

А.А.Грачёв (5 курс, каф. ТТС), С.А.Соколов, д.т.н., проф.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПЛАСТИН

Целью данной работы является изучение местной устойчивости пластин при различных напряжённо – деформированных состояниях, а также влияние на устойчивость параметров упругого защемления, которое на практике обеспечивается связью исследуемой пластины с соседними элементами конструкции (поясами, рёбрами, диафрагмами и пр.). Исследование проведено с использованием метода конечных элементов. Путем проведения численных экспериментов было накоплено достаточно большое количество данных. В результате их обработки и анализа были предложены выражения для аналитической оценки устойчивости пластин с учетом влияния упругих связей. Выражение для определения критического напряжения имеет вид:

$$\sigma_c = k_s \sigma_{c0} \zeta_s,$$

где  $\sigma_{c0}$  – критические напряжения для шарнирно опертой по контуру одноосно сжатой полосы толщиной  $t_w$ , шириной  $d_w$  и бесконечно большой длины ( $a_w/d_w \rightarrow \infty$ );  $k_s$  – коэффициент устойчивости, отражающий влияние условий закрепления и распределения напряжений по ширине пластины;  $\zeta_s \geq 1$  – коэффициент влияния упругого защемления кромок пластины.

В процессе выполнения работы проведены следующие исследования. Проверка используемого численного метода расчета на устойчивость производилась путем сравнения результатов расчета с известными аналитическими решениями теории упругости. [1,2] Сопоставление, выполненное на шарнирно опертых пластинах с отношением сторон  $a_w/d_w = 0.6; 0.8; 1; 1.2; 1.5$  при сжатии, изгибе и сдвиге, показало, что результаты численных расчетов отличаются от аналитических не более, чем на 10 %.

Влияние упругого защемления исследовано на конечно-элементных моделях двутавровых балок с поперечными ребрами. Расстояние между ребрами в данных экспериментах изменялась в интервале  $a_w/d_w = 0.6; 0.8; 1; 1.2; 1.5$ . Жесткость упругого защемления продольных кромок варьировалось путем изменения толщины поясов балки. При значениях отношения толщины пояса к толщине стенки  $t_f/t_w = 1.6; 3.2; 6$ , коэффициент упругого защемления  $\zeta_s = 1.43 \div 1.68$ . Полученные результаты показывают, что известные зависимости дают заниженную оценку влияния защемления кромок и могут быть скорректированы.

$$\zeta_s = f(j_x)$$

где

$$j_x = \frac{I_x}{I_{pl}} = \frac{12 I_x}{d t^3}$$

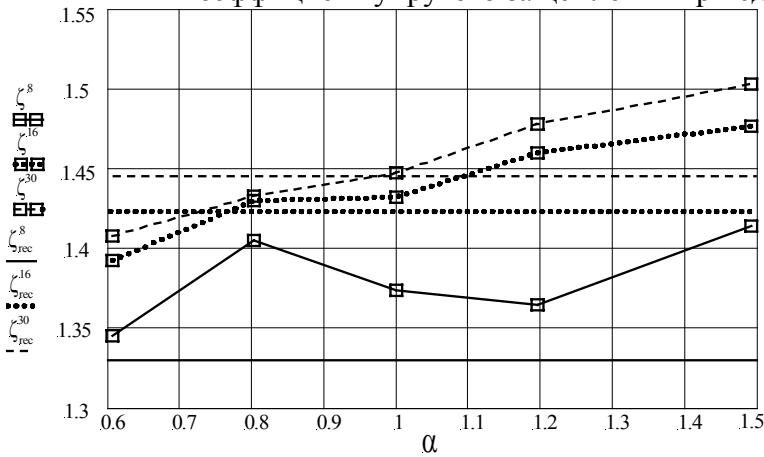
– коэффициент, характеризующий жесткость защемления продольной кромки пластины;

$I_x = d_f t_f^3 / 3$  – условный момент инерции на кручение присоединенного к кромке пояса;

$I_{pl} = d_w t_w^3 / 12$  – момент инерции пластины.

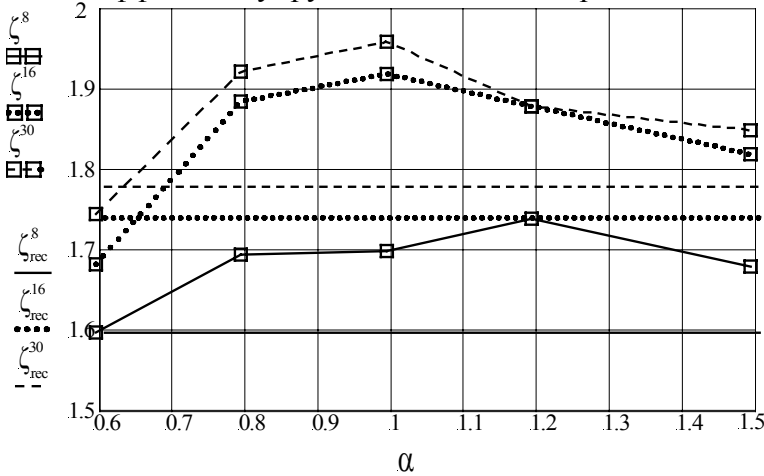
На представленных ниже графиках нанесены не только данные экспериментов, но и рекомендуемые эмпирические зависимости (рис. 1).

Коэффициент упругого защемления при сдвиге:



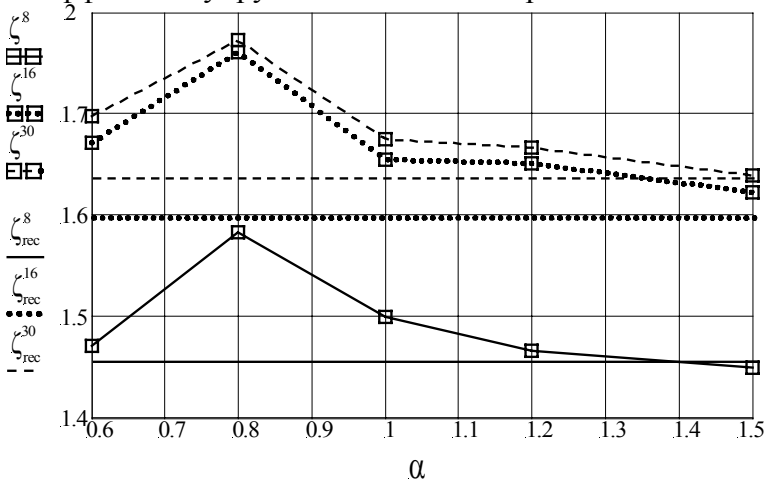
$$\zeta_s = 1.2 + \frac{0.16j_x}{1.4 + 0.2j_x}$$

Коэффициент упругого защемления при сжатии:



$$\zeta_s = 1.45 + \frac{0.1j_x}{1.3 + 0.3j_x}$$

Коэффициент упругого защемления при изгибе:



$$\zeta_s = 1.3 + \frac{0.1j_x}{1.3 + 0.3j_x}$$

Рис. 1.

Несмотря на то, что предложенные зависимости дают осторожную оценку  $\zeta_s$ , максимальная погрешность данных формул не превышает 10%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. ОГИЗ-Гостехидат. –М., –Л. 1946, –532 с.
2. Броуде Б.М. Предельные состояния стальных балок. Гос. изд-во литер. По строит. и архитект. –М. –Л. 1953, –216 с.