

МАШИННАЯ РАСШИФРОВКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

В. Д. ДЕЛЬ

(Представлена научным семинаром лаборатории пластических деформаций)

Сложность измерения поперечной деформации модели при исследовании напряжений поляризационно-оптическим методом делает целесообразным определение напряжений непосредственно по картинам полос и изоклин. Последнее связано обычно с численным интегрированием дифференциальных уравнений равновесия.

Вследствие большой трудоемкости такого расчета, разработана методика, удобная для реализации на цифровых вычислительных машинах.

Гидростатическое давление в узлах координатной сетки, нанесенной на исследуемую область, определяется численным интегрированием дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma}{\partial x} &= -\frac{1}{3} \left[\left(\frac{\partial \tau}{\partial y} - 2\tau \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) \sin 2\theta + \left(\frac{\partial \tau}{\partial x} + 2\tau \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) \cos 2\theta \right], \\ \frac{\partial \sigma}{\partial y} &= -\frac{1}{3} \left[\left(\frac{\partial \tau}{\partial x} + 2\tau \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) \sin 2\theta + \left(2\tau \frac{\partial \theta}{\partial x} - \frac{\partial \tau}{\partial y} \right) \cos 2\theta \right],\end{aligned}\quad (1)$$

получаемых подстановкой известных соотношений:

$$\sigma_x = \frac{3}{2} \sigma + \frac{\tau}{2} \cos 2\theta, \quad \sigma_y = \frac{3}{2} \sigma - \frac{\tau}{2} \cos 2\theta, \quad \tau_{xy} = \frac{\tau}{2} \sin 2\theta \quad (2)$$

в дифференциальные уравнения равновесия

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

В уравнениях (1) и (2) максимальное касательное напряжение

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2},$$

где σ_1 и σ_2 — главные напряжения ($\sigma_1 \gg \sigma_2$), определяется по порядку k и цене σ_0 полосы. Угол θ между направлением σ_1 и осью x находится по картине изоклин. Интегрированием уравнений (1) определяется гидростатическое давление σ , затем по соотношениям (2) вычисляются напряжения σ_x , σ_y , τ_{xy} .

Расчет напряжений запрограммирован на ЦВМ «Минск-1» для случая определения напряжений в треугольной области (рис. 1, а), точ-

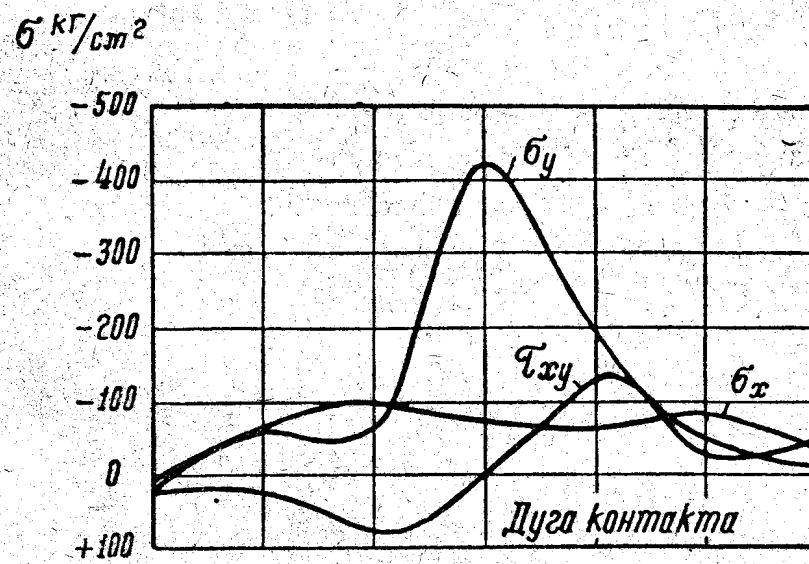
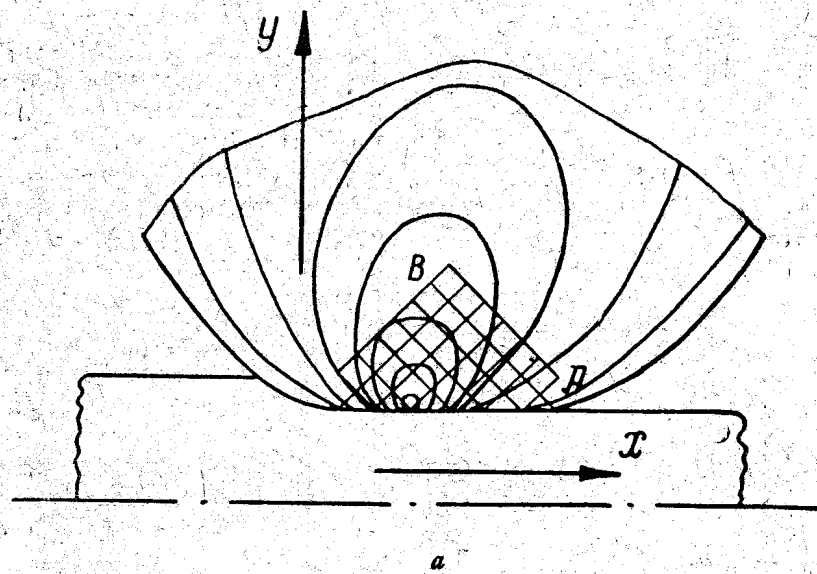


