

Тема урока: «Получение заготовок методом пластической деформации»

Для получения деталей применяют различные заготовки. Металлические заготовки изготавливают литьем, прокаткой, ковкой, штамповкой и другими способами.

Методами пластической деформации получают заготовки из стали, цветных металлов и их сплавов, а также пластмасс, резины, многих керамических материалов и др. Широкое распространение методов пластической деформации обуславливается их высокой производительностью и высоким качеством изготавливаемых изделий. Важной задачей технологии является получение заготовок, максимально приближенных по форме и размерам к готовым деталям. Заготовки, получаемые методами пластической деформации, имеют минимальные припуски на механическую обработку, а иногда и не требуют ее вовсе. Структура металлической заготовки и ее механические свойства после пластической деформации улучшаются.

Обработка металлов давлением основана на пластической деформации. Этим методом изготавливают заготовки и изделия массой от нескольких граммов до сотен тонн из металлов и сплавов. Обработка металлов давлением включает: прокатку, ковку, штамповку, прессование и волочение. Это один из прогрессивных и распространенных методов получения заготовок деталей машин.

Обработка металлов давлением основана на свойстве пластичности обрабатываемого материала. «Пластичность — это способность материала, изменять свою форму необратимо и не разрушаясь, под действием внешних сил». В результате обработки давлением изменяется форма заготовки без изменения ее массы. Обработке давлением можно подвергать только те материалы, которые обладают пластичностью в холодном или нагретом состоянии. Пластическая деформация твердых тел происходит в результате смещения атомов по кристаллографическим плоскостям, в которых расположено наибольшее количество атомов. В результате искажения кристаллической решетки — наклепа при деформации в холодном состоянии — свойства кристалла изменяются: увеличивается твердость, прочность, хрупкость; уменьшается пластичность, вязкость, коррозионная стойкость, электропроводность. Для восстановления пластических свойств, устранения наклепа производят раскристаллизационный отжиг, после которого материал приобретает прежние свойства. При этом материал из неустойчивого состояния наклепа постепенно переходит в устойчивое, равновесное состояние.

В ходе контрольной работы мы попытаемся дать краткую характеристику основных способов формообразования: прокатка, волочение, прессование, ковка, штамповка. Проанализировать успешность применения каждого из этих способов на практике, используя различные источники информации по материаловедению и технологии металлов.

1. ПРОКАТКА КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ. ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Прокатка металлов — способ обработки металлов и металлических сплавов давлением, состоящий в обжатии их между вращающимися валками прокатных станов. Валки имеют большей частью форму цилиндров, гладких или с нарезанными на них углублениями (ручьями), которые при совмещении двух валков образуют так называемые калибры. Благодаря свойственной прокатке непрерывности рабочего процесса, она является наиболее производительным методом придания изделиям требуемой формы. При прокатке металл, как правило, подвергается значительной пластической деформации сжатия, в связи, с чем разрушается его первичная литая структура и вместо неё образуется структура, более плотная и мелкозернистая, что обуславливает повышение качества металла. Таким образом, прокатка служит не только для изменения формы обрабатываемого металла, но и для улучшения его структуры и свойств.

Как и другие способы обработки металлов давлением, прокатка основана на использовании пластичности металлов. Различают горячую, холодную и тёплую прокатку. Основная часть проката (заготовка, сортовой и листовой металл, трубы, шары и т.д.) производится горячей прокаткой при начальных температурах: стали 1000—1300 °С, меди 750—850 °С, латуни 600—800 °С, алюминия и его сплавов 350—400 °С, титана и его сплавов 950—1100 °С, цинка около 150 °С. Холодная прокатка применяется главным образом для производства листов и ленты толщиной менее 1,5—6 мм, прецизионных сортовых профилей и труб; кроме того, холодной прокатке подвергают горячекатаный металл для получения более гладкой поверхности и лучших механических свойств, а также в связи с трудностью нагрева и быстрым остыванием изделий малой толщины. Теплая прокатка, в отличие от

холодной, происходит при несколько повышенной температуре с целью снижения упрочнения (наклёпа) металла при его деформации.

В особых случаях для предохранения поверхности прокатываемого изделия от окисления применяют прокатку в вакууме или в нейтральной атмосфере.

