

Моделирование процесса раскатки труб

. Хейн Вин Зо – к.т.н., (докторант)

в «МАТИ» - в Российском государственном технологическом университете им. К.Э. Циолковского.

Моделирование процесса раскатки труб

Хейн Вин Зо

Постановка задачи

□ В настоящее время к конструкциям самолетов и других изделий машиностроения предъявляются все более высокие эксплуатационные требования, а с другой стороны стоит задача снижения себестоимости продукции. Поэтому специалисты, работающие в этих областях, ведут работы по созданию новых материалов, по повышению технологичности конструкций, созданию новых технологических процессов, оснастки и оборудования.

□ Важной частью любой машины являются трубопроводные системы. Трубопроводы работают в условиях сложного нагружения. Они испытывают действия высоких давлений, пульсирующей нагрузки и гидравлических ударов. Поэтому к ним предъявляются высокие требования по механическим свойствам материала, качеству внешней и внутренней поверхностей, сохранению формы сечения, а также максимальному утонению стенок трубы.

□ При изготовлении трубопроводов используются различные технологические операции: раздача, обжим, гибка и др. Наибольшее распространение при изготовлении различных соединительных элементов нашел процесс раздачи (и развальцовки) концевых участков труб.

□ В связи с применением высокопрочных и молопластичных материалов, эти традиционные технологии не позволяют получить качественные детали, а также имеют низкую экономическую эффективность. Поэтому исследования в этом направлении являются актуальными.

□ При изготовлении ряда трубчатых деталей (рис. 1) применение процесса раскатки для получения раструбов на концевых участках более предпочтительно (чем, например, применение раздачи, развальцовки и др.) с точки зрения достижения больших степеней формоизменения в результате повышения пластических свойств материала заготовки под действием сжимающих напряжений.

□ В данной статье предлагаются моделирование процесса раскатки концевых участков длинномерных трубчатых заготовок.

□ Процесс деформирования заключается в следующем. Исходную трубчатую заготовку 1 (рис. 2) помещают в зазор между оправкой 2 и давилным роликом 3. Под действием усилия P стенка заготовки сжимается, а вращающаяся оправка 2 обеспечивает бесцентровое вращение заготовки 1. По мере утонения стенки заготовки в очаге деформации 4 диаметр заготовки увеличивается.

□

Рис. 1. Детали, получаемые раскаткой

□ Для разработки математической модели процесса деформирования используем метод баланса работ [3], заключающийся в равенстве работ внешних и внутренних сил (без учета сил контактного трения). Работа внешних сил равна:

$$A_{\text{внеш}} = A_P + A_M \quad (1)$$

где A_P - работа, связанная с утонением стенки под действием силы P ; A_M - работа, связанная с вращением заготовки моментом M .

□ Подставив в уравнение (1) соответствующие силы и перемещения за один оборот детали, получим:

(2)

где s - величина утонения стенки заготовки за один оборот детали; α - угол поворота оправки за один оборот детали.

Рис. 3.14. Схема процесса раскатки: 1 - заготовка; 2 – приводная оправка; 3 – давилная оправка; 4 - очаг деформации

Работа внутренних сил равна

, (3)

где σ - напряжение текучести; ϵ - интенсивность деформаций; V - объем продеформированного металла.

□ Для одного оборота детали уравнение запишется в следующем виде (через средние подынтегральные величины):

(4)

где ϵ - приращение интенсивности деформации за один оборот детали; l - длина очага деформации; R , s – текущие значения радиуса и толщины стенки в очаге деформации. Приравняв работу внешних и внутренних сил, получим:

(5)

Выражение (5) содержит два неизвестных параметра P и M .

Пренебрегая внеконтактной деформацией на коническом участке, определим усилие P со стороны давящего ролика (рис. 3) в предположении его пропорциональности проекции площади контакта:

(6)

где F - проекция площади контакта, расположенная перпендикулярно действию радиального усилия P .

□ Известно, что определение площади контакта давящего инструмента с заготовкой зависит от действия многих факторов и представляет собой сложную задачу, поэтому найдем площадь приближенно.

□ Если принять, что размеры вращающейся оправки $r_{оп}$ и давящего ролика r_r (рис. 3) соизмеримы друг с другом, т.е. $r_{оп} \approx r_r$, а радиус вращающейся заготовки R значительно больше, то проекция ширины зоны контакта h можно определить по формуле.

(7)

□ Разницу размеров $r_{оп}$ и r_r можно учесть через их среднее значение $r_{ср} = (r_{оп} + r_r)/2$, тогда