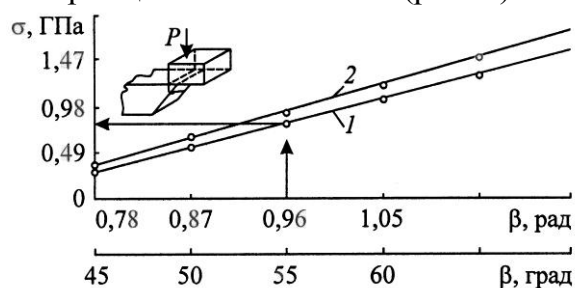


Рис. 1. Схема и результаты испытаний прочности режущей части резца: 1 – твердый сплав BK15; 2 – упрочненный твердый сплав BK15(TiN)

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]:

$$\sigma_x = \frac{q}{\operatorname{tg}\beta \cdot \beta} \left( -\operatorname{arctg} \frac{y}{x} - \frac{xy}{x^2 + y^2} + \beta \right);$$

$$\sigma_y = \frac{q}{\operatorname{tg}\beta \cdot \beta} \left( -\operatorname{arctg} \frac{y}{x} + \frac{xy}{x^2 + y^2} + \beta - \operatorname{tg}\beta \right); \quad (1)$$

$$\tau_{xy} = -\frac{q}{\operatorname{tg}\beta - \beta} \frac{y^2}{x^2 + y^2},$$

где  $q$  – нормальная нагрузка на передней поверхности резца;

$\beta$  – угол заострения резца;

$x$  – расстояние от режущей кромки.

Определим напряжения на передней поверхности резца:

$$\sigma_1 = \frac{q\beta}{\operatorname{tg}\beta - \beta}; \quad (2)$$

$$\sigma_2 = -q,$$

где  $\sigma_1, \sigma_2$  – 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 ( $\beta, \chi$  и  $A$ ).

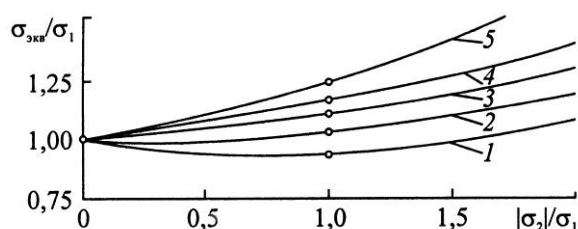


Рис. 2. Зависимость отношения  $\sigma_{\text{экв}}/\sigma_1$  от  $|\sigma_2|/\sigma_1$  при различных значениях  $\chi$  и  $A$ : 1 –  $\chi = 0,25; A = 0,7$ ; 2 –  $0,25; 0,8$ ; 3 –  $0,25; 0,9$ ; 4 –  $0,35; 0,8$ ; 5 –  $0,45; 0,8$

На рис. 2 показано изменение отношения  $\sigma_{\text{экв}}/\sigma_1$  в зависимости от  $|\sigma_2|/\sigma_1$  для нескольких материалов, у которых  $\chi$  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  $\beta$ . 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  $\chi$ . По полученному  $\eta$  и найденному  $\sigma_1/q$  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  $\chi$ , что и на рис. 2.

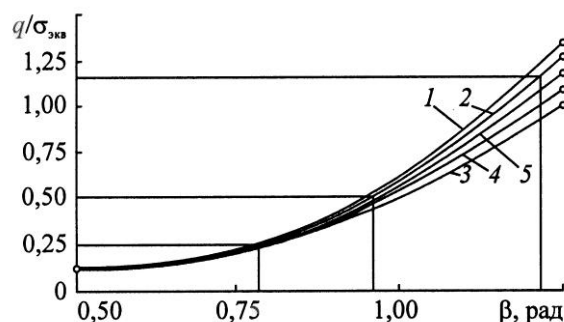


Рис. 3. Зависимость  $q/\sigma_{\text{экв}}$  от угла заострения  $\beta$  при различных значениях  $\chi$  и  $A$

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 ( $70^\circ$ );  $q_{\text{пр}1} = q_{\text{пр}}$  при  $\beta = 0,78$  рад ( $45^\circ$ )).

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 ( $55^\circ$ ) 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 ( $45^\circ$ ) 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 ( $70^\circ$ ) 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 ( $\beta$ ) 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.