

НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ КВАДРАТНЫХ СМП НА ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ

*В.Н. Козлов, к.т.н., доц.,
А. Ян, магистрант гр. 4АМ01;*

М. Ци, аспирант гр. А1-21,

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30
тел.(3822)-606-389*

E-mail: kozlov-viktor@bk.ru

На производстве широкое распространение получили квадратные сменные многогранные пластины (СМП) в связи с возможностью использовать четыре вершины, очень просто обтачивать фаску под 45° (рис. 1 а). Такие пластины имеют исходный рациональный главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$, который способствует увеличению стойкости и прочности СМП в отличие от трёхгранных пластин (рис. 1 б).

Разновидность трёхгранных пластин часто называют шестигранными (рис. 1 в) из-за особенности их конструкции, но они имеют всего лишь три вершины, используемые при обработке. У таких

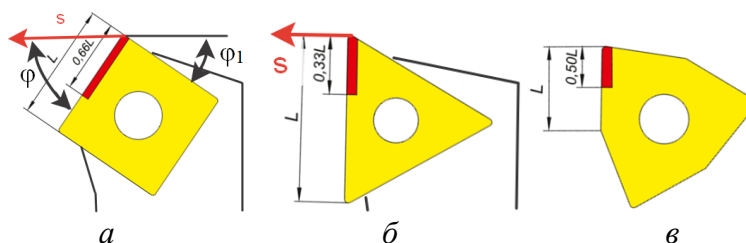


Рис. 1. Квадратные (а) и трёхгранные СМП (б и в)

СМП вспомогательный угол в плане φ_1 меньше, что увеличивает их прочность и стойкость, уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

У резцов с отогнутой головкой наличие угла в плане $\varphi = 45^\circ$ при обточке торца с **поперечной** подачей позволяет получить главный угол в плане такой же величины, т.е. $\varphi = 45^\circ$, несмотря на изменение направления подачи на 90° . Однако квадратные пластины имеют вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 45^\circ$, большая величина которого уменьшает прочность режущего инструмента в отличие от рационального, с точки зрения прочности и получения малой шероховатости обработанной поверхности, угла $\varphi_1 = 10 \dots 15^\circ$.

Квадратные СМП позволяют обрабатывать заготовки с большими подачами по сравнению с трёхгранными, но требуется определить напряжённо-деформированное состояние (НДС) этих СМП, чтобы оценить запас прочности при увеличенной подаче и рассчитать предельно допустимую подачу с точки зрения прочности инструмента.

Для расчёта НДС режущего инструмента необходимо использовать эпюры с реальным распределением контактных напряжений [1]. Характер распределения контактных напряжений на передней поверхности, полученные разными исследователями независимо друг от друга с помощью метода разрезного резца [2], и выявленные особенности их построения [2, 3], позволяют построить эпюры нормальных σ и касательных τ контактных напряжений (МПа) по измеренным или рассчитанным технологическим составляющим P_z , P_y и P_x (Н) силы резания [3]. По технологическим составляющим силы резания необходимо рассчитать физические составляющие – нормальную N и касательную F , действующие на передней поверхности, с учётом переднего угла γ .

Для построения эпюр необходимо знать длину контакта стружки с передней поверхностью s (мм), которую можно измерить или определить по экспериментально полученным графикам [3].

Расчёты НДС квадратных СМП с использованием программы ANSYS показали, что при достаточно большой продольной подаче $s = 0,52$ мм/об при переднем угле $\gamma = +10^\circ$ и длине

контакта по главной режущей кромке $b = 2$ мм наибольшее эквивалентное напряжение σ_3 не превышает 952 МПа (рис. 2).

При уменьшении переднего угла γ до отрицательной величины $\gamma = -10^\circ$ наибольшее эквивалентное напряжение σ_3 увеличивается почти в 1,5 раза – до 1451 МПа (рис. 3).

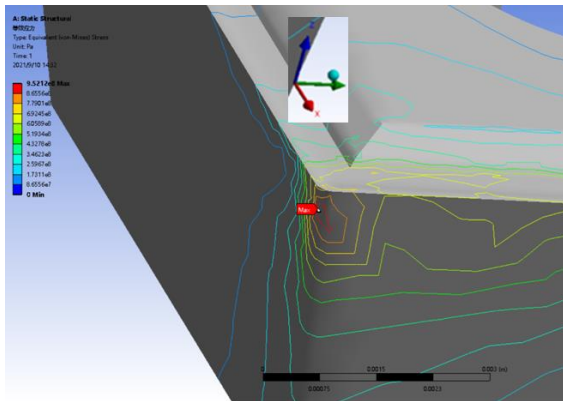


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений в квадратных СМП без износа при нагрузке по передней поверхности только у главной режущей кромки. Сталь 40Х – Т15К6, $\phi = 45^\circ$, $\phi_1 = 45^\circ$, $\gamma = +10^\circ$, $s = 0,52$ мм/об, $c = 1,84$ мм, $b = 2$ мм, $\sigma_{3 \max} = 952$ МПа

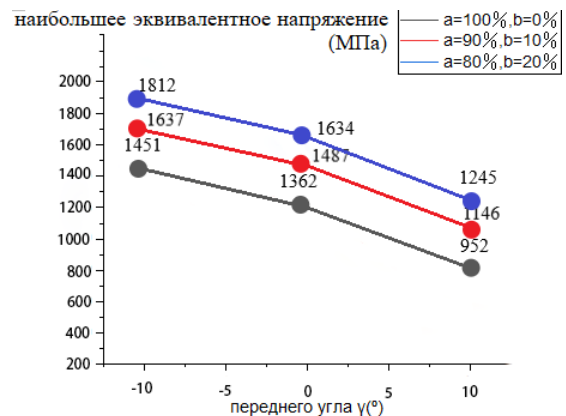


Рис. 3. Влияние доли нагрузки на главной (a) и вспомогательной (b) режущей кромки (%) и переднего угла γ ($^\circ$) на величину наибольшего эквивалентного напряжения $\sigma_{\text{эkv max}}$ (МПа) в квадратных СМП

При черновой токарной обработке основная нагрузка приходится на участок, расположенный у главной режущей кромке. Но силы на вспомогательной режущей кромке приводят к изменению напряжённого состояния, поэтому нами было исследована степень влияния этих сил на НДС СМП с $\phi = 45^\circ$ при нагрузке главной режущей кромки в 100, 90 и 80% от общей силы резания. Считалось, что распределение контактных напряжений на передней поверхности у вспомогательной режущей кромке такое же, что и у главной режущей кромке.

Приложение контактной нагрузки к вспомогательной режущей кромке существенно увеличивает наибольшее эквивалентное напряжение σ_3 (рис. 3). Так при $\gamma = +10^\circ$ происходит увеличение до 1145...1245 МПа при разной доле силы резания, приходящейся на вспомогательную режущую кромку. Это показывает, что при расчёте НДС режущего инструмента необходимо учитывать нагрузку со стороны вспомогательной режущей кромки и с увеличением подачи она увеличивается.

Список литературы:

1. Чжан Ц., Козлов В.Н. Влияние вида нагружения на расчёт внутренних напряжений в режущем клине // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 8: в 2 ч. Ч. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. с. 352-356.
2. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.
3. Определение параметров эпюр контактных напряжений на передней поверхности режущего инструмента при обработке стали / Ц. Чжао, В. Н. Козлов, Ц. Ю, М. Ци // Современные проблемы машиностроения сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции, г. Томск, 26-30 октября 2020 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. Е. Н. Пашкова. – Томск: Томский политехнический университет, 2020. с. 144-145.