Рис. 1. Контактные напряжения при листовой прокатке

ка А которой принадлежит свободному от внешней нагрузки контуру. Блок-схема расчета представлена на рис. 2 (n — число узлов на луче АВ).

Расчет начинается от точки А. Интегрированием первого из уравнений (1) рассчитываются значения в узлах луча АВ (с учетом его

поворота относительно оси Х). Интегрирование второго уравнения затем дает значения σ в остальных узлах координатной сетки.

При численном интегрировании использовалась разностная схема вида

$$\sigma_1 = \sigma_0 + f_{01},$$

где

f_{01} — правая часть уравнений (1), рассчитанная для точки, лежащей между точками с индексами 0 и 1.

Разработанная методика использована для исследования напряженного состояния валков при листовой прокатке. На рис. 1, б приведена эпюра контактных напряжений при прокатке свинцовой полосы толщиной 1,7 мм между валками из оптически активного материала. Обжатие полосы составило 25%. Рассчи-

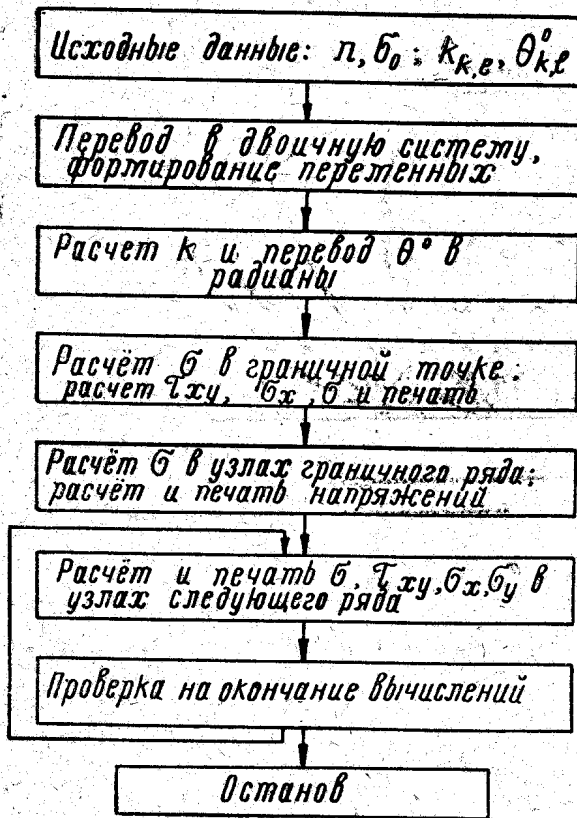


Рис. 2. Блок-схема расчета напряжений по данным оптического метода

танное по эпюре σ_y , усилие прокатки совпало с фактическим.