

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭПЮР КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ

Ц. Чжао, магистрант гр. 4АМ91,
В.Н. Козлов, к.т.н., доц., Ц. Ю,
Ц. Ю, магистрант гр. 4АМ91;
М. Ци, магистрант гр. 4АМ91,

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30
тел.(3822)-606-389
E-mail: kozlov-viktor@bk.ru

Исследование распределения контактных напряжений на рабочих поверхностях режущего инструмента является сложной задачей. Поэтому нами были проведены исследования по определению закономерностей изменения основных параметров эпюр контактных напряжений на передней поверхности, которые позволят при обработке стали построить эпюры контактных напряжений по величине толщины среза $a = s \cdot \sin \varphi$ (мм), где s – подача (мм/об), φ – главный угол в плане (°).

Анализ эпюр, построенных на основе экспериментов с использованием метода разрезного резца [1, 2, 3, 4], показал, что можно выделить ограниченное количество параметров, которые позволят однозначно построить графики распределения контактных напряжений на передней поверхности резца (рис. 1).

Длина контакта стружки с передней поверхностью c (мм) может быть измерена или рассчитана по формулам в зависимости от толщины среза a и переднего угла γ (°).

Длина пластического контакта стружки с передней поверхностью c_1 (мм) при обработке стали средней твёрдости обычно равна $0,5 \cdot c$.

При построении эпюр касательных контактных напряжений τ необходимо знание положения только двух точек: в конце контакта стружки с передней поверхностью $\tau = 0$ МПа, вторая – величина τ на участке от нуля до c_1 (расстоянии l) (рис. 1). На этом участке величина $\tau = \text{const}$, при этом $\tau = \tau_{\text{max}}$. В дальнейшем она будет обозначаться как τ_{const} . Такой характер эпюры τ позволяет определить τ_{const} по силе трения на передней поверхности F (Н): $\tau_{\text{const}} = F / (c \cdot 0,75 \cdot b_c)$ (Н/мм²) или (МПа), где b_c – ширины контакта стружки с передней поверхностью резца, зависящая от глубины резания t (мм): $b_c \approx t / \sin \varphi$ (мм).

При построении эпюр нормальных контактных напряжений σ (МПа) необходимо знание положения шести характерных точек, отстоящих от режущей кромки на расстояниях $l = 0$ мм; l_1 ; $l = 0,4 \cdot c$; l_2 ; $l = c_1$; $l = c$ (в последней точке $\sigma = 0$ МПа, т.к. стружка отходит от передней поверхности).

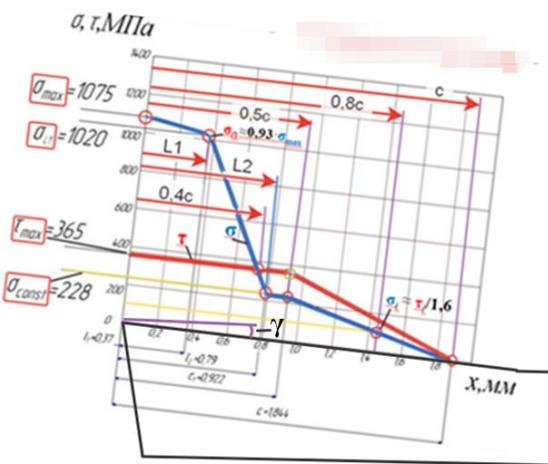


Рис. 1. Эпюры нормальных σ и касательных τ контактных напряжений (МПа) при обработке стали 40Х. Сталь 40Х – Т15К6, $\gamma=7^\circ$, $v=2$ м/с, $t = 2$ мм, $a = 0,368$ мм.

на

и

Расстояние l_1 зависит от толщины среза a , поскольку в этой области идёт давление от заготовки, а не от формирующейся стружки. Поэтому принимаем $l_1 \approx a$ (мм). Нормальное контактное напряжение в конце этого участка $\sigma_{l1} \approx 0,93 \cdot \sigma_{max}$ (МПа).

