

ЛЕКЦИЯ № 19

ФОРМОВКА

Формовка –это штамповочная операция при которой происходит местное изменение формы предварительного вытянутого изделия с целью получения окончательного профиля или более точных размеров изделия.

Процесс формовки, имеет следующую схему НДС (она совпадает с напряженно-деформированным состоянием «донышка» при вытяжке):

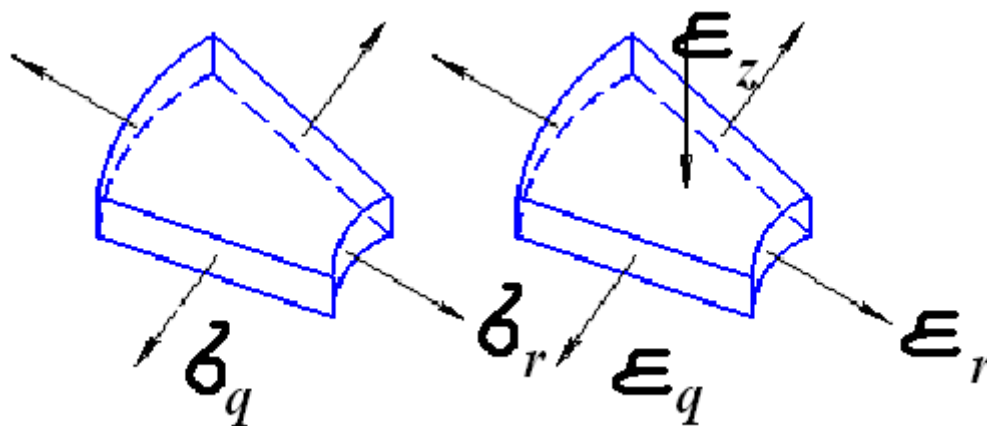
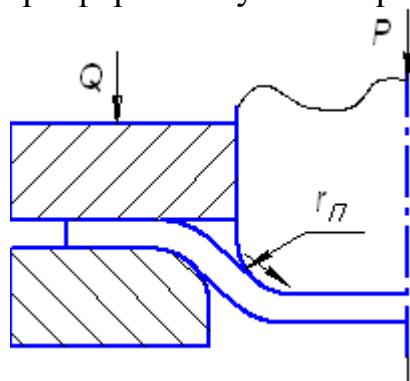


Схема похожа на отбортовку, только нет отверстия и усилие прижима Q обеспечивает деформирование фланца в упругом состоянии.

Формообразование происходит за счет утонения и увеличения площади деформированной части.

При формовке усилие процесса и схема НДС одинаковы для всех участков



Изменение усилия по ходу процесса

Схема процесса

Исходя из условия пластичности при формовке, можно записать:

$$\sigma_r \approx \sigma_\theta = \sigma_s.$$

Часто при формовке не имеет место цилиндрический участок стенки.

Наиболее просто усилие процесса определяется через давление q и площадь проекции деформирования. Площадь заготовки может быть любой, а форма детали определяется формой пуансона.

Для формовки небольших деталей на кривошипных прессах можно использовать такую формулу:

$$P = F \times S^2 \times k,$$

где F – площадь формуемого изделия;

S – толщина формующего изделия;

k – коэффициент, составляющий для стали 20-30 кгс/мм², а для латуни 15-20 кгс/мм².

Количество переходов определяется из условия

$$S_d = S_3 \cdot \exp \delta_p,$$

утонять можно многократно с промежуточным отжигом,

$$K_{\text{вт}} = K_{\text{вт1}} \cdot K_{\text{вт2}} \cdot \dots \cdot K_{\text{втн}} = K_{\text{вт1}}^n \Rightarrow n = \frac{\ln |K_{\text{вт}}|}{\ln |K_{\text{вт1}}|}.$$

Наличие трения приводит к неравномерности деформаций (утонение).
Форму детали выбирают из условия равномерного утонения.

$$V_3 = V_d,$$
$$F_3 \cdot S_3 = F_d \cdot S_d \cdot K,$$

где $K = 0,5-0,7$ – коэффициент, который учитывает неравномерность деформации.

