

этих направлениях. Высота заусенца в плоскости, расположенной вдоль направления проката, несколько больше, чем в плоскости, расположенной поперек направления проката.

Резюме. Полученные результаты показывают, что высота заусенца, образующегося при вырубке-пробивке тонколистовых металлов и фольги зависит от механических свойств обрабатываемого материала.

Л и т е р а т у р а

1. Любимов В.И. Механизм образования заусенцев при резке, вырезке и пробивке тонких листовых металлов. — В сб.: Металлургия, вып. 10. Минск, 1976.

УДК 531.781.2

Е.И. Вербицкий, канд. техн. наук,
А.Д. Евзиков

ПОСТРОЕНИЕ СОГЛАСОВАННОГО СТАТИСТИЧЕСКИ ДОПУСТИМОГО ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ВЫБОРА ФУНКЦИИ УПРОЧНЕНИЯ

Рассмотрим уравнение движения для плоскодеформированного состояния:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} &= \rho a_x; \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} &= \rho a_y, \end{aligned} \right\} (1)$$

где ρa_x , ρa_y — удельные инерционные силы, действующие в направлении осей \vec{X} и \vec{Y} соответственно; σ_x , σ_y , τ_{xy} — компоненты тензора напряжений в декартовой системе координат.

В случае модели Леви—Мизеса в описании процесса участвуют еще два уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x - \sigma_y &= \frac{4k}{H_i} \xi_x; \\ \tau_{xy} &= \frac{k}{H_i} \eta_{xy}, \end{aligned} \right\} (2)$$

где ξ_x, η_{xy} -- компоненты тензора скорости деформаций в декартовой системе координат; $H_i = \sqrt{4\xi_x^2 + \eta_{xy}}$ -- интенсивность скоростей деформаций; k -- механическая характеристика материала, равная пределу текучести при сдвиге [1]. Для пластически упрочняющихся материалов k определяются историей и условиями деформации.

Уравнения (2) содержат в себе условия пластичности, изотропии и несжимаемости.

Функцию упрочнения можно находить из опытов на простое нагружение -- например, линейное растяжение, сжатие.

Однозначности решения задачи вычисления напряжений обеспечивается, если поле скоростей удовлетворяет соотношению [2]

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{k}{H_i} \eta_{xy} \right) - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left(\frac{k}{H_i} \eta_{xy} \right) - 4 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} x \times \left(\frac{k}{H_i} \xi_x \right) + \rho \left(\frac{\partial a_x}{\partial x} - \frac{\partial a_y}{\partial y} \right) = 0, \quad (3)$$

получаемому в результате подстановки уравнений (2) в (1). Точные решения для напряжений и скоростей удовлетворяют соотношению (3). Однако учет условия (3) при обработке экспериментальной информации может исказить параметры деформированного состояния и, кроме того, предъявляет высокие требования к гладкости функций k, ξ_x, η_{xy} .

В статье приводится способ учета упрочнения, позволяющий избежать неоднозначности распределения напряжения при известной кинематике процесса. В этом случае в каждом узле сетки линий скольжения выбирается такое значение k , чтобы построенное статистически допустимое поле напряжений отвечало экспериментальной кинематической информации в рамках принятой модели.

Обозначим $\mu \stackrel{\text{def}}{=} \frac{2\xi_x}{\eta_{xy}}$, тогда из (2) имеем:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_y &= \sigma_x - 2\mu \tau_{xy}; \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} &= \frac{\partial \sigma_x}{\partial y} - 2\mu \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} - 2\tau_{xy} \frac{\partial \mu}{\partial y}. \end{aligned} \right\} (4)$$

После подстановки значения $\frac{\partial \sigma_y}{\partial y}$ из (4) в (1) получим:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = \rho a_x;$$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} - 2\mu \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial d} = \rho a_y + 2 \frac{\partial \mu}{\partial y} \tau_{xy} =$$

$$= \rho a_y^{(\mu)}, \quad (5)$$

где $a_y^{(\mu)} = a_y + \frac{2}{\rho} \frac{\partial \mu}{\partial y} \tau_{xy}$.