На расстоянии $l_{пересеч} = 0,4 \cdot c$ (мм) от режущей кромки имеется пересечение эпюры нормальных контактных напряжений σ с эпюрой касательных τ , т.е. в этом месте $\sigma = \tau$ (рис. 1).

На расстоянии l_2 от режущей кромки начинается переход ниспадающего участка эпюры нормальных контактных напряжений σ в небольшой по протяжённости участок, где эпюра σ параллельна передней поверхности (рис. 1). На этом участке $\sigma = \sigma_{const}$ (МПа).

На расстоянии $l = c_1$ от режущей кромки начинается переход участка эпюры $\sigma = \sigma_{const}$ в ниспадающий до нуля в точке отрыва стружки от передней поверхности. В этой точке, т.е. при $l = c_1$, также $\sigma = \sigma_{const}$ (МПа).

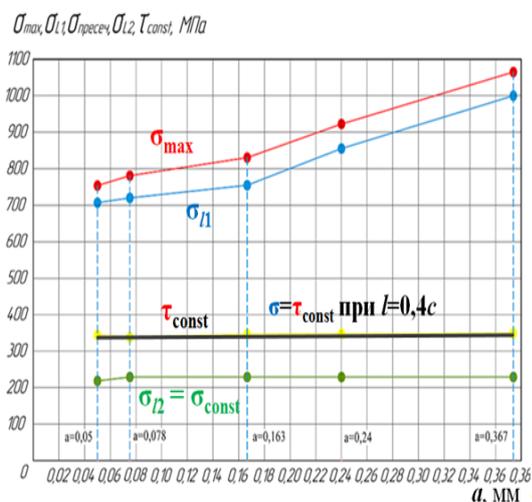


Рис. 2. Влияние толщины среза a (мм) на основные параметры эпюр контактных напряжений (МПа) при обработке стали 40Х. Сталь 40Х – Т15К6, $\gamma=7^\circ$, $v=2$ м/с.

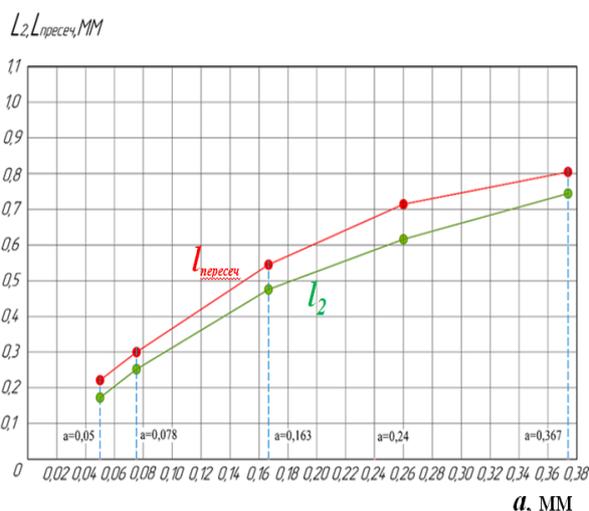


Рис. 3. Влияние толщины среза a (мм) на расстояние от режущей кромки основных параметров эпюр контактных напряжений. Сталь 40Х – Т15К6, $\gamma=7^\circ$, $v=2$ м/с.

После построения эпюр касательных и нормальных контактных напряжений для нескольких толщин среза a в диапазоне от 0,05 до 0,368 мм были построены графики (рис. 2 и 3), по которым можно определить величины основных параметров эпюр для любой подачи в изученном диапазоне толщин среза.

Список литературы:

1. Козлов В. Н., Цуй Ц., Чжан Ц., Хуан Ч. Методика измерения контактных напряжений на поверхностях режущего инструмента / В. Н. Козлов, Ц. Цуй, Ц. Чжан, Ч. Хуан // Наука и образование: Материалы XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (18-22 апреля 2016 г.). Томск: Изд-во. ТГПУ, 2016. С. 97-105.
2. Kozlov V., Zhang J., Cui J., Bogolyubova M. Split Cutter Method for Contact Stresses Research over Flank Surface of a Cutter // Key Engineering Materials. Trans Tech Publications, Switzerland. – 2017. v. 73, pp. 252-257.
3. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.
4. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.