Толщина заготовки равна толщине фланца.

К листовой формовке относятся операции, выполняемые с незначительным изменением толщины материала, — формовка ребер жесткости и местных выступов, отбортовка, завивка буртов, раздача и обжим. Формовкой выпукло-вогнутого рельефа получают надписи, рисунки узоры. Рельефная формовка применяется для выполнения у штампованных деталей ребер жесткости, различного рода выступов (углублений) и рельефов под контактную сварку. Ребра жесткости выполняются на плоских, криволинейных и наклонных поверхностях. У полученных гибкой деталей наиболее слабое сечение — место изгиба. Применяя ребра жесткости, можно увеличить общую жесткость деталей на 100—200 %, повысить точность деталей вследствие уменьшения пружинения, а также уменьшить требуемую толщину металла.

Штампованные из листового металла детали, усиленные ребрами жесткости, обладают повышенной жесткостью при меньшем весе. Применяются полукруглые, угловые и плоскодонные ребра жесткости. Обычные параметры профиля полукруглых ребер жесткости.

Рельефная формовка осуществляется путем местного растяжения материала, сопровождающегося уменьшением толщины. Поэтому при штамповке ребер жесткости принимается ряд ограничений. Если ребро жесткости расположено близко от края детали, т. е. на расстоянии менее 20-25 толщин материала, то при формовке исказится наружный контур детали. Возникает утяжка металла с боковых сторон заготовки. Если утяжка не допускается, то вводят операцию обрезки детали по контуру. **Предельная степень деформации, допустимая при рельефной формовке*** определяется по приближенной формуле, где L — длина материала по наиболее глубокому сечению детали после формовки; l_0 — длина этого же участка в заготовке до формовки; b — относительное удлинение материала изделия. Если степень

деформации превышает 15—18 %, то формовку следует выполнять за несколько переходов с предварительным набором металла.

При формовке ребра за два перехода на первом переходе выполняют плавный профиль, соответствующий допустимому удлинению. Длина профиля ребра на первом переходе назначается на 3—5 % больше длины L_d .

Формовка ребер жесткости выполняется с прижимом заготовки. При отсутствии прижима может быть нарушена плоскостность или первоначальная форма основной поверхности детали. Прижим осуществляется в зоне, окружающей ребро. Ширина зоны прижима — 30-40 толщин металла. Удельные усилия прижима составляют 150—250 МПа.

Усилие, необходимое для формовки можно определить по эмпирической формуле:

$$P = p \times F,$$

где F — площадь штампуемого рельефа;

p — удельное усилие.

Данное удельное усилие зависит от рода и толщины материала,. Для алюминия $p = 3 \div 5 \text{ кг/мм}^2$; для латуни и стали $p = 10 \div 18 \text{ кг/мм}^2$. При правке деталей, открытого профиля из тонких и мягких материалов $p = 10 \div 15 \text{ кг/мм}^2$. При пространственной правке деталей, полученных гибкой или вытяжкой, сопровождающейся уменьшением радиусов сопряжений между элементами детали, $p = 15 \div 20 \text{ кг/мм}^2$.

Нижние значения даны для тонких материалов ($S < 2 \text{ мм}$), а верхние — для более толстых ($S > 2 \text{ мм}$).

Усилие штамповки ребер жесткости определяют по формуле где L — длина периметра ребра жесткости, мм. Усилие формовки на второй операции определяется по формуле $P = F$, где q — удельное усилие, МПа; F — площадь ребра в плане, мм^2 .

