

УДК 621.873

В.Н.Хомутовский (6 курс, каф. ПТСМ), К.П.Манжула, д.т.н., проф.

## ВЛИЯНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ СОЕДИНЕНИЯ С ФЛАНГОВЫМ ШВОМ

В данной работе рассматривается влияние непровара флангового сварного шва на его долговечность при воздействии комбинации растягивающей и сдвиговой нагрузок. Исследования проводились для узла приварки продольного элемента 1, толщиной 10 мм, к пластине 2, толщиной 10 мм (рис. 1). Катет сварного шва 7 мм. Фланговые швы выполнены таким образом, что между пластинами образуется непровар толщиной 0 или 0,5 мм. Соединение нагружено на консоли силой  $P$ .

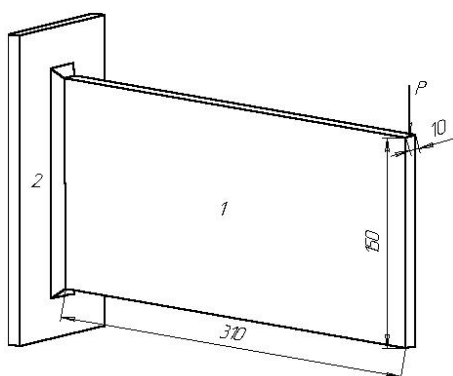


Рис. 1. Модель исследуемого узла

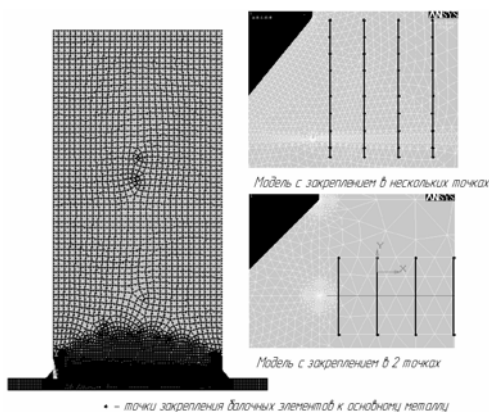


Рис. 2. Конечно-элементная модель с непроваром нулевой толщины

Расчет проводился в среде конечно-элементного моделирования Ansys 8.1. При решении плоской конечно-элементной задачи фланговые швы моделировались балочными элементами с эквивалентной площадью, равной площади двух фланговых швов. Исследовалось два варианта закрепления балочных элементов: шарнирное крепление в двух точках и многоточечное шарнирное крепление. Конечно-элементная модель представлена на рис. 2. Размер конечного элемента у вершины трещины составлял 0,1 мм. Для получения КИН в вершине непровара была выбрана полярная система координат. Расчет производился в несколько этапов. На первом этапе рассчитывалось НДС в модели с исходным непроваром. Далее, по полученным результатам производился анализ полей напряжений вблизи вершины трещины, определялись наибольшие нормальные к траектории развития трещины напряжения и их направление. На следующем этапе модель перестраивалась с увеличенной на один шаг трещиной, и расчет повторялся. Размер шага составлял 0,4-0,7 мм.

По результатам расчетов были получены значения КИН на каждом этапе развития трещины. Далее, по этим данным строились зависимости КИН от приращения длины трещины и аппроксимировались для дальнейшего расчета ресурса сварного соединения. Полученные зависимости КИН при многоточечном шарнирном закреплении сравнивались с полученными ранее зависимостями при двухточечном закреплении (рис. 3).

По формуле Периса рассчитывалось количество циклов до разрушения при нагрузке 14 кН и 19 кН. Для многоточечного шарнирного закрепления при непроваре нулевой толщины получены значения долговечности:  $3,35 \cdot 10^6$  циклов при  $P=14$  кН и  $2,01 \cdot 10^6$  при  $P=19$  кН, для двухточечного закрепления получены значения долговечности:  $7,1 \cdot 10^4$  при  $P=14$  кН и  $2,82 \cdot 10^4$  при  $P=19$  кН. Видна существенная разница между расчетными долговечностями. Так как многоточечное соединение балочных элементов является более адекватным

реальной конструкции, неточности моделирования могут приводить к существенным погрешностям расчета. В дальнейшем использовалось только многоточечное закрепление.

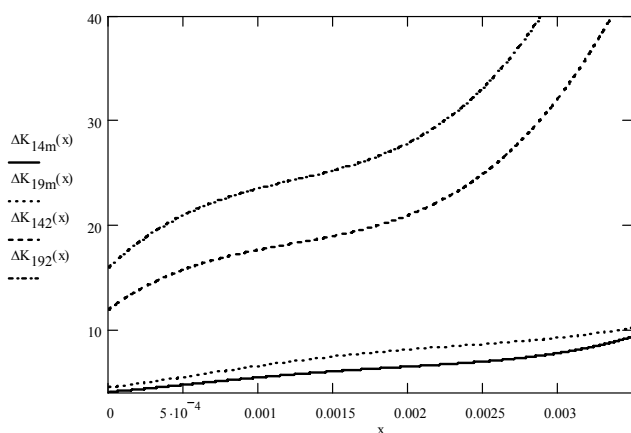


Рис. 3. Зависимость КИН от приращения длины трещины в случае с непроваром 0 мм для многоточечного и двухточечного закрепления при двух значениях нагрузки ( $P=14\text{кН}$ ,  $P=19\text{кН}$ )

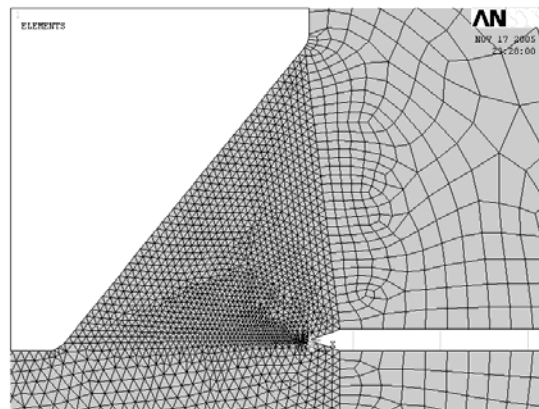


Рис. 4. Конечно-элементная модель с непроваром 0,5 мм

Аналогичные расчеты произведены для модели с непроваром 0,5 мм (рис.4). В данном случае получили  $2,49 \cdot 10^6$  циклов при нагружении 14 кН, и  $1,82 \cdot 10^6$  при нагружении 19 кН. Видна ощутимая разница долговечности сварного шва в зависимости от толщины непровара в сварном соединении. Чем выше толщина непровара, тем меньше долговечность сварного соединения.