

А. Н. А н и с и м о в (Комсомольск-на-Амуре, АмГПУ). **Определение деформаций при движении клинообразного штампа вдоль жесткопластической поверхности.**

В рамках модели идеального жесткопластического тела [1] определяются деформации в окрестности особенностей линий скольжения при движении клинообразного штампа вдоль жесткопластической поверхности с учетом необратимой сжимаемости.

В качестве условия пластичности для сжимаемых сред принято условие Кулона-Мора, которое в условиях плоской деформации имеет вид: $t = k - \sin \rho \cdot s$, где $s = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y)$, $t = \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\sigma_{xy}^2}$, k и ρ — некоторые постоянные, характеризующие исследуемую среду.

Необходимые построения исследуемой задачи в плоскости течения xu изображены на рис.

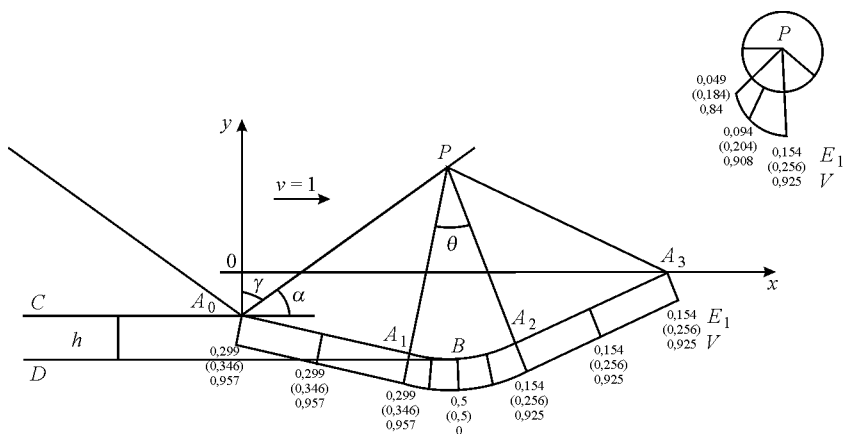


Рис.

Пластическая область состоит из двух треугольных областей A_0PA_1 и A_2PA_3 с равномерными напряженными состояниями, соединенные центрированным веером A_1PA_2 , состоящего из прямых характеристик η и семейства логарифмических спиралей характеристик ξ .

Область CA_0A_1BD представляет собой область остаточных деформаций при движении клинообразного штампа.

В качестве меры деформаций принимается тензор конечных деформаций Альманси: $E_{ij} = \frac{1}{2}(\delta_{ij} - x_{k,i}^0 x_{k,j}^0)$, где x_i^0 , x_j лагранжевы и эйлеровы координаты частиц среды.

Главные значения тензора деформаций Альманси на линии разрыва скоростей перемещений $A_0A_1A_2A_3$ вычисляются по формулам [2]:

$$E_{1,2} = \frac{1}{4}(1 - W_1^2 - (1 - W_2)^2) \pm \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{4}(1 - W_1^2 - (1 - W_2)^2)^2 + W_1^2},$$

где $W_1 = \frac{[V_t]}{G + V^{n+}}$, $W_2 = \frac{[V_n]}{G + V^{n+}}$, соответственно, объемные плотности энергии сдвиговых и объемных деформаций, $[V_t]$ — модуль разрыва касательной компоненты скорости, $[V_n]$ — модуль разрыва нормальной компоненты скорости, G — нормальная скорость распространения линии разрыва, V^{n+} — нормальная скорость движения частиц на линии разрыва в пластической области.

В окрестности центра веера характеристик A_1PA_2 определение деформаций сводится к интегрированию системы уравнений:

$$\frac{da_{11}}{d\xi} \bar{A} + (-a_{11} \sin(\psi - \varphi) + a_{21} \cos(\psi - \varphi)) \sin(\psi + \varphi) = 0,$$

$$\begin{aligned}
\frac{da_{12}}{d\xi} \bar{A} + (-a_{12} \sin(\psi - \varphi) + a_{22} \cos(\psi - \varphi)) \sin(\psi + \varphi) &= 0, \\
\frac{da_{21}}{d\xi} \bar{A} + (a_{11} \sin(\psi - \varphi) - a_{21} \cos(\psi - \varphi)) \cos(\psi + \varphi) &= 0, \\
\frac{da_{22}}{d\xi} \bar{A} + (a_{12} \sin(\psi - \varphi) - a_{22} \cos(\psi - \varphi)) \cos(\psi + \varphi) &= 0, \\
\bar{A} = \frac{\bar{u} + \bar{v} \sin \rho - a' \sin(\psi + \varphi) + b' \cos(\psi + \varphi)}{\frac{\partial \bar{v}}{\partial \xi} + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \rho \bar{v} + \frac{\bar{u}}{2 \cos \rho}}, &
\end{aligned}$$

где $a_{ij} = x_{j,i}^0$ — компоненты тензора дисторсии, $\bar{u}$ и $\bar{v}$ — проекции вектора скорости перемещения на характеристики ξ и η , a' и b' — скорость движения центра веера характеристик, $\psi = \frac{1}{2}(\xi + \eta_0)$, $\varphi = \frac{\pi}{4} + \frac{\rho}{2}$. Кратность изменения объема частиц в результате деформаций выражается в виде $\frac{V_0}{V} = \sqrt{(1 - 2E_1)(1 - 2E_2)}$.

Получено решение задачи для $k = 1$, $\rho = 0^\circ$ (несжимаемый материал) и $\rho = -10^\circ$. На рис. показано распределение деформаций на линии разрыва скоростей перемещений и в окрестности центра веера характеристик для клина с углом раствора $2\gamma = 150^\circ$ (в скобках показано значение E_1 для $\rho = 0^\circ$). Наибольшие деформации при $\rho = 0^\circ$ и $\rho = -10^\circ$ наблюдаются на линии разрыва скоростей перемещений $A_0A_1BA_2A_3$. В окрестности точки B нормальная скорость линии разрыва $G \rightarrow 0$, первое главное значение тензора Альманси $E_1 \rightarrow 0,5$, объем частицы $V \rightarrow 0$ т. е. деформации достигают критического значения и возможно разрушение материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколовский В. В. Теория пластичности. М.: Высшая школа, 1969, 608 с.
2. Анисимов А. Н., Хромов А. И. О деформациях на поверхности разрыва поля скоростей перемещений. — Теоретическая и прикладная механика. Межведомственный сборник научно-методических статей. Минск: 2005, в. 19, с. 126–127.