Формовкой за один или несколько переходов выполняют местные выступы (углубления) обычно круглой или близкой к круглой конфигурации. Выступы имеют по сравнению с размерами заготовки относительно небольшие размеры. Если выступы достаточно удалены, т. е. находятся на расстоянии более $4 r_m$ (где r_m — радиус формовочной матрицы) от краев заготовки, то формовка осуществляется в основном вследствие уменьшения толщины заготовки. Утонение материала в различных точках выступа неодинаково и зависит от формы выступа, его высоты, способа формовки и сил трения. Размер выступа ограничивается величиной потери устойчивости материала при растяжении, т. е. самопроизвольным образованием местного утонения, а также разрывом материала. Условия деформирования металла при формовке выступов менее благоприятны, чем при формовке ребер. Выступы прямоугольной или трапециевидной формы получают за два перехода. Двух переходная формовка возможна прямым и обратным способом. При прямой формовке на первом переходе оформляют плавную выпуклость, а на втором переходе — требуемую форму дополнительного выступа диаметром d_{21} высотой h_2 (рис. 1.90, б).

Можно получить выступы с соотношением $h_2 / d_2 < 0,5—0,6$. На первом переходе при обратной формовке образуется выпуклость, направленная в сторону, противоположную выступу (рис. 1.90, б). На втором переходе оформляется окончательный профиль выступа с минимальными радиусами. Выпуклость для первого перехода строится по соотношению $100 (\pi - D)/D < 0,96$, где $\Pi = ABCE$ — периметр профиля выпуклости; D — диаметр деформируемой части заготовки (рис. 1.90): Принимают $gg = (5—6) s$. Высоту выпуклости первого перехода вычисляют по формуле

Обжимом сужают диаметр заготовки, получая на конце детали меньший диаметр с конической переходной частью, выполняют плоское или сферическое дно у полых заготовок, изготавливают детали ступенчатой или фасонной формы из полый цилиндрической заготовки или отрезка трубы. При обжиме заготовка заталкивается в матрицу. Усилие прикладывается к торцу заготовки.

Правка

При зазоре между пуансоном и матрицей, меньшем толщины металла заготовки, на полках детали могут возникать наплывы. При повышенных зазорах не достигается требуемая форма полков детали. Появление трещин в зоне изгиба на наружной поверхности заготовки, морщин и складок на внутренней поверхности возможно при гибке деталей с поперечными сечениями различной площади.

При проектировании изготавливаемых гибкой деталей необходимо учитывать целый ряд факторов, влияющих как на процесс гибки, так и на гибочный инструмент. К этим факторам, в частности, относится отношение радиуса изгиба к толщине заготовки. Причем необходимо учитывать не только минимальное значение, так как слишком большие радиусы вызывают и большее пружинение. Необходимо избегать форм деталей, удорожающих инструмент. Если у детали имеются отверстия, то их следует пробивать до гибки. Чтобы отверстия не деформировались (искажались), необходимо выдерживать минимальное расстояние отверстий до линии изгиба.

Правкой или рихтовкой, называется штамповочная операция, при которой происходит выправка неровной поверхности изделия между гладкими или насеченными поверхностями штампов.

Другими словами - правка - это отделочная операция, посредством которой устраняют искривление деталей, возникшее после вырубки, обрезки, гибки и других операций путем их незначительного пластического деформирования. Правкой исправляют дефекты, возникающие у детали вследствие несовершенства технологического процесса штамповки, плохого состояния штампов, не технологичности изделия. Причинами, вызывающими необходимость правки деталей, обычно являются повышенная жесткость исходного материала, искривление заготовки, не технологичность изделия (недостаточная жесткость, завышенные требования к точности изготовления, сложность конфигурации), резание заготовок и вырубка деталей притуплёнными ножами, неправильная последовательность операций штамповки при изготовлении сложных деталей, неудачная конструкция штампов.

При правке листовых деталей используют все виды деформаций — сжатие, растяжение, изгиб и кручение. Плоские детали правят гладкими или рифлеными плитами. Гладкие плиты применяют для деталей из тонких материалов.

