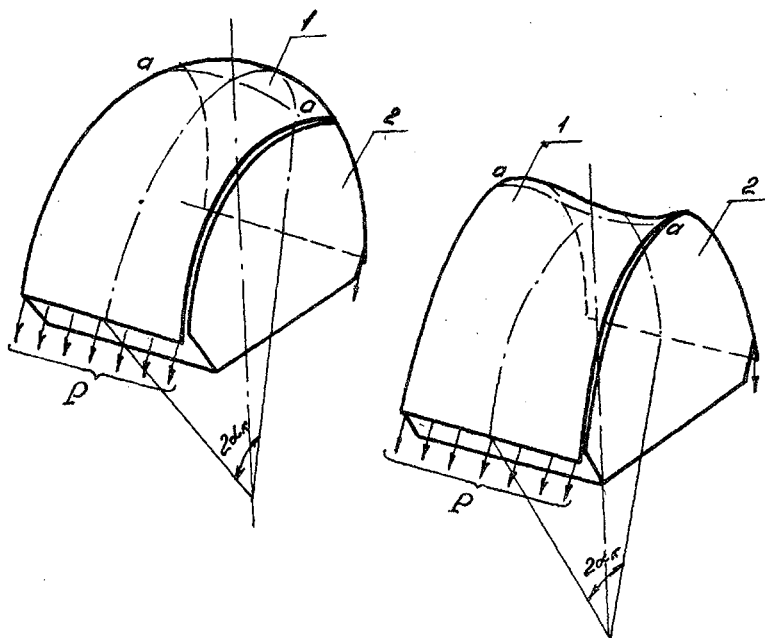


ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБТЯЖКИ ДЕТАЛЕЙ ОБШИВОК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ

Детали обшивок двойной кривизны выпуклых и вогнутых форм со значительными (более 180°) продольными углами облегания α пуансона деталью получают на обтяжных прессах методом простой обтяжки. Технология их штамповки (рис. 1) предусматривает предварительный изгиб заготовки 1 по пуансону 2 с последующей обтяжкой. Сила P , приложенная к концам заготовки, за счет контактного трения изменяется от сечения к сечению обратно пропорционально множителю Эйлера I .



Р и с. 1. Схема обтяжки деталей выпуклой и вогнутой форм

Следовательно, под влиянием внешнего трения деформации удлинения распределяются в направлении приложения сил по закону [1].

$$\varepsilon_{\alpha} = \varepsilon_{\alpha} \exp \frac{\mu \alpha}{n}, \quad (I)$$

где ε_{α} , ε_{α} — соответственно деформации в центральном сечении, проходящем через вершину пуансона, и в любом поперечном сечении, координированном относительно центрального сечения углом α ;

μ — коэффициент трения;

n — константа упрочнения материала;

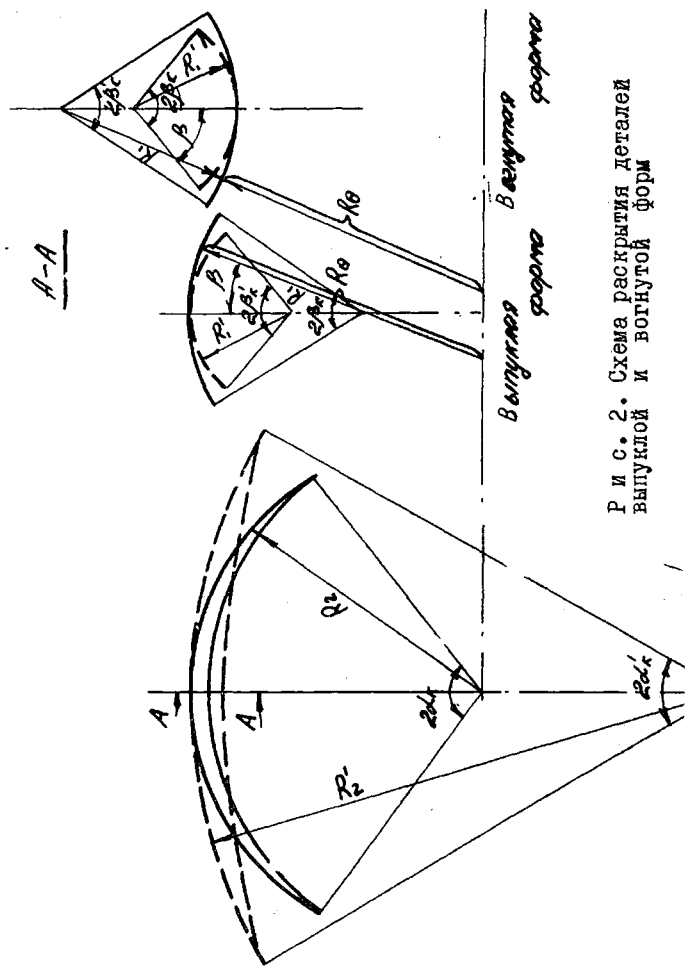
α — продольный угол облегчения пуансона деталью.

