

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*

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); φ – 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 σ_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 σ_h для $a=0,368$ мм идёт вверх круче, и при x_{hi} более 1 мм величина σ_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.

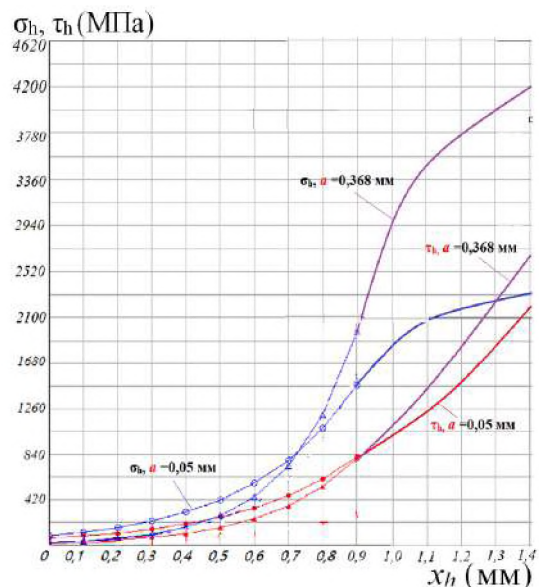
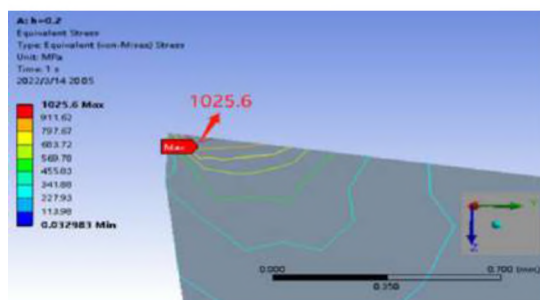
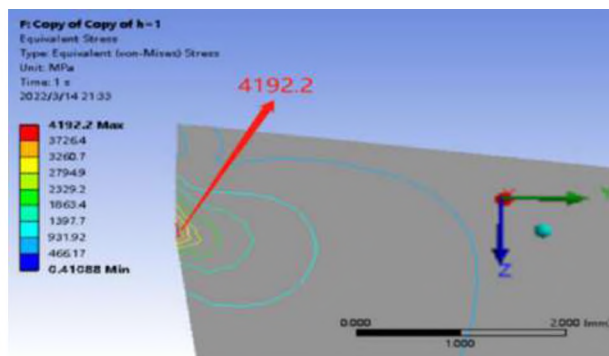


Рис. 1. Распределение нормальных σ_h и касательных τ_h (МПа) контактных напряжений на искусственной фаске износа по задней поверхности резца при обработке стали 40X. $\varphi=45^\circ$, $v=2$ м/с, $t=2$ мм, при толщине среза a : \circ, \bullet - $a = 0,05$ мм; \diamond, \blacklozenge - $a = 0,368$ мм. 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].