

УДК539.4.013.3  
ВЛИЯНИЕ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ НА  
КОНЦЕНТРАЦИЮ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ ПЛАСТИНЫ

Д. О. КУЗМЕНКО

Научный руководитель И. М. КУЗМЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В реальных условиях не всегда возможно не допустить или устранить дефекты: надрезы или трещины, которые в механике разрушения носят название концентраторов напряжений. Поэтому необходимо изыскание путей повышения способности материалов к торможению или уменьшению скорости развития дефекта: направление его в зоны, менее напряженные в условиях эксплуатации изделия, максимальное смягчение формы концентратора, нанесение вблизи основного конструктивного надреза дополнительных разгружающих надрезов. Однако это не всегда возможно без нарушения условий нормальной работы конструкции.

В литературе [1, стр. 114] описан эксперимент, в котором определялся теоретический коэффициент концентрации напряжений  $\alpha$  при изменении отношения  $\lambda = c/R$  в пластине в зависимости от взаимного расположения двух отверстий (рис. 1).

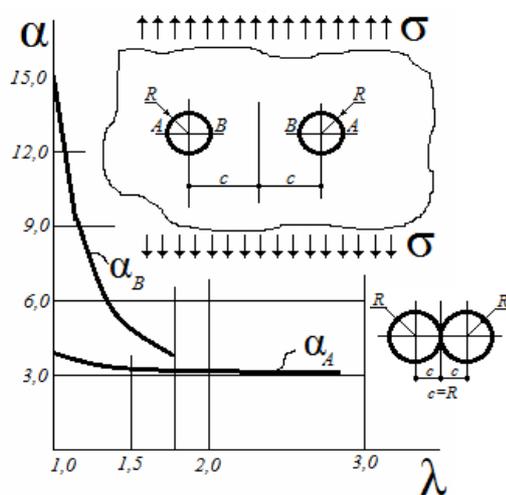


Рис. 1. Влияние взаимного расположения отверстий на значения теоретических коэффициентов концентрации напряжений:  $\alpha_A$ ,  $\alpha_B$  – теоретические коэффициенты концентрации напряжений на соответствующих кромках отверстий радиусом  $R$

В различных отраслях техники (фермы перекрытий в мостостроении и строительстве, большепролетные каркасы и т.п.) широко используются узлы, в которых стержни соединяются на болтах посредством накладок (пластин). Поэтому, важной является оптимизация взаимного расположения отверстий

для таких соединений. Современное развитие компьютерных технологий позволяет выполнить этот анализ.

Используем программный пакет ANSYS WORKBENCH. На первом этапе компьютерная модель представляет собой пластину размерами 200x100x10 мм с 2-мя отверстиями диаметром 20 мм. Исследуем распределение нормальных напряжений по ширине пластины в направлении её большей стороны. Центры отверстий вначале располагаем на оси симметрии пластины и постепенно симметрично смещаем их в направлении короткой стороны к краям. Закрепляем одну короткую сторону, а вторую растягиваем усилием 25 кН. Расстояние между отверстиями варьируем от 0 до 82 мм.

Рассмотрим для примера три взаимных положения отверстий (рис. 2).

