

## МЕТОД УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ СВАРНОГО ШВА НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ

*Васильченко А.В.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,*

*Евсюкова Н.В.<sup>1</sup>, курсант*

*Ходасевич Віслав<sup>2</sup>, к.н.*

<sup>1</sup>*Национальный университет гражданской защиты Украины*

<sup>2</sup>*Университет технологий г. Катовице, Польша*

Наличие в сварных швах дефектов (как допущенных при изготовлении конструкций, так и образовавшихся в результате эксплуатации или даже при чрезвычайных ситуациях) способно повлиять на устойчивость конструкций.

Огнестойкость сварного шва можно охарактеризовать критической температурой, зависящей от соотношения напряжения в шве и предела сопротивления металла на границе сплавления. Это соотношение выражается коэффициентом изменения прочности стали поясного шва сварной составной балки при нагревании  $\gamma_T$ :

$$\gamma_T = \frac{\tau_z}{R_{cp}}, \quad (1)$$

где  $\tau_z$  – касательные напряжения в пояском сварном шве;  $R_{cp}$  – расчетное сопротивление среза сварного шва при расчете по границе сплавления;

Для расчетов влияния дефектов необходимо учесть много факторов, что практически невозможно. Поэтому при расчетах предлагается сделать следующие допущения [1]:

1. При автоматической сварке отсутствуют нарушения формы шва.
2. В сварном шве эксплуатируемой составной балки присутствуют микродефекты, не обнаруженные ультразвуковым контролем, и дефекты, образовавшиеся в результате эксплуатации балки.
3. Относительная суммарная площадь дефектов в сечении сварного шва определяется как  $\alpha_{ш} \cdot 100\%$ :

$$\alpha_{ш} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{i,деф}}{A_{ш}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $A_{i,деф}$  – максимальная площадь сечения дефекта, пересекающего слой  $\Delta x$ , примыкающий к секущей плоскости сварного шва;  $A_{ш}$  – площадь сечения сварного шва.

4. Предел сопротивления металла электрода равен пределу сопротивления металла балки.

5. Статический момент пояса относительно нейтральной оси балки  $S_f$  определяется как:

$$S_f = b_f \cdot \delta_f \frac{(h_w + \delta_f)}{2} + \frac{\delta_w h_w^2}{8}, \quad (3)$$

где  $b_f$  – ширина пояса;  $\delta_f$  – толщина пояса;  $\delta_w$  – толщина стенки;  $h_w$  – высота стенки.

На основании высказанных предположений касательные напряжения в пояском сварном шве с учетом дефектов, применив формулу Журавского, можно представить в виде:

$$\tau_z = \frac{Q \cdot S_f}{\alpha_{ш} \cdot I_x \cdot 2k_f \cdot \beta_z \cdot \gamma_{wf}}, \quad (4)$$

где  $Q$  – нагрузка на опоре;  $S_f$  – статический момент пояса относительно нейтральной оси балки;  $I_x$  – момент инерции балки относительно нейтральной оси;  $k_f$  – размер катета сварного шва;  $\beta_z$  – коэффициент глубины проплавления шва при расчете по границе сплавления;  $\gamma_{wf}$  – коэффициент условий работы шва,  $\gamma_{wf}=1$ .

После этого на основании формулы (1) легко определяется критическая температура в пояском сварном шве с учетом дефектов.

Для примера были проанализированы сварные составные балки с различной погонной нагрузкой. Результаты вычислений показаны в табл. 1.

**Табл. 1. Критические температуры поясного шва сварных составных балок с учетом дефектов**

№	Характеристики балки	Критическая температура шва, °С (при $\alpha_{ш} \cdot 100$ %)						
		0	10	20	30	40	50	60
1	$l=12$ м; $h=79,1$ см; $b_f=28$ см; $\delta_f=1,7$ см; $\delta_w=1,35$ см; $k_f=0,5$ см; $R_s=26,5$ кН/см <sup>2</sup> ; $q=0,6$ кН/см	587	568	546	521	476	355	156
4	$l=16$ м; $h=101,3$ см; $b_f=32$ см; $\delta_f=3,25$ см; $\delta_w=1,95$ см; $k_f=0,6$ см; $R_s=26,5$ кН/см <sup>2</sup> ; $q=0,6$ кН/см	617	610	585	549	509	419	195

Из таблицы видно, что характер изменения критической температуры шва аналогичен для всех балок. Также можно заметить, что резкое снижение критической температуры начинается при относительной суммарной площади дефектов в сечении сварного шва 30...40 %, когда отношение  $\tau_{z0}/\tau_{z\alpha}$  приближается к диапазону значений 1,2...1,3 ( $\tau_{z0}$  – касательные напряжения при отсутствии дефектов;  $\tau_{z\alpha}$  – касательные напряжения при относительной суммарной площади дефектов  $\alpha_{ш} \cdot 100$  %).

Таким образом, на примере показано, что количество микротрещин и дефектов в пояском сварном шве в пределах 30...40 % от площади сечения шва незначительно снижает его критическую температуру. Резкое снижение критической температуры начинается при относительной суммарной площади дефектов в сечении сварного шва, когда отношение касательных напряжений  $\tau_{z0}/\tau_{z\alpha}$  приближается к диапазону значений 1,2...1,3.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко А.В. Влияние дефектов сварного шва на огнестойкость составной стальной балки / Васильченко А.В., Савченко А.В., Ковалевская Т.М. // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2019.– Вып. 45. – С. 22-26.