Уравнения характеристик системы (5) будут следующими:

$$dy - \lambda_i dx = 0 \quad (i=1,2),$$

где $\lambda_i = \mu \pm \sqrt{\mu^2 + 1}$.

Уравнения (6) зависят только от компонентов тензора скорости деформации и, следовательно, позволяют определить геометрию пластической области, а также разбить ее на зоны для последовательного решения граничных задач.

Дифференциальные соотношения на характеристиках системы (5) имеют следующий вид:

$$(\lambda_i + 2\mu) d\sigma_x + d\tau_{xy} - (2\mu \cdot \rho \cdot a_x + \rho a_y^{(\mu)}) dx - \rho a_x dy = 0 \quad (i=1,2). \quad (7)$$

Совместное решение при наличии всех необходимых граничных условий для напряжений уравнений (6), (7) приводит к построению внутри пластической области сетки характеристик со значениями тензора напряжений в ее узлах. Соответствующие значения функции упрочнения k находятся из соотношений (2), например:

$$k = \frac{\tau_{xy} N_i}{\eta_{xy}}.$$

Полученное таким образом поле напряжений будет статически допустимым и (за счет выбора функции упрочнения) отвечать экспериментальной информации в рамках принятой модели.

Л и т е р а т у р а

1. Сегал В.М., Макушок Е.М., Резников В.И. Исследование пластического формоизменения металлов методом

муара.М., 1974. 2. Алюшин Ю.А., Рудас Г.Я. Поля скоростей при пластическом формоизменении в условиях сложного напряженного состояния. — "Известия вузов. Черная металлургия", 1970, № 6.

УДК 621.981.3 (088.8)

И.Г. Добровольский, канд.техн.наук,
В.К. Жикленков

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ЖИДКОСТИ ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ФОРМОВАНИИ СИЛЬФОНОВ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РОТОРНОЙ МАШИНЕ

При осуществлении гидравлической формовки сильфонов на автоматической роторной машине потребовалось создание специального устройства (рис. 1) "мягкого" регулирования объема жидкости, обеспечивающего выполнение любой заданной программы нагружения на всех стадиях формообразования сильфона.

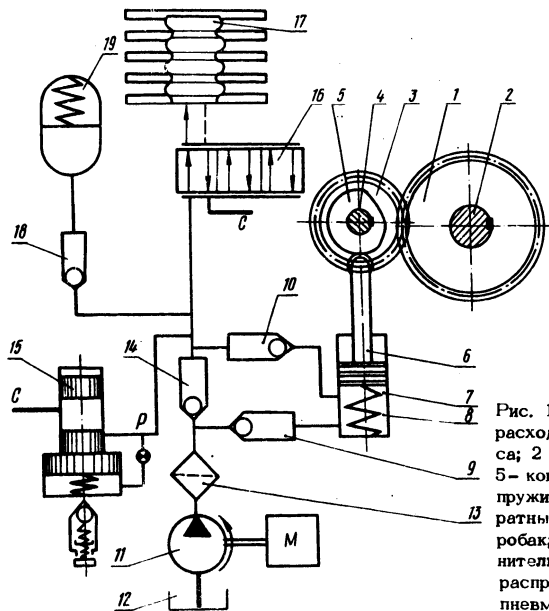


Рис. 1. Схема устройства изменения расхода жидкости: 1,3 - зубчатые колеса; 2 - вал основного ротора; 4 - вал; 5 - копир (кулачок); 6 - поршень; 7 - пружина; 8 - цилиндр; 9,10,14,18 - обратные клапаны; 11 - насос; 12 - гидробак; 13 - фильтр; 15 - предохранительный клапан; 16 - плоский гидрораспределитель; 17 - трубка-заготовка; 19 - пневмоаккумулятор.

Поставленная цель была достигнута использованием специального копира, вращающегося согласованно с основным ротором машины, резинового пневматического аккумулятора и системы