

мости от массы поковки и интенсивности штамповки. Если при штамповке средних и крупных поковок требуется принудительное охлаждение, то для мелких поковок необходим подогрев штампов.

На кафедре "Машины и технология обработки металлов давлением" разработан штамп с регулируемым подогревом, предназначенный для штамповки поковок с большим отношением поверхности к массе (рис. 1).

Призматический блок 4 имеет гнездо под сменную вставку штампа 5 и две цилиндрические выточки под нагревательные элементы 1 от электрических бытовых плит. Максимальная мощность элемента 1,5 кВт. Блок термоизолирован асбестом 2, закрытым от повреждений стальным кожухом 3. Регулирование температуры производится при помощи электронного потенциометра 6 путем периодического отключения тока магнитным пускателем МП и его контактом МП-1.

В процессе опытной штамповки поковки "ножка кусачек" (масса поковки 0,03 кг, размер вставки 180 x 60 x 60 мм) достигнута максимальная температура подогрева 280°C. Штамповка производилась на тихоходном фрикционном прессе. При интенсивной штамповке на быстроходном оборудовании нагрев вставок, естественно, будет выше. Предельная температура разогрева штампа, которая может быть определена в каждом случае в процессе работы, будет ограничиваться потенциометром.

УДК 621.735.32.001.57

Т.В.КАЛИНОВСКАЯ, Д.И.ДМИТРОВИЧ,
Н.Ф.КЛЕБАНОВИЧ, Р.В.КОЗЛОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ПРОЦЕССЕ СВОБОДНОЙ ОСАДКИ

Теория переходных областей [1], развиваемая в [2-4], позволяет построить картину напряженно-деформированного состояния для тел со сложной реологией. Однако важным элементом составления аппроксимирующих функций является определение параметров $m_1 = \tau_{\max}^* / \tau$ и $m_2 = \sigma^* / \tau_{\max}^*$, представляющих собой отношения максимального сдвигающего напряжения в особой точке к его среднему значению и отношение нормального напряжения в особой точке к сдвигающему напряжению в ней соответственно.

Рассмотрим экспериментальные результаты исследования напряженного состояния нагруженной упругой модели, полученные методом фотоупругости: предельное трение обеспечивается приклеиванием образца к инструменту. Модель изготовлена из оптически чувствительного материала СКУ-10 с соотношением размеров, отвечающим простейшим переходным зонам, $H:V = 1$, где H и V -- половина высоты и ширины соответственно.

На рис. 1,а показана половина осаживаемого образца, на верхнюю часть которой сплошными линиями нанесены изоклины, на нижнюю — изохромы. Следует отметить, что в зоне, очерченной треугольником ВДС (рис. 1, а), четкую картину изоклин получить не удастся, хотя изгиб свободного контура свидетельствует о том, что он должен пересекаться изоклинами, параметр которых изменяется от 0° до φ_6 (φ_6 — угол бочки, рис. 1,б).

Картина изоклин в этой области воссоздается по картине изостат (траекторий главных нормальных напряжений), которые строятся геометрическим методом с учетом следующих предпосылок: а) линия ВД (линия, совпадающая с границей очага деформации жестко-пластического тела) в процессе деформирования изгибается и поворачивается в точке В на угол φ_6 (рис. 1,б), сохраняя угол пересечения со свободным контуром, равным $\pi/4$. Изостаты (например, KLMN) пересекают кривую ВД под углом $\pi/4$, в рассматриваемой зоне имеют кривизну того же знака, что и свободный контур, а ось ОХ пересекают под углом $\pi/2$. Соединяя точки равных наклонов изостат к оси ОХ,

