

УДК 621.731.31 + 531.36

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ СИЛ ТРЕНИЯ НА ФЛАНЦЕ ЗАГОТОВКИ ПРИ ВЫТЯЖКЕ ЭЛАСТИЧНОЙ МАТРИЦЕЙ

Ю.Б. Колесов, В.Г. Некрутов, Н.А. Дорофеев

В данной статье рассматривается характер распределения напряжений сил трения на фланце заготовки при вытяжке эластичной матрицей. Получен характер распределения напряжений по радиусу фланца от сил трения, а также проведено уточнение величины наружной зоны фланца с одноименной схемой главных напряжений.

Ключевые слова: вытяжка, эластичная матрица, устойчивость.

Процесс вытяжки полых изделий эластичной матрицей сопровождается высоким давлением рабочей среды, вследствие чего между фланцем и прижимом возникают значительные силы трения, которые распределены равномерно по поверхности фланца [1].

Исследователи по-разному выражают напряжения от сил трения на фланце. В. Мюльхойзером [2], Е.И. Исаченковым [3] и Ю.М. Погореловым [4] получены зависимости, которые не определяют закономерности распределения напряжений по радиусу от сил трения. В данной статье рассматривается характер распределения напряжений от сил трения на фланце.

В случае граничного трения величину радиальных напряжений от сил трения σ_1 можно найти на основе закона Кулона, что допустимо при малых значениях коэффициента трения [3]:

$$\tau = \mu \cdot q,$$

где τ – касательное напряжение на контактных поверхностях, вызываемое силами трения; μ – коэффициент трения.

Действие касательных напряжений от сил трения учитывается при составлении уравнения равновесия.

Дифференциальное уравнение равновесия элементарного участка фланца (рис. 1) имеет вид:

$$-\sigma_1 \cdot R \cdot \gamma \cdot t + 2\sigma \cdot 3t \cdot \sin \sigma / 2dR + (\sigma_1 + d\sigma_1)(R + dR) \cdot \gamma \cdot t + \mu \cdot R \cdot \gamma \cdot d \cdot R = 0.$$

Считаем, что фланец находится в плоскодеформированном состоянии, используем уравнение пластичности по энергетическому условию [4]:

$$-\sigma_1 - (1\sigma_3) = 1,1\sigma_5,$$

где σ_5 – напряжение текучести.

Решив совместно дифференциальное уравнение равновесия элементарного участка фланца и уравнение пластичности по энергетическому условию, найдем радиальные σ_1 и тангенциальные σ_3 напряжения:

$$\sigma_1 = 1,1\sigma_s \cdot \ln \frac{R_H}{R} + \frac{\mu q(R_H)}{t} - q;$$

$$\sigma_3 = 1,1\sigma_s \cdot \ln \frac{R_H}{R} - \frac{\mu q(R_H)}{t} + q.$$

Второй член в формуле радиального напряжения σ_1 представляет собой выражение напряжений от сил трения:

$$\sigma_T = \frac{\mu q(R_H - R)}{t}.$$

Из предыдущей формулы следует, что напряжения от сил трения не постоянны, а зависят от радиуса R рассматриваемого сечения фланца.

Заметим, что на окружности с радиусом Rr , радиальные напряжения σ_1 равны нулю (см. рис.).

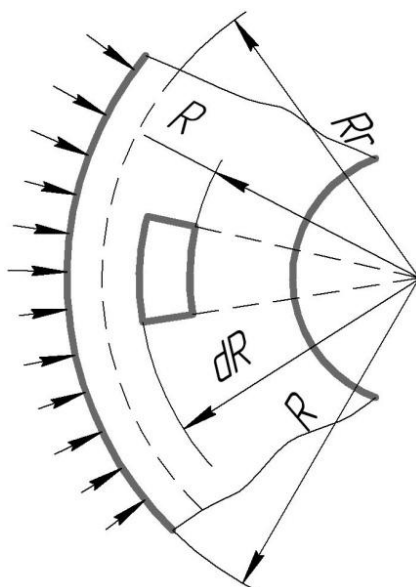


Схема напряженного состояния фланца

Радиус Rr сечения, ограничивающего наружную зону фланца с одной стороны, может быть определен из уравнения радиального напряжения σ_1 при условии $\sigma_1=0$. Найденный таким образом радиус Rr имеет более точное значение по сравнению с ранее полученным.

Выводы

1. Получен характер распределения напряжений по радиусу фланца от сил трения.
2. Проведено уточнение величины наружной зоны фланца с одноименной схемой главных напряжений.

Библиографический список

1. Колесов, Ю.Б. Технология вытяжки полых изделий с предварительным конусообразованием фланца заготовки / Ю.Б. Колесов, П.С. Мальцев // Автоматизация и информатизация в машиностроении: тематический сборник научных трудов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – Вып. 5. – 124 с.
2. Исаченков, Е.И. Штамповка резиной и жидкостью / Е.И. Исаченко. – М.: Машгиз, 1967.
3. Погорелов, Ю.М. Исследование процесса вытяжки осесимметричных деталей жидкостной матрицей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю.М. Погорелов. – Челябинск: ЧПИ, 1974.
4. Попов, Е.А. Основы теории листовой штамповки / Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1968.

[К содержанию](#)