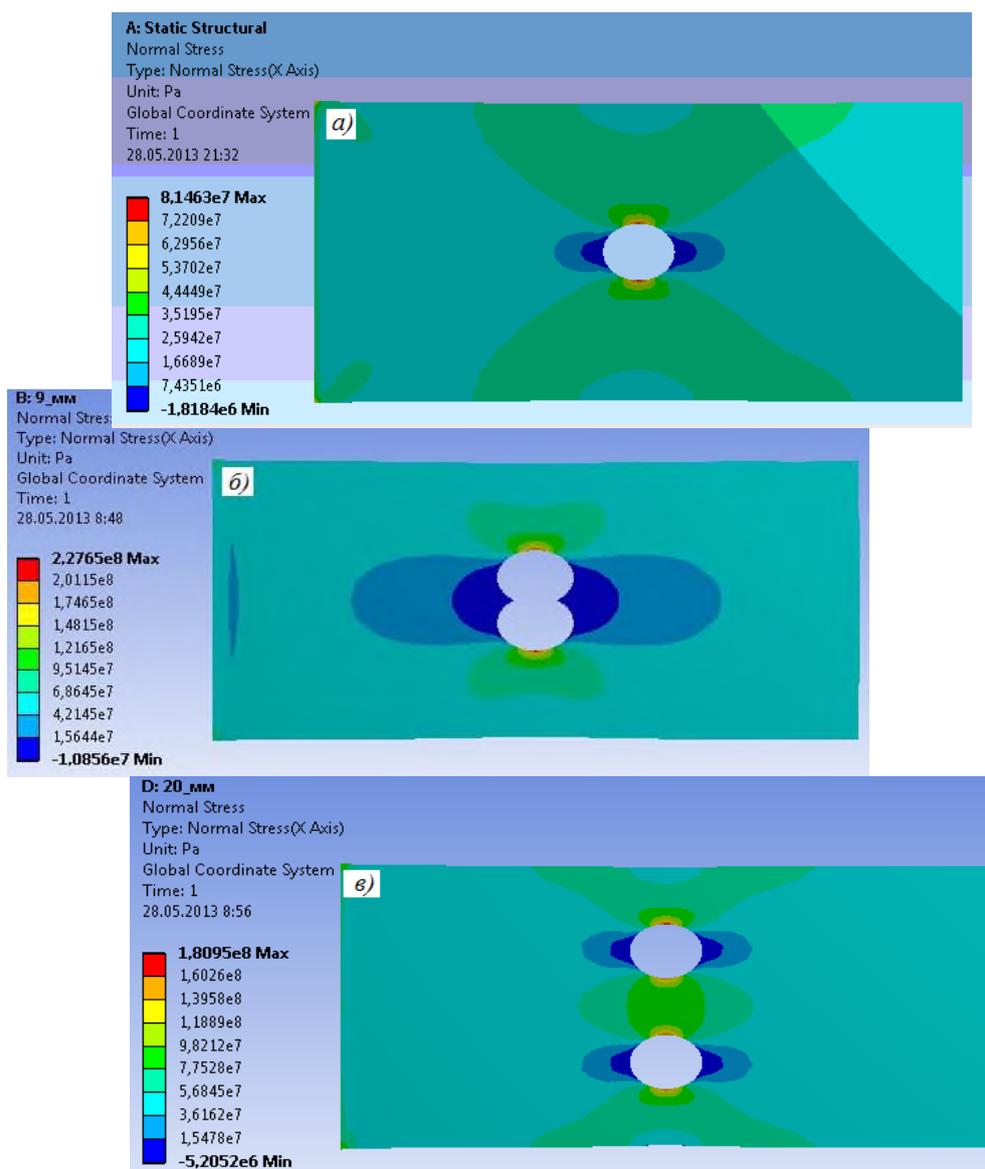


Рис. 2. Распределение нормальных напряжений при различном взаимном расположении отверстий

Номинальные растягивающие напряжения в поперечном сечении пластины в направлении её продольной оси равны 25 МПа:

а) отверстия совмещены,  $D = 0$  ( $D$  – расстояние от оси симметрии пластины до центров отверстий). Максимальные напряжения равны 81,5 МПа, т.е.  $\alpha = 3,3$ ;

б) отверстия «отрываются» друг от друга,  $D = 9$  мм, т.е. расстояние между центрами отверстий  $c = 18$  мм. Коэффициент концентрации по расчету  $\alpha = 9,1$ ;

в) расстояние между отверстиями и их радиусами  $D = 20$  мм, между центрами  $c = 40$  мм. По расчету  $\alpha = 7,2$ .

Как видно из графиков (рис. 3), концентрация напряжений при начальном смещении отверстий растет и, при дальнейшем увеличении  $D$  до 30...40 мм, нормальные напряжения и концентрация напряжения уменьшаются. Затем, после  $D = 40$  мм, вновь начинают возрастать.

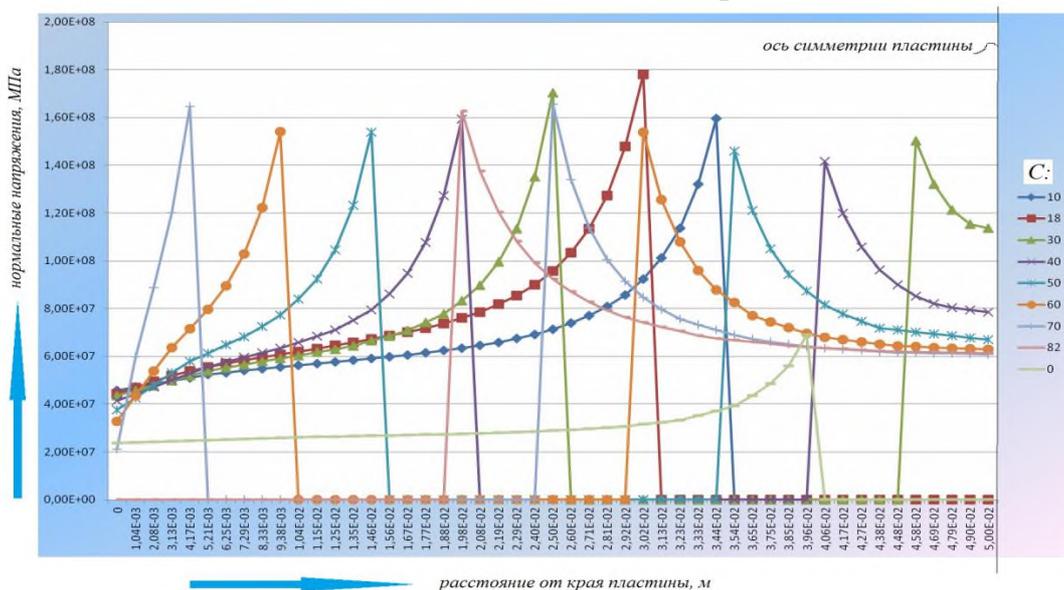


Рис. 3. Зависимость нормальных напряжений в направлении продольной оси пластины от расстояния между центрами отверстий

Таким образом, расположение отверстий в значительной мере влияет на концентрацию напряжений. Оптимальным в рассматриваемом случае является отношение расстояния между отверстиями и радиусом

$$\lambda = c/R = 4,$$

где  $c$  – расстояние между центрами отверстий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фридман, Я. Б. Механические свойства металлов: в 2 ч. Механические испытания. Конструкционная прочность. – М. : Машиностроение, 1974. – Ч. 2. – 368 с.