

О ПРИМЕНИМОСТИ РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ДЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С УГЛОВЫМИ ШВАМИ

Шрон Л.Б.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: коэффициент концентрации, градиент напряжений, сопротивление усталости.

Аннотация. Отмечается, что для применения расчетных методик сопротивления усталости необходимо располагать информацией о величинах коэффициентов концентрации и градиентов напряжений, для сварных соединений с концентраторами напряжений. Приведены аналитические зависимости для расчета величин концентрации напряжений.

ON THE APPLICABILITY OF THE CALCULATED FATIGUE RESISTANCE ASSESSMENT FOR WELDED JOINTS WITH CORNERS SEAMS

Shron L.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: concentration coefficient, stress gradient, fatigue resistance.

Abstract. It is noted that for the application of calculation methods of fatigue resistance it is necessary to have information on the values of concentration coefficients and stress gradients for welded joints with stress concentrators. Are given the analytical dependences for calculation of stress concentration values.

Очагами хрупких и усталостных разрушений, как правило, является зона сопряжения свободной поверхности шва с основным металлом. В этой связи правильная оценка прочности при различных условиях эксплуатации является важным резервом снижения веса и повышения экономичности изготовления сварных конструкций. К настоящему времени накоплена обширная информация [1-3], которая свидетельствует о значительном влиянии концентрации напряжений в угловых швах на работоспособность сварных соединений. Несмотря на то, что концентраторы напряжений существенно влияют на прочность, методы расчетной оценки этого влияния пока еще недостаточно совершенны.

Влияние концентрации напряжений, размеров и формы поперечного сечения, вида нагружения на величину предела выносливости хорошо объясняется и количественно описывается статистической теорией подобия усталостного разрушения в трактовке В.П. Когаева [1].

$$\sigma_{-10} = \frac{\sigma_{-1}}{\alpha_{\sigma}} \left[\varepsilon_{\infty} + (1 - \varepsilon_{\infty}) \left(\frac{1}{88,3} * \frac{L}{\bar{G}} \right)^{v_{\sigma}} \right], \quad (1)$$

где σ_{-10} - сопротивление усталости сварной детали; σ_{-1} - сопротивление усталости материала; ε_{∞} - для относительно пластичных материалов 0,5; L - длина концентратора; \bar{G} - относительный градиент напряжений.

В то же время для использования этой методики необходимо помимо теоретического коэффициента концентрации необходимо знать градиент напряжений, а сварные соединения должны быть со снятыми остаточными напряжениями и минимальной анизотропией свойств (рис. 1).

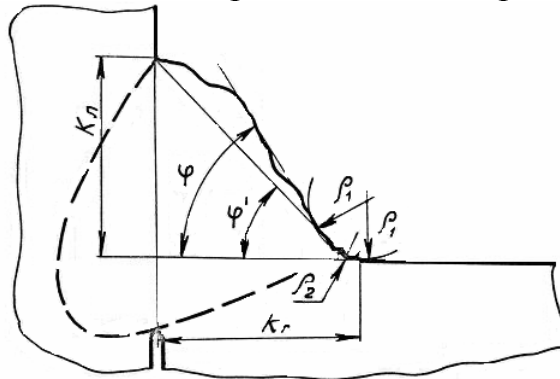


Рис. 1. К определению угла перехода ϕ и радиуса сопряжения r шва с основным металлом

К настоящему времени существует много исследований, посвященных исследованию формирования геометрических параметров сварного шва от способа сварки. Типичный вид распределения по длине шва радиусов r и углов ϕ , сопряжения свободной поверхности с основным металлом измеренных с помощью методики, описанной в работе [2] (рис. 2).