Детали из более толстых материалов, на поверхности которых допускаются отпечатки, правят в точечных штампах. Поверхность точечного штампа покрыта зубцами с квадратными торцами. Сторона квадрата имеет размер $(0,1—0,5)S$, а шаг зубцов $(1,2—1)S$. Квадратные вершины зубцов верхней плиты смещены наполовину шага относительно зубцов нижней плиты. Если на поверхности деталей из толстого листа не допускаются отпечатки, то применяют вафельные штампы с тупыми зубцами квадратной или ромбовидной формы. Интенсивность правки рифлеными плитами выше,

чем гладкими, так как при этом каждый элемент объема заготовки между рифлениями подвергается всесторонней деформации (сжатия, изгиба, растяжения).

При правке гладкими плитами заготовки с участками небольшой кривизны сжимают между рабочими поверхностями штампа.

Общее усилие правки складывается из усилия, затрачиваемого для разгибания местных искривлений заготовки, и дополнительного усилия сжатия.

Усилие P рассчитывается по формуле где q — удельное усилие, МПа; F — поверхность детали.

Удельное усилие при правке в штампе с гладкими плитами принимается равным 100 МПа, при правке точечными плитами — 80 МПа, вафельными 100—150 МПа.

Усилие правки можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$P = p \times F,$$

где F — площадь проекции рихтуемой детали;

p — удельное усилие при правке.

Данное удельное усилие зависит от рода и толщины материала, а также от типа штампа. При плоской правке деталей из тонких и мягких материалов ($S < 2\text{ мм}$, $\sigma < 30\text{ кг/мм}^2$) гладкими штампами $p = 5 \div 10\text{ кг/мм}^2$; при правке деталей, допускающих отпечатки на поверхности из более толстых и твердых материалов ($S > 2\text{ мм}$, $\sigma > 30\text{ кг/мм}^2$) точечными штампами $p = 10 \div 20\text{ кг/мм}^2$; при правке деталей, не допускающих глубоких отпечатков на поверхности вафельными штампами $p = 20 \div 30\text{ кг/мм}^2$. При правке деталей, открытого профиля из тонких и мягких материалов $p = 10 \div 15\text{ кг/мм}^2$. При пространственной правке деталей, полученных гибкой или вытяжкой, сопровождающейся уменьшением радиусов сопряжений между элементами детали, $p = 15 \div 20\text{ кг/мм}^2$.

Кривизна заготовок при указанных удельных усилиях правки гладкими плитами полностью не устраняется. Более полное выпрямление происходит при удельных усилиях, превышающих временное сопротивление материала заготовки. В случаях, когда невозможно создать требуемое усилие, правку осуществляют за несколько ходов прессы. Детали типа колец, в том числе профильные, правят растяжением. Усилие при этом рассчитывают по обычным формулам сопротивления материалов. Правка происходит при перемещении секций матрицы под действием клиновидного пуансона. Возвращение секций матрицы в исходное положение проводится с помощью пружин. Так как при правке происходит растяжение заготовки, ее размеры несколько меньше размеров готового изделия (на 2,5—4 %).

При правке растяжением коробчатых деталей устраняется такой дефект, как не плоскостность стенок и дна (так называемые «хлопуны»), так как при растяжении устраняются внутренние напряжения в металле, возникшие при вытяжке.

К недостаткам правки растяжением кольцевых деталей относится огранка деталей, возникающая из-за зазоров между секторами разжимной

матрицы, образующихся в конце рабочего хода пресса, а также возможность разрушения сварной заготовки в зоне сварного шва. Этих недостатков лишена правка сжатием, которую проводят вместо правки растяжением или после нее. При правке сжатием заготовку помещают в секционную матрицу, секции которой обжимают деталь по внешнему контуру. Правка сжатием может совмещаться с формообразованием неглубоких местных рельефов в стенках детали. Правку сжатием толстостенных деталей можно проводить по установленному внутри детали пуансону (оправке).