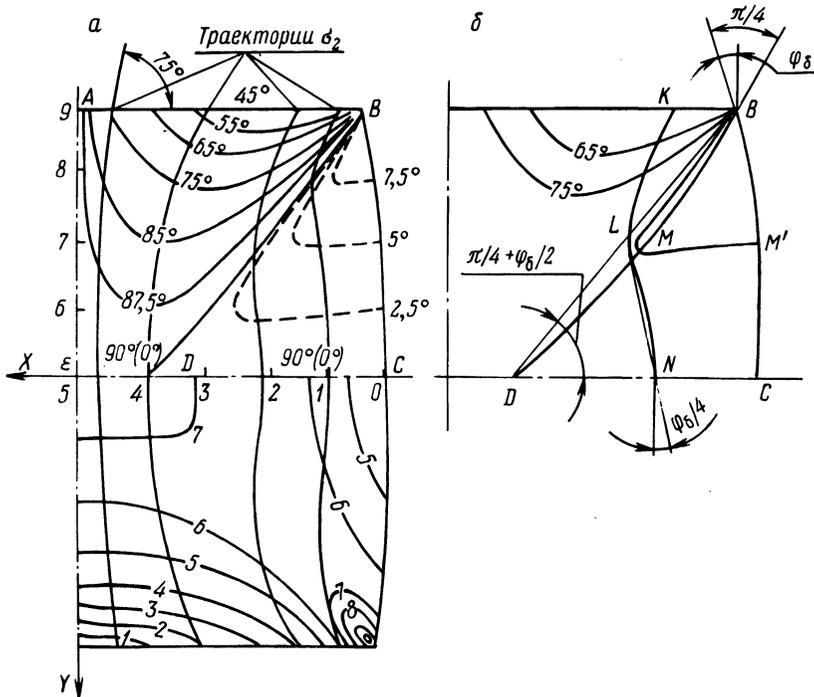


Рис. 1. Поле изохром, изоклин и изостат при плоской осадке упругой модели:

а — общая картина; б — графическое построение поля изоклин в области, примыкающей к свободной поверхности.

получаем поле изоклин ($\theta=0\dots\varphi_{\sigma}$) в зоне, прилегающей к свободной поверхности образца (показаны штриховыми линиями на рис. 1,а).

Совмещенная картина изоклин и изохром позволила методом разности касательных напряжений [5] рассчитать напряженное состояние модели и построить эпюры напряжений в его характерных сечениях, рис. 2.

Трудность представляет расчет напряжений в особой точке, через которую проходят изоклины всех параметров. Однако методом экстраполяции эпюр σ_y на контактной и свободной поверхностях можно довольно точно оценить их величину. Так, экстраполяция эпюры $\sigma_y = \sigma_n$ на контактной поверхности с учетом равенства $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_n$ в области изоклины параметра $\theta = 45^\circ$ дает в особой точке значение $\sigma_y^* = \sigma_n^* \approx 1,8\tau_{\max}^*$, а эпюры σ_y на свободном контуре ($\theta = \varphi_{\sigma} \approx 10^\circ$) - значение $\sigma_y^* = \sigma_n^* \approx 2\tau_{\max}^*$, т.е. можно считать, что величина нормального давления при нагружении в упругой области в особой точке стремится к $2\tau_{\max}^*$, в то время как элементарные теоретические представления приводят к значению $\sigma_n^* = 1,628\tau_{\max}^*$ [4]. Последняя