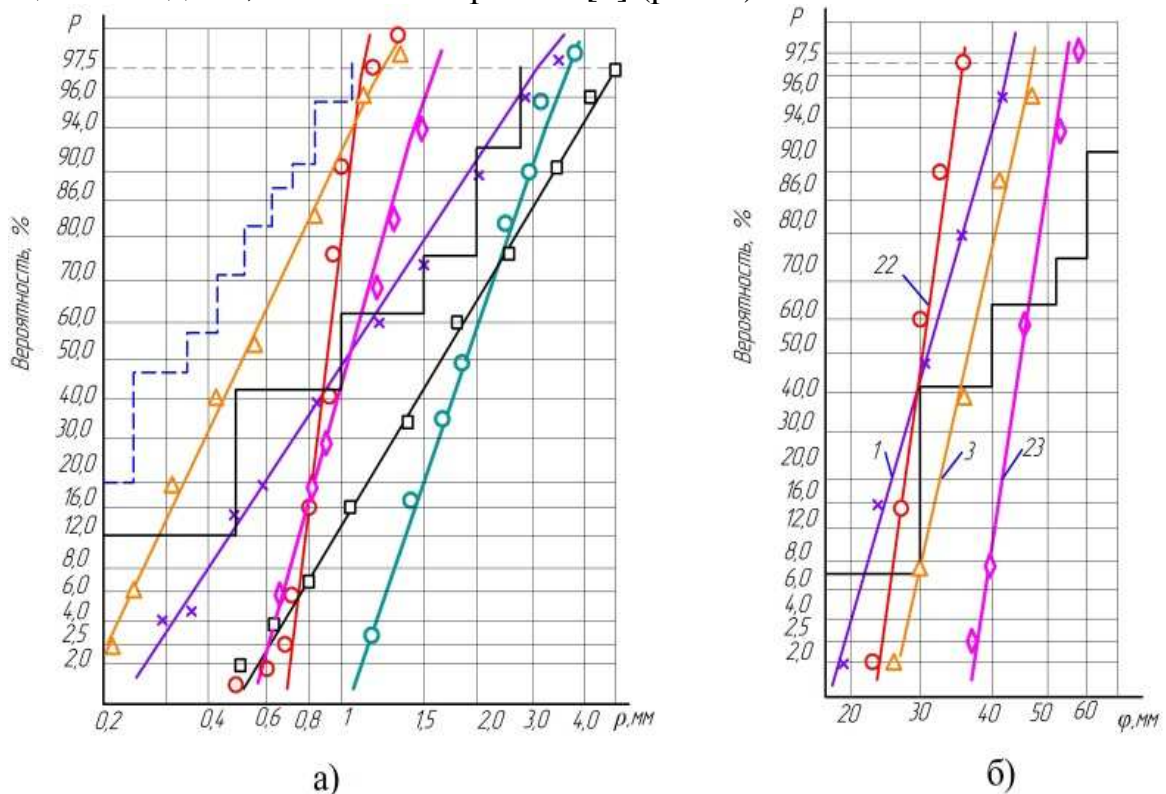


Рис. 2. Функции распределения радиусов (а) и углов перехода (б) по данным, приведенным в [2]

Для расчетной оценки сопротивления усталости по зависимости (1), предлагаются формулы для определения коэффициентов концентрации и градиентов напряжений.

Таким образом, формулы для определения коэффициентов концентрации напряжений в тавровых соединениях по данным [3] имеет вид:

$$\alpha_{\sigma} = 1 + \sqrt{\frac{((b + 2K_n)/b - 1) * b}{[(b + 2K_n)/b]^2 + 1,6}} * \sin \varphi \quad (2)$$

при растяжении и

$$\alpha_{\sigma} = 1 + \frac{0,3((b + 2K_n)/b - 1)^{0,2}}{\sqrt{\rho/b}} * \sin \varphi \quad (3)$$

при изгибе.

Аналогично для определения относительных градиентов напряжений имеет вид:

$$\bar{G}_{\sigma 1} = \frac{1,6}{\rho} * \sqrt{\sin \varphi} - \text{при растяжении} \quad (4)$$

$$\bar{G}_{\sigma 1} = \frac{1,6}{\rho} * \sqrt{\sin \varphi} + \frac{2}{b} - \text{при изгибе.} \quad (5)$$

Как показано в работе [3] значения сопротивления усталости, полученные по предлагаемой расчетной методике, показали хорошее совпадение с результатами экспериментов.

Список литературы

1. Серенцен С.В. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность. Руководство и справочное пособие / С.В. Серенцен, В.П. Когаев, Р.М. Шнейдерович. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.
2. Shron L. Study on the Dispersion of Concentrator Geometric Parameters in Fillet-Welded Joints / L. Shron, V. Bogutsky, E. Yagyaev // Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2019. №9783319956299. P. 2461-2466.
3. Шрон Л.Б. Концентрация и градиенты напряжений в сварных соединениях с угловыми швами / Л.Б. Шрон, С.Ю. Гооге, В.Б. Богуцкий, Э.С. Гордеева // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2016. – № 1 (51). – С. 118-123.

Сведения об авторе:

Шрон Леонид Борисович – к.т.н., доцент, СевГУ, г. Севастополь.