

УДК621.771

О.А. Ламанова (5 курс, каф. ПОМ), А.М. Золотов, к.т.н., доц.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В МАТРИЦЕ

В данной работе проводился расчет напряжений и перемещений в матрице (штамповая сталь 3Х2В8Ф) для оценки возможности проведения технологического процесса обжима трубчатой заготовки. Это необходимо для получения лейнера.

Решение задач теплопроводности и течения выполнялось методом конечных элементов. Рассчитываемая матрица аппроксимировалась сеткой, имеющей 176 изопараметрических квадратных элементов, соединенных в 603 узловых точках.

Задачей исследования является расчет матрицы на прочность с построением полей напряжений и перемещений в радиальном и аксиальном направлениях. Анализ математической модели имеет конечной целью оптимизацию скоростного и температурного режима процесса.

На поверхности контакта заготовки с матрицей граничные условия заданы в виде соотношения скоростей течения в радиальных и продольных направлениях (условие непроницаемости) и уравнения связи нормальных и касательных напряжений  $\tau = \mu \sigma_n$ , где  $\mu = 0,1$  - коэффициент трения.

По модели, созданной вышеописанным методом, были проведены расчеты с использованием программного обеспечения кафедры ПОМ. Результатом расчета являются распределения полей напряжений и перемещений матрицы.

Из распределения полей напряжений видно, что по границам обода матрицы, напряжения равны нулю. Аксиальные напряжения  $\sigma_z$  возрастают до максимального значения при входе в матрицу. Так как заготовка заталкивается в матрицу, эти напряжения являются сжимающими в верхней части, а у боковой - растягивающими.

В то же время, поперечные размеры кольцевых элементов заготовки уменьшаются, что при наличии сжимающих напряжений  $\sigma_z$  возможно лишь тогда, когда тангенциальные напряжения в очаге деформации являются растягивающими.

На торцевых поверхностях матрицы перемещения в радиальном направлении  $U_r$  минимальные. Максимальные перемещения наблюдаются на относительно тонкой наклонной стенке матрицы, где действует наибольшее касательное напряжение и большое удаление от торцевых поверхностей.

В аксиальном направлении перемещение отсутствует в месте принудительного закрепления матрицы. А максимальное перемещение наблюдается на наибольшем удалении от поверхности закрепления.

Анализируя количественные величины напряжений, можно сделать вывод о том, что прочность матрицы многократно обеспечена (максимальное результирующее напряжение в матрице значительно ниже предела текучести ее материала в несколько раз).

При температуре нагрева матрицы: 360°C:

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(\sigma_z - \sigma_\rho)^2 + (\sigma_\rho - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + 6 \cdot \tau_{\rho z}^2} \leq \sigma_T$$

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(211 - 28)^2 + (-28 - 64)^2 + (67 - 211)^2 + 6 \cdot 35^2} = 187 \ll 1390 \text{ МПа}$$

Из всего вышесказанного можно сделать общий вывод о том, что проведение технологического процесса обжима трубной заготовки по предложенной схеме технически осуществимо.