

## НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ЕЁ ИЗНОСЕ.

*В.Н. Козлов, к.т.н., доц.,  
Ц. Чжан, магистрант гр. 4АМ11,  
Л. Шэ, магистрант гр. 4АМ11,  
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30  
тел.(3822)-606-389  
E-mail: [kozlov-viktor@bk.ru](mailto:kozlov-viktor@bk.ru)*

Износ режущего инструмента приводит к появлению лунки на передней поверхности, округлению режущей кромки и увеличению фаски износа по задней поверхности. При обработке стали более опасным является увеличение длины фаски по задней поверхности  $h_z$  более 0,75 мм, т.к. существенно увеличиваются силы со стороны этой фаски, что приводит к сколу режущего клина.

При расчёте на прочность инструмента необходимо приложить к его 3D модели внешние нагрузки со стороны передней и задней поверхностей, для чего надо знать их распределение [1]. Особое внимание необходимо уделить распределению контактных напряжений на фаске износа по задней поверхности.

Приращение сил резания только за счёт увеличения длины фаски износа по задней поверхности  $h_z$  при постоянном режиме резания позволяет рассчитать контактные нагрузки на искусственной фаске по задней поверхности, заточенной с задним углом  $\alpha_h=0^\circ$  [1], что является дополнением к исследованиям распределения контактных напряжений на фаске износа, выполненным с использованием метода разрезного реза.

При обработке стали чаще всего образуется сливная стружка с постоянно действующей радиальной составляющей силы резания  $P_y$ , что приводит к упругому восстановлению поверхности резания с длиной волны  $L_{\text{упр.восст}}$ , зависящей от толщины среза  $a$ , рассчитываемой при косоугольном резании по формуле  $a = s \cdot \sin\varphi$ , где  $s$  – это подача (мм/об);  $\varphi$  – главный угол в плане ( $^\circ$ ).

Чем больше толщина среза  $a$ , тем больше упругая деформация поверхности среза под областью зоны первичной пластической деформации и тем больше длина волны упругого восстановления поверхности резания.

Поэтому при малой толщине среза  $a=0,05$  мм нормальные контактные напряжения на фаске задней поверхности  $\sigma_h$  сначала увеличиваются более интенсивно, чем при большой толщине среза  $a=0,368$  мм (см. рис. 1), но при отдалении от режущей кромки  $x_{hi}$  более 0,7 мм график  $\sigma_h$  для  $a=0,368$  мм идёт вверх круче, и при  $x_{hi}$  более 1 мм величина  $\sigma_h$  становится очень большой.

Такой характер эпюры нормальных контактных напряжений объясняет причину повышения интенсивности износа режущего инструмента при увеличении длины фаски износа более 0,7 мм и скол режущей части при дальнейшем использовании инструмента без переточки или замены.

Расчёт НДС режущей пластины выполнялся после приложения эпюр контактных напряжений на передней поверхности и на фаске по задней поверхности. На передней поверхности длина контакта стружки с передней поверхностью разбивалась на участки и в пределах каждого такого  $i$ -того участка принималось, что распределение контактных напряжений равномерное и его величина равна среднему на этом участке, рассчитанному по эпюре соответственного контактного напряжения ( $\sigma_{cp i}$  и  $\tau_{cp i}$ ). С увеличением толщины среза  $a$  увеличивается и длина контакта стружки  $c$  с передней поверхностью, поэтому

увеличивалось и количество участков для увеличения точности нагружения внешними нагрузками.

При увеличении длины фаски износа  $h_3$  с 0,2 до 1,4 мм при толщине среза  $a = 0,05$  мм происходит существенное увеличение величины наибольшего эквивалентного напряжения (рис. 2).

При увеличении толщины среза величина наибольшего эквивалентного напряжения также увеличивается. При малой толщине среза  $a = 0,05$  мм и сравнительно небольшой длине фаски износа по задней поверхности  $h_3 = 0,2$  мм (рис. 2, а) величина наибольшего эквивалентного напряжения почти такая же, что и при большой толщине среза  $a = 0,368$  мм. Это говорит о большом влиянии прогиба поверхности резания – часто изношенный инструмент чаще ломается при очень малой толщине среза  $a < 0,05$  мм, т.к. длина волны упругого восстановления мала и рост нормальных контактных напряжений на фаске происходит более интенсивно.