Из приведенной формулы видно, что $\exp \frac{\mu \alpha}{n} > 1$, т.е. при обтяжке деталей со значительными продольными углами облегчения пуансона (при простой обтяжке данный угол достигает 180°), особенно при обтяжке деталей из труднодеформируемых сплавов, имеющих низкие значения констант упрочнений, эта неравномерность деформации удлинения может привести к невозможности реализации процесса обтяжки, так как достижение необходимых для формообразования детали деформаций на вершине будет сопровождаться предельно — допустимыми деформациями материала в сечении под углом α_{λ} .

Трение между листом и пуансоном зависит от смазки и состояния его поверхности. Снижение коэффициента трения в результате применения наиболее эффективных смазок и покрытия поверхности пуансона тонким слоем эластичного материала (пленка резины, фторопластовая ткань) хотя и позволяет уменьшить неравномерность деформации, но полностью задачу не решает.

Другим фактором, приводящим к неравномерным деформациям, является угол α . Для уменьшения влияния этого параметра разработан способ формообразования деталей двойной кривизны [2], который заключается в следующем. Процесс обтяжки разбивается на два этапа. Вначале производят обтяжку заготовки по пуансону с углом продольного облегчения меньшим, чем требуемый, до сообщения ей деформаций удлинения, соответствующих деформациям детали заданной геометрической формы, а затем изгибают заготовку до требуемого угла продольного облегчения (рис. 2). Это приводит к уменьшению влияния продольного угла облегчения пуансона деталью α .

Известно, что геометрическую форму детали двойной кривизны характеризуют прежде всего величины деформаций удлинения, создающих двойную кривизну, и их распределение по поверхности заготовки. В реальных условиях формообразования при наличии внешнего



Р и с. 2. Схема раскрытия деталей выпуклой и вогнутой форм

трения неизбежна неравномерность деформации удлинения по поверхности заготовки. Так, на заключительной стадии процесса обтяжки данных деталей деформация элемента в любом сечении α , координированного углом β (см.рис.2), определяются зависимостью

$$\varepsilon_{\beta\kappa\alpha} = \varepsilon_{\beta\rho\alpha} + \varepsilon_{\theta\alpha} \exp \left[\frac{\mu\alpha}{\rho} \left(1 + \frac{R_{\theta\alpha}}{R_{1\alpha}} m_{\alpha} \right) \right], \quad (2)$$

где $\varepsilon_{\rho\alpha}$ - деформация элемента на стадии нестационарного деформирования для любого сечения обшивки α ;

$\varepsilon_{\theta\alpha}$ - деформация элемента для сечения α , проходящего через вершину пуансона на стадии стационарного деформирования сечения под углом α ;

m_{α} - соотношение напряжений в элементе для любого сечения (в случае выпуклой формы обшивки принимается среднеарифметическое значение m_{α} по углу β_{κ}).

В работе [3] отмечено, что второе слагаемое в формуле (2) характеризует неравномерные деформации в различных сечениях α , связанные с необходимостью формообразования заготовки не в рассматриваемом, а в ее центральном сечении.

Для оценки формы детали используется геометрический коэффициент обтяжки или коэффициент формы, с помощью которого легко проводить сравнение форм различных деталей. Определяется он деформацией, которая получается при полном формообразовании обшивки, в центральном поперечном сечении α .

Эта деформация для различных форм деталей определяется по следующим зависимостям (рис. 2):

для выпуклой формы

$$\varepsilon_{\theta\alpha} = \frac{R_2}{R_2 + R_1 (\cos \beta_{\kappa} - 1)} - 1; \quad (3)$$

для вогнутой формы

$$\varepsilon_{\theta\alpha} = \frac{R_2 + R_1 (\cos \beta_{\kappa} - 1)}{R_2} - 1. \quad (4)$$

Если деталь имеет поперечный R_1 и продольный R_2 радиусы, то после дополнительного продольного изгиба она будет иметь соответственно R'_1 и R'_2 . В нашем случае требуется знание размеров детали при изменении только продольной кривизны (без изме-

нения деформаций, определяющих форму детали). Таким образом, при решении уравнений (3) и (4) относительно R_1 с использованием значения $\beta_K = \frac{B_g}{2R_1}$ (B_g - ширина дуги детали) после математических преобразований получим: $R_1 = K \frac{1}{R_2}$,

где для деталей выпуклой формы

$$K = \frac{B_g^2 (1 + \varepsilon_{\theta a})}{8 \varepsilon_{\theta a}}, \quad (5)$$

а для деталей вогнутой формы

$$K = \frac{B_g^2}{8 \varepsilon_{\theta a}}.$$

Как видно из формулы (5), при неизменной деформации, определяющей форму детали, произведение радиусов продольной и поперечной кривизны есть величина постоянная.

