

Рисунок 3 – Калибровка валков с четырехсторонним обжатием

Это естественно, поскольку в этот период захвата до более полного контакта с валками – дисками продольная вытяжка заготовки не происходит, а заготовка деформируется лишь в сечении, перпендикулярной ее оси. Для уменьшения подрезания калибр выполнен из двух элементов: дуги радиусом $R_k = 0,5D_k$, соответствующей углу 35° , и двух прямых, касательной к этой дуге. Образующиеся при этом на прокате четыре продольных выступа высотой $0,17$ мм, «поглощают» выдавливаемый в начале захвата материал. При дальнейшем обжатии из-за ничтожно малой площади сечения подрезаемых участков по сравнению с остальной, подвергаемой обжатию и вытяжке площадью заготовки, эти участки вытягиваются с уменьшением их сечения.

Опыты прокатки проводили в калибре диаметром 22 мм, с прутками диаметром 24 и 25 мм, нагретыми до 750°C и в холодную с прутками диаметром 24 мм. Прокатанные в холодную прутки диаметром 24 мм имели гладкую с сохранившейся чернотой поверхность и незначительной кривизной. Прокатанные в горячую прутки имели гладкую поверхность, прямолинейность, но на стыках валков – дисков рваные, за счет вытяжки заусенцы.

Микроструктура прокатанных в холодную прутков – характерная для двухфазной латуни, отличалась полосчатыми следами сдвига и некоторым уменьшением размеров α – фазы. При прокатке с нагревом микроструктура горячекатаных прутков – сплошное поле β – фазы с отдельными включениями α – фазы.

Улучшенные механические свойства прутков и качество поверхности, дали основание заменить скальпирование и правку непрерывно литых прутков на холодную прокатку в калибре с четырехсторонним обжатием.

УДК 621.774

Теоретический анализ определения изгибающего момента для гибки трубных заготовок

Студенты гр.104427 Кухаренко В.В., Александров А.А.
 Научный руководитель – Кудин М.В.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Увеличение потребности в гибке труб, благодаря широкому применению, естественным образом ведет к повышению требований к качеству гибки труб. Улучшение качества гибки труб может достигаться совмещением: улучшения технологии гибки труб и повышении квалификации специалистов по гибке труб. Технология гибки труб во многом зависит от уровня оборудования.

На сегодняшний день, существует несколько видов технологии гибки труб. Эти технологии различаются между собой по задачам, которые ставятся при гибке труб (например, радиус изгиба, угол поворота трубы), по виду стали труб, по виду сечения и конфигурации труб.

Технология гибки труб так же может осуществляется, как на стационарных трубогибочных станках, так и на ручных. И те, и другие трубогибочные станки в равной степени находят свое применение. Так же в технологии гибки труб трубогибочные станки бывают универсальные, и станки осуществляющие гибку труб только заданного диаметра.

Основным параметром для выбора трубогибочного оборудования необходимо определять величину изгибающего момента в зависимости от известных параметров труб (геометрические размеры трубы, предел текучести, модуль упругости и радиус изгиба). Для упрочняющегося материала трубы условная диаграмма напряжений-деформаций в поперечном сечении трубы будет иметь вид, представленный на рисунке 1.

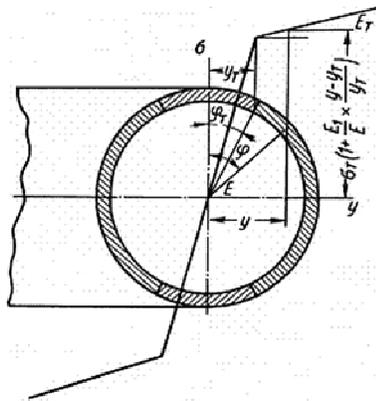


Рисунок 1 - Распределение нормальных напряжений в поперечном сечении трубы при изгибе

Из условия равновесия изгибающий момент равен моменту внутренних сил [1, 2]:

$$M = \int_{F_{ун}} \sigma_{ун} y dF + \int_{F_{пла}} \sigma_{пла} y dF \quad (1)$$

элементарная площадка сечения трубы

$$dF = r \delta d\varphi,$$

где r – радиус средней линии поперечного сечения трубы;

δ - толщина стенки трубы,

удлинение будет пропорционально расстоянию волокна от нейтральной линии

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_T} = \frac{y}{y_T} = \frac{r \sin \varphi}{r \sin \varphi_T}$$

где ϵ_T – деформация, соответствующая пределу текучести;

y – текущая координата точки, лежащей на средней линии поперечного сечения трубы;

y_T – координаты границы пластической зоны;

φ_T – центральный угол границы упругой зоны поперечного сечения трубы.

В зоне упругих деформаций

$$\sigma_{ун} = \epsilon E; \quad \frac{\epsilon}{\epsilon_T} = \frac{\sigma_{ун}}{\sigma_T}; \quad \sigma_{ун} = \sigma_T \frac{\epsilon}{\epsilon_T};$$

где E – модуль упругости.

В зоне пластических деформаций

$$\sigma_{\text{пл}} = \sigma_T + (\epsilon - \epsilon_T) E_1 = \sigma_T \left(1 + \frac{E_1}{E} \cdot \frac{y - y_T}{y_T} \right)$$

где E_1 – модуль упрочнения.

Подстановка этих зависимостей в формулу (1)

$$M = 4 \left\{ \int_0^{\varphi_T} \sigma_T \frac{\sin^2 \varphi}{\sin \varphi_T} r^2 \delta d\varphi + \int_{\varphi_T}^{\frac{\pi}{2}} \sigma_T r^2 \delta \sin \varphi d\varphi + \int_{\varphi_T}^{\frac{\pi}{2}} \sigma_T \frac{E_1}{E} r^2 \delta \frac{\sin^2 \varphi}{\sin \varphi_T} d\varphi + \int_{\varphi_T}^{\frac{\pi}{2}} \sigma_T \frac{E_1}{E} r^2 \delta \sin \varphi d\varphi \right\}$$

После интегрирования

$$M = \frac{2\sigma_T r^2 \delta}{\sin \varphi_T} \left[\varphi_T + 0.5 \sin 2\varphi_T + \frac{E}{E} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_T - \frac{\sin 2\varphi_T}{2} \right) \right] \quad (2)$$

Наибольшие деформации будут в наиболее отдаленной от оси трубы образующей

$$\epsilon_{\max} = \frac{r}{R}$$

Так как

$$\frac{\epsilon_{\max}}{\epsilon_T} = \frac{\sin \frac{\pi}{2}}{\sin \varphi_T}$$

тогда

$$\sin \varphi_T = \frac{\epsilon_T}{\epsilon_{\max}} = \frac{\sigma_T}{E \epsilon_{\max}} = \frac{\sigma_T R}{E r}$$

Откуда

$$\varphi_T = \arcsin \frac{\sigma_T R}{E r} \quad (3)$$

Таким образом, по полученным формулам (2) и (3), зная механические свойства (E , E_1) и геометрические параметры, трубы (r , R), можно вычислить необходимый изгибающий момент.

Литература

1. Галперин А. И. Машины и оборудование для гибки труб. – М.: Машиностроение – 180 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.:Машиностроение, 1971. – 782 с
3. Теория обработки металлов давлением/ под ред. И.Я.Тарковского.– М.: Металлургиздат. 1963. – 672с.ил.