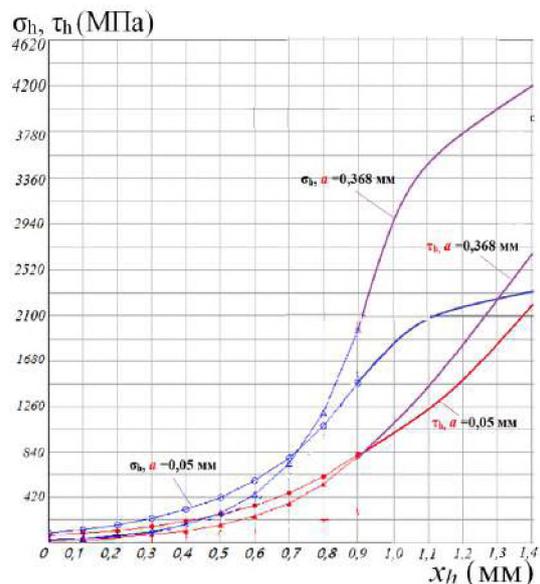
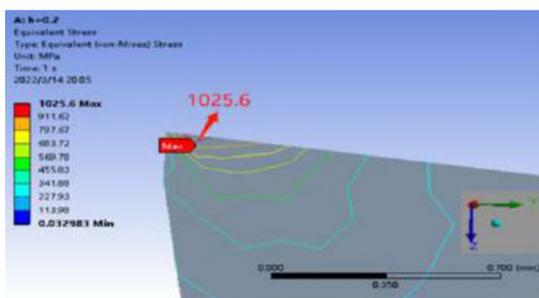
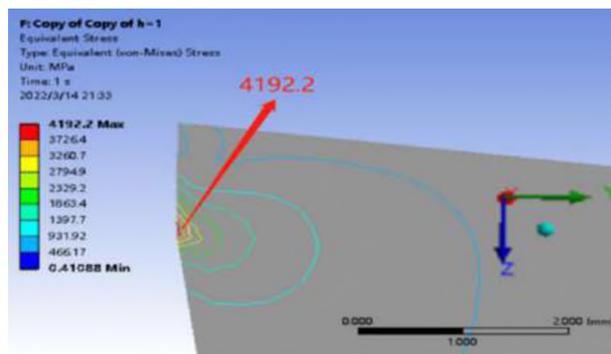


Рис. 1. Распределение нормальных  $\sigma_h$  и касательных  $\tau_h$  (МПа) контактных напряжений на искусственной фаске износа по задней поверхности резца при обработке стали 40X.  $\varphi=45^\circ$ ,  $v=2$  м/с,  $t=2$  мм, при толщине среза  $a$ :  $\circ, \bullet$  -  $a = 0,05$  мм;  $\diamond, \blacklozenge$  -  $a = 0,368$  мм. Абсцисса – расстояние от режущей кромки вдоль фаски задней поверхности  $x_h$  (мм)



а)  $h_3=0,2$  мм;



б)  $h_3=1,4$  мм.

Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений  $\sigma_{\text{ЭКВ max}}$  в режущем клине при прямоугольном резании диска. Сталь 40X – Т15К6, передний угол  $\gamma=+7^\circ$ ,  $a = 0,05$  мм, длина контакта стружки  $c = 0,46$  мм, ширина контакта  $b = 2,82$  мм,  $F = 338$  Н,  $N = 405$  Н.

$a - h_f=0,2$  мм,  $\sigma_{\text{ЭКВ max}} = 1025,6$  МПа;  $б - h_f=1,4$  мм,  $\sigma_{\text{ЭКВ max}} = 4192,2$  МПа.

### Список литературы:

1. Kozlov Victor Nicolaevich, Zhang Jiayu, Guo Yingbin, Sabavath Sai Kiran. Contact loads on surfaces of worn out cutter in steel machining [Electronic resource] / Zhang Jiayu [et al.]; sci. adv. V. N. Kozlov // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов : сборник докладов VIII Всероссийской научно- практической конференции, Томск, 16-18 мая 2018 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — [С. 39-45].