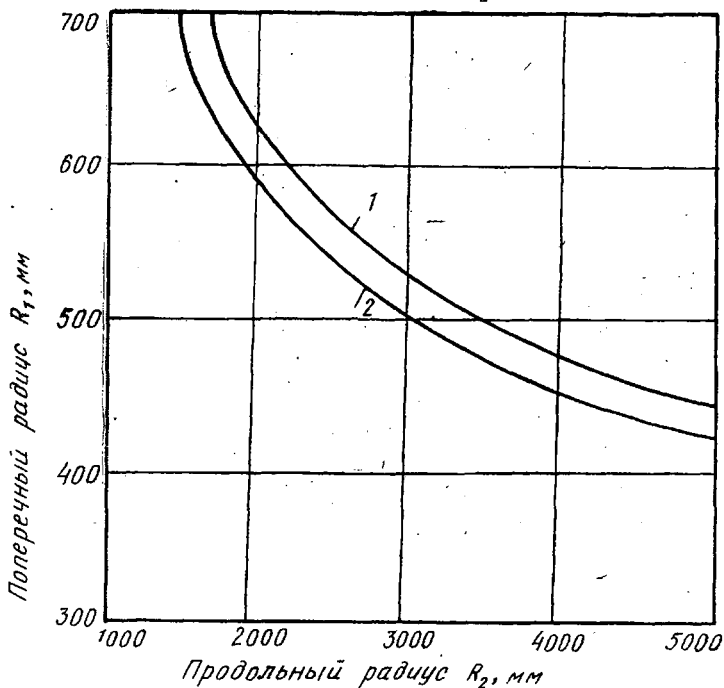
Следовательно, для придания формы таким деталям достаточно одним из подходящих способов, например, путем продольной обтяжки по пуансону с меньшим продольным углом облегания (не более 30° - 40°) сообщить заготовке заданные деформации и только потом произвести изгиб в продольном направлении на заданную кривизну или на прессе типа ОП, или дробеструйным способом, либо при формообразовании тонколистовых деталей вручную.

На рис. 3 приведены графики зависимости поперечного радиуса R_1 от продольного R_2 при раскрытии детали выпуклой (1) и вогнутой (2) форм шириной $B_g = 1600$ мм, полученной обтяжкой на прессе ОП.

Приведенный график указывает на возможность придания заготовке заданных деформаций при обтяжке ее по пуансону с большим R_2 , т.е. с меньшим α_K , а следовательно, с меньшей степенью неравномерной деформации на сходе.

Конфигурацию и размеры данного пуансона в определенных сечениях можно определить аналитически, исходя из деформаций, соответствующих детали заданной геометрической формы, или экспериментально - путем развертки детали заданной геометрической формы

На основании этих данных



Р и с.3. Зависимости поперечного радиуса R_1 от продольного R_2 при раскрытии детали выпуклой и вогнутой форм шириной 1600 мм

изготавливаются шаблоны контура сечения, по которым обрабатываются отдельные сечения рабочего контура пуансона. Изгиб в продольном направлении производится на контрольно-калибровочном пуансоне.

Предлагаемый способ формообразования деталей сложных форм позволяет снизить влияние внешнего трения за счет уменьшения продольного угла облегания пуансона деталью, в результате чего можно расширить пределы самого процесса обтяжки при получении деталей обшивок двойной кривизны.

Л и т е р а т у р а

Громова А.Н., Завьялова В.И., Королев В.К. Изготовление деталей из листов и профилей при серийном производстве. М., Машиз, 1960.

2. Чистяков В.П., Михеев В.А. Способ формообразования деталей двойной кривизны. Положительное решение по заявке № 2459522/25-27 от 04.03.77 г.

3. Чистяков В.П., Михеев В.А. Исследование процесса обтяжки вогнутых обшивок двойной кривизны. Межвузовский сборник "Теория и технология обработки металлов давлением". КуАИ, 1977.

УДК 539.3

И.И.Калужский, Ю.М.Арышенский

К ТЕОРИИ ПРИОБРЕТЕННОЙ АНИЗОТРОПИИ МЕТАЛЛОВ

В классической теории упругости и пластичности анизотропия механических свойств описывается с помощью "симметричных"

$$A^{ijkl} = A^{ikjl} = A^{ijlk} \quad (1)$$

самосопряженных

$$A^{ijkl} = A^{klij} \quad (2)$$

тензоров четвертого ранга.

Если металл подчиняется условию пластичности Р.Мизеса, то на тензор, описывающий пластическую анизотропию, накладывается дополнительное условие "девиаторности":

$$D^{ijkl} \sigma_{kl} = 0; \quad D^{ijkl} \sigma_{ij} = 0. \quad (3)$$

В статье рассматривается изменение анизотропии механических свойств изделий, полученных прокаткой, волочением или прессованием.

Как известно [1], группа симметрии их свойств не ниже ортотропической. В работе Л.И.Седова [2] дано общее представление ортотропного тензора четвертого ранга в виде нелинейной тензорной (форм-инвариантной) функции от симметричного строго ортотропного тензора второго ранга d^{ij} , главные оси которого совпадают с главными осями анизотропии.

Такое представление при условии (1) и (2) имеет вид .

$$A = k_1 T + k_2 \theta + k_3 (\sigma \otimes d + d \otimes \sigma) + k_4 (\sigma \otimes M + M \otimes \sigma) + k_5 B(\sigma, M) +$$