

Рекомендуемые режимы рельефной сварки одноточечных соединений кипящих сталей марок 08кп и 10кп толщиной 1,0—1,5 мм близки к «жесткому» режиму точечной сварки деталей соответствующей толщины из этих же сталей; соединения деталей из спокойных сталей марок 08сп и 10сп, не уступающие по прочности и пластичности соединениям кипящих сталей, можно получить при двухимпульсном режиме сварки с термообработкой в электродах машины.

Установленные режимы групповой рельефной сварки и способы контроля качества сварных одноточечных соединений отвечают требованиям массового производства. Для контроля за прочностными характеристиками сварных соединений могут быть применены статистические методы контроля.

Высокая и стабильная прочность одноточечных соединений, образующихся при групповой рельефной сварке, позволяет применить их при изготовлении ответственных изделий, например, сепараторов шариковых подшипников, и получить значительный экономический эффект благодаря повышению долговечности изделий.

И. С. Гришин

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ СО СТАЛЬЮ

Известно, что штампы, оснащенные твердым сплавом, имеют в десятки раз большую стойкость по сравнению с обычными стальными.

В целях снижения трудоемкости изготовления твердосплавного штампового инструмента и экономии твердосплавного материала наиболее рационально армировать матрицы и пуансоны пластинами из твердого сплава методом диффузионной сварки в вакууме.

На выбор оптимальной толщины твердосплавной пластины для армирования штампов влияет ряд факторов, в том числе и величина остаточных напряжений, возникающих в сварном соединении из-за значительной разницы в коэффициентах термического расширения.

В плоскости стыка при остывании сварного соединения действуют продольные силы: на пластину из твердого сплава — сжимающие, а на сталь — растягивающие. Под действием этих сил в зоне сварки возникают соответственно: сжимающие ( $\sigma_t$ ) и растягивающие ( $\sigma_c$ ) напряжения.

Кроме того, изгибающие моменты, возникающие от действия продольных сил, вызывают появление напряжений  $\sigma_t$  изг и  $\sigma_c$  изг.

Напряжения не остаются постоянными по величине и знаку с изменением толщины твердосплавной пластины и стального основания.

Суммарные напряжения от действия изгибающего момента и продольных сил определяются следующими выражениями.

1. В поверхностном слое твердосплавной пластины:

$$\sigma_{t \text{ пов}} = \sigma_{t \text{ изг}} + \sigma_t$$

2. В слое, примыкающем к плоскости сварки:

$$\sigma_{t \text{ св}} = \sigma_{t \text{ изг}} + \sigma_t$$

3. В слое стали, примыкающей к плоскости сварки:

$$\sigma_{c \text{ св}} = \sigma_{c \text{ изг}} - \sigma_c$$

4. В поверхностном слое стального основания:

$$\sigma_{c \text{ пов}} = -\sigma_{c \text{ изг}} + \sigma_c$$

После необходимых вычислений и преобразований выражения будут иметь вид:

1.  $\sigma_{\text{т пов}} = (\alpha_{\text{с}} - \alpha_{\text{т}})(T_{\text{св}} - T_{\text{охл}}) E_{\text{с}} (C_1 - C);$
2.  $\sigma_{\text{т св}} = -(\alpha_{\text{с}} - \alpha_{\text{т}})(T_{\text{св}} - T_{\text{охл}}) E_{\text{с}} (C_1 + C);$
3.  $\sigma_{\text{с св}} = (\alpha_{\text{с}} - \alpha_{\text{т}})(T_{\text{св}} - T_{\text{охл}}) E_{\text{с}} (C_3 + C_2);$
4.  $\sigma_{\text{с пов}} = (\alpha_{\text{с}} - \alpha_{\text{т}})(T_{\text{св}} - T_{\text{охл}}) E_{\text{с}} (C_3 - C_2),$

где  $m = \frac{h_{\text{с}}}{h_{\text{т}}}$  — отношение толщин стального основания и твердосплавной пластины.

$$C_1 = \frac{6}{\left(\frac{m^3 + 2}{1 + m}\right) \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{2}\right) + 3(1 + m)}; \quad C_2 = \frac{m}{2} C_1;$$

$$C = \frac{m^3 + 2}{3(1 + m)^2 + (m^3 + 2) \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{2}\right)}; \quad C_3 = \frac{c}{m}.$$

При расчетах, в случае сварки сплава ВК15 со сталью 45, принимается:

$$T_{\text{св}} - T_{\text{охл}} = 1000^\circ\text{C};$$

$$\alpha_{\text{с}} - \alpha_{\text{т}} = (11,65 - 5,3) 10^{-6} = 6,35 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{град } ^\circ\text{C}};$$

$$E_{\text{с}} = 20000 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}.$$

Пользуясь этими выражениями, можно построить эпюры распределения нормальных напряжений в сварном соединении для различных значений  $m$ .

При  $m \leq 2$  в поверхностных слоях твердосплавной пластины возникают значительные растягивающие напряжения, