

О СХЕМЕ БРИКСА ПРОЦЕССА ПЛОСКОГО СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ

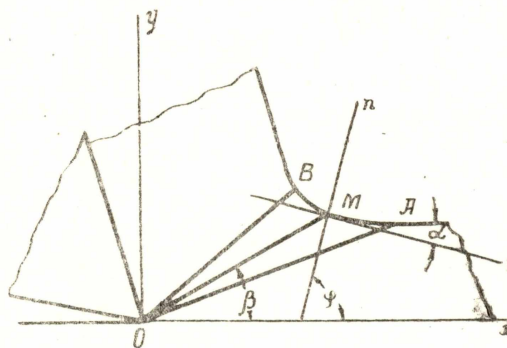
В. И. САДЧИКОВ

(Представлено научным семинаром кафедры „Станки и резание металлов“)

На фиг. 1 изображена схема Брикса процесса плоского стружкообразования. Здесь предполагается [2], что срезаемый слой металла деформируется в стружку путем последовательных сдвигов вдоль линий скольжения OM , сходящихся у вершины резца O и образующих с направлением скорости резания угол β . Уравнение линий скольжения этого семейства в прямоугольной системе координат x, y , связанной с вершиной резца, запишется

$$y = x \operatorname{tg} \beta. \quad (1)$$

Напряженное состояние на наружной границе AB пластической области OAB опишем в прямоугольной системе координат t, n , оси которой совпадают с касательной и нормалью в каждой точке границы AB , при помощи уравнений Леви [1]



Фиг. 1.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_t \\ \sigma_n \end{aligned} \right\} = 2k\omega \pm k \cos 2(\varphi + \alpha) \quad (2)$$

$$\tau_{tn} = k \sin 2(\varphi + \alpha).$$

Здесь φ —угол, образованный первым главным направлением напряжений с осью x , α —угол поворота осей координат tn относительно осей x, y , k —есть предел текучести, ω —безразмерная величина, равная $\frac{\sigma_t + \sigma_n}{4k}$.

На границе AB внешних нагрузок нет, поэтому вдоль AB касательные напряжения τ_{tn} и нормальные напряжения σ_n равны нулю. Но граница AB принадлежит пластической области, поэтому на ней

должно выполняться условие текучести, например, в форме, данной Мизесом

$$(\sigma_t - \sigma_n)^2 + 4\tau_{tn}^2 = 4k^2,$$

из которого следует, что $\sigma_t = \pm 2k$. Вдоль AB должны быть сжимающие напряжения и $\sigma_t < 0$, поэтому

$$\sigma_t = -2k.$$

При этих условиях уравнения (2) имеют решение

$$\varphi + \alpha = \frac{\pi}{2}; \quad \omega = -\frac{1}{2},$$

определяющее напряженное состояние на границе AB . Из этого решения следует, что в каждой точке границы AB нормаль совпадает с первым главным направлением напряжений, образующим с осью x угол φ , а касательная—со вторым главным направлением, составляющим с осью x угол α .

Линии скольжения с главными направлениями образуют углы по 45° , поэтому линии скольжения схемы Брикса на границе AB должны образовывать углы 45° или 135° со вторым главным направлением, совпадающим с касательной к границе AB . Из этого следует, что касательные к наружной границе AB схемы Брикса с осью x образуют в первом случае угол $45^\circ + \beta$, во втором случае угол $135^\circ + \beta$. Это условие определяет дифференциальное уравнение границы AB в первом случае

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}(45^\circ + \beta) = \frac{x+y}{x-y},$$

во втором случае

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y-x}{x+y},$$

решение которого дает уравнение границы AB в первом случае

$$x^2 + y^2 = Ce^{\frac{2\operatorname{arctg} \frac{y}{x}}{x}},$$

во втором случае

$$x^2 + y^2 = Ce^{\frac{-2\operatorname{arctg} \frac{y}{x}}{x}}.$$

Линии, описываемые полученными уравнениями, по отношению начала координат выпуклые, так как в первом случае

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2 \frac{x^2 + y^2}{(x-y)^3} > 0,$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x+y}{x-y} > 0 \quad \text{при } x > y,$$

во втором случае

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -2 \frac{x^2 + y^2}{(x+y)^3} < 0$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y-x}{x+y} < 0 \quad \text{при} \quad x > y.$$

Следовательно, допущение в схеме Брикса, что линии скольжения являются прямыми, сходящимися у вершины резца, приводит к выпуклой наружной границе AB по отношению к вершине резца, что противоречит опыту: граница AB всегда вогнутая.

Легко проверить, что компоненты поля скоростей (полярная система координат (r, β) с полюсом в вершине резца)

$$v_r = f(\beta), \quad v_\beta = 0$$

этой схемы не удовлетворяют уравнениям для скоростей

$$dv_r - v_\beta d\varphi = 0 \quad \text{вдоль радиальной линии скольжения,}$$

$$dv_\beta + v_r d\varphi = 0 \quad \text{вдоль круговой линии скольжения,}$$

где φ — угол, образованный линией скольжения с полярной осью и деформация металла в зоне стружкообразования якобы сопровождается увеличением его объема, поскольку дивергенция вектора скорости больше нуля

$$\operatorname{div} \bar{v} = \frac{f(\beta)}{r} > 0.$$

Из этого вытекает, что для анализа напряженного и деформированного состояния стружкообразования схема Брикса не пригодна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколовский В. В. Теория пластичности. Издательство АН СССР. Москва, 1946.
2. Зорев Н. Н. Вопросы механики процесса резания металлов, Машгиз, 1956.