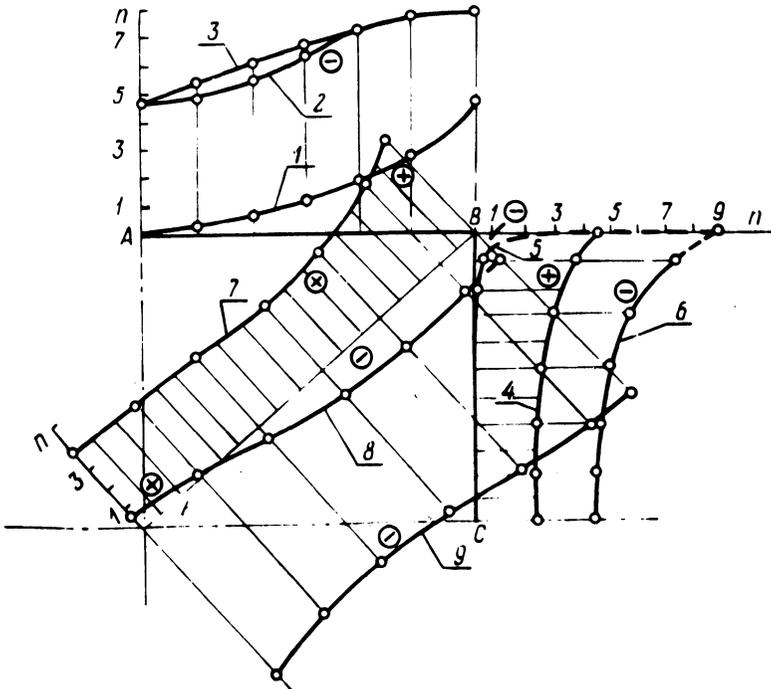


Рис. 2. Эпюры напряжений в характерных сечениях образца :
 1, 2, 3 — соответственно $\tau_{\max}, \sigma_y, \sigma_x$ на контактной поверхности АВ; 4, 5, 6 — $\tau_{\max}, \sigma_y, \sigma_x$ на свободной поверхности ВС; 7, 8, 9 — $\tau_{\max}, \sigma_x, \sigma_g$ на диагонали ВЕ.

оценка не учитывает бочкообразования и не полностью учитывает сжимаемость тела.

Характерно, что при наличии полной адгезии на контакте с инструментом лишь половина контактной поверхности, начиная от особой точки, является траекторией максимальных сдвигающих напряжений ($\theta = 45^\circ$), затем траектории поворачиваются и θ возрастает до 90° на вертикальной оси симметрии. Последнее показывает, что теория переходных областей требует уточнения в области малых значений τ_{\max} .

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Теоретические основыковки и горячей объемной штамповки /Е.М. Макушок, А.С.Матусевич, В.П.Северденко, В.М.Сегал. — Минск, 1968. 2. Новые методы исследования процессов обработки металлов давлением/ Под ред. Е.М.Макушка. — Минск, 1973. 3. Макушок Е.М. Механика трения. — Минск, 1974. 4. Макушок Е.М., Калининская Т.В., Белый А.В. Массоперенос в процессах трения. — Минск, 1978. 5. Фрохт М. Фотоупругость. — М., 1948, т. 1.

УДК 621.771.016

С.М.КРАСНЕВСКИЙ, В.Я.ЩУКИН

ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ ПЛАСТИЧНОСТИ МЕТОДОМ ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОКАТКИ ОБРАЗЦОВ

При поперечно-клиновой прокатке вследствие ограниченной пластичности материала и специфичного для этого вида прокатки напряженно-деформированного состояния при определенных условиях в сплошной заготовке может происходить осевое разрушение металла, известное под названием "эффект Маннесмана". Методы определения предельной пластичности металлов (растяжение, кручение, осадка) не позволяют определить остаточную пластичность после поперечно-клиновой прокатки, так как эти методы фиксируют среднюю пластичность по всему сечению образца.

В связи с этим был предложен образец и метод определения пластичности, который заключается в поперечной прокатке плоских дисков в закрытых калибрах с заданной степенью обжатия [1]. Образец представляет собой цилиндр с отношением высоты к диаметру в пределах $0,2 \leq \frac{h}{d} \leq 0,5$, т.е. в центральной части образца сохраняется плоско-напряженное состояние.

Напряженно-деформированное состояние в центральной части образца исследовалось методом муаровых сеток.

Образцы из теллуристого свинца (0,05% Те) диаметром 90 мм и толщиной от 20 до 40 мм, механические свойства которого достаточно близки к свойствам жестко-пластического тела, прокатывали со степенями обжатия