Известны три основных способа прокатки: продольная, поперечная и винтовая (или косая). При продольной прокатке деформация обрабатываемого изделия происходит между валками, вращающимися в противоположных направлениях и расположенными в большинстве случаев параллельно один другому. Силами трения, возникающими между поверхностью валков и прокатываемым металлом, он втягивается в межвалковое пространство, подвергаясь при этом пластической деформации. Продольная прокатка имеет значительно большее распространение, чем два других способа (см. рис.1, а).

Рис. 1 Схема продольной (а), поперечной (б) и винтовой (в) прокатки: 1 — прокатываемый металл; 2 и 3 — валки

Поперечная прокатка (см. рис. 1, б) и винтовая (косая) прокатка (см. рис. 1, в) служат лишь для обработки тел вращения. При поперечной прокатке металлу придаётся вращательное движение относительно его оси и, следовательно, он обрабатывается в поперечном направлении. При винтовой прокатке вследствие косоого расположения валков металлу, кроме вращательного, придаётся ещё поступательное движение в направлении его оси. Если поступательная скорость прокатываемого металла меньше окружной скорости вследствие его вращения, прокатка называется также поперечно-винтовой, а если больше — продольно-винтовой. Поперечная прокатка применяется для обработки зубьев шестерён и некоторых других деталей, поперечно-винтовая — в производстве цельнокатаных труб, шаров, осей и других тел вращения (см. рис.2).

Рис. 2 Схема винтовой прокатки круглых периодических профилей

Продольно-винтовая прокатка находит применение при производстве свёрл. При продольной прокатке, когда металл проходит между валками, высота его сечения уменьшается, а длина и ширина увеличиваются (см. рис. 3).

Рис. 3 Схема деформации металла при продольной прокатке

Разность высот сечения металла до и после прохода между валками называется линейным (абсолютным) обжатием: $\Delta h = h - h_1$.

Отношение этой величины к первоначальной высоте h , выраженное в процентах, называется относительным обжатием; за один проход оно обычно составляет 10—60%, а иногда и больше (до 90%). Увеличение длины прокатываемого металла характеризуется коэффициентом вытяжки λ (отношение длины металла после его выхода из валков к первоначальной длине). Деформация прокатываемого металла в направлении ширины его сечения называется уширением (разность между шириной сечения до и после прокатки). Уширение возрастает с повышением обжатия, диаметра валков и коэффициента трения между металлом и поверхностью валков.

Область (объём) между валками, в которой прокатываемый металл непосредственно с ними соприкасается, называется очагом деформации; здесь происходит обжатие металла. Небольшие участки, примыкающие с обеих сторон к очагу деформации, называются внеконтактными зонами деформации; в них металл деформируется лишь в незначительной степени. Очаг деформации состоит из двух основных участков: зоны отставания, в которой средняя скорость металла меньше горизонтальной составляющей окружной скорости валков, и зоны опережения, в которой скорость металла относительно выше. Поэтому скорость выхода прокатываемого металла из валков несколько больше (на 2—6%) их окружной скорости. Граница между этими зонами называется нейтральным сечением. Силы трения, действующие на прокатываемый материал от валков, в зоне отставания направлены по его движению, в зоне опережения — против. Захват металла валками и стабильность протекания процесса обуславливаются силами трения, возникающими на контактной поверхности металла с валками. Для захвата необходимо, чтобы тангенс угла захвата α , т. е. угла между радиусами, проведёнными от оси валков к точкам А и В (см. рис.3), не превысил коэффициента трения: $\tan \alpha \leq \mu$. В тех случаях, когда к чистоте поверхности изделий не предъявляют высоких требований, для увеличения

угла захвата (а следовательно, и обжатия) поверхности валков придаётся шероховатость путём насечки.

Практически углы захвата находятся в следующих пределах: при горячей прокатке в гладких валках 20—26°С, в насеченных — 27—34°С; при холодной прокатке со смазкой — 3—6°С.

Усилие на валки при прокатке определяется как произведение контактной поверхности на среднее удельное усилие $P = F \cdot p_{cp}$ (удельное усилие распределено по контактным поверхностям неравномерно: его максимум находится вблизи нейтрального сечения, а по направлению к входу и выходу металла из валков удельное усилие уменьшается). При прокатке полос прямоугольного сечения контактная поверхность рассчитывается по формуле $F = \pi r \cdot l$, где r — радиус валка. При холодной прокатке полос действительная контактная поверхность больше из-за упругого сжатия валков в местах соприкосновения с прокатываемым металлом. Среднее удельное усилие, называется также нормальным контактным напряжением, зависит от большого числа факторов и может быть выражено формулой $p_{cp} = n_1 \cdot \sigma_s \cdot n_2 \cdot n_3$, где n_1 — коэффициент напряжённого состояния металла, зависящий главным образом от отношения длины дуги захвата, то есть дуги между точками А и В на окружности сечения валка (см. рис.3), к средней толщине прокатываемой полосы и её ширине, от коэффициента трения и от натяжения прокатываемого металла (натяжение широко применяется при холодной прокатке); n_2 — коэффициент, учитывающий влияние скорости прокатки; n_3 — коэффициент, учитывающий влияние величины наклёпа металла; σ_s — предел текучести (сопротивление деформации) обрабатываемого металла при температуре прокатки. Наибольшее значение имеет коэффициент n_1 , изменяющийся в зависимости от указанных выше факторов в широких пределах (0,8—8); чем больше силы трения на контактных поверхностях и меньше толщина прокатываемого металла, тем выше этот коэффициент. В практических расчётах принимается при горячей прокатке $n_3 = 1$, а при холодной $n_2 = 1$. Для углеродистых сталей при горячей прокатке среднее удельное усилие находится в пределах 100—300 н/м² (10—30 кгс/мм²), при холодной прокатке 800—1500 н/м² (80—150 кгс/мм²). Равнодействующие усилия на валки при наиболее распространённых условиях прокатки направлены параллельно линии, соединяющей оси валков, то есть вертикально (см. рис.4).

Рис. 4 Направление равнодействующих сил усилия на валки при простом процессе прокатки с учетом влияния трения в подшипниках

Связь между усилием P и моментом M , необходимым для вращения каждого валка, определяется формулой

$$M = P \cdot (a + r),$$

где a — плечо силы P , находящееся в пределах (0,35—0,5), r — радиус круга трения подшипников валков, равный произведению коэффициента трения подшипника на радиус его цапфы. Усилие на валок при прокатке стальной проволоки, узких стальных полос составляет около 200—1000 кН (20—100 тс), а при прокатке листов шириной 2—2,5 м доходит до 30—60 Мн (3000—6000 тс). Момент, необходимый для вращения обоих валков при прокатке стальной проволоки и мелких сортовых профилей, составляет 40—80 кН·м (4—8 тс·м), а при прокатке слябов и широких листов достигает 6000—9000 кН·м (600—900 тс·м).

Прокатное производство — получение путём прокатки из стали и других металлов различных изделий и полуфабрикатов, а также дополнительная обработка их с целью повышения качества (термическая обработка, травление, нанесение покрытий). Прокатное производство обычно организуется на металлургических заводах (реже на машиностроительных), как правило, особенно в чёрной металлургии, является завершающим звеном цикла производства. Прокатанный металл используют непосредственно в конструкциях машин, механизмов оборудования, из него изготавливают металлические конструкции мостов, ферм, станины, клепаные и сварные изделия, железобетонные конструкции и др; он же служит заготовкой для механических цехов, а также для последующейковки и штамповки. К основным видам проката относятся: полупродукт, или заготовка, листовой и сортовой прокат, катаные трубы, заготовки деталей машин (особые виды проката) — колёса, кольца, оси, свёрла, шары, профили переменного сечения и другое. Геометрическая форма поперечного сечения прокатного изделия называется его профилем, совокупность профилей разных размеров — сортаментом. Основное количество проката изготавливается из низкоуглеродистой стали, некоторая часть — из легированной стали и стали с повышенным (больше 0,4%) содержанием углерода. Прокат цветных металлов производится главным образом в виде листов, ленты и проволоки; трубы и сортовые профили из цветных металлов изготавливаются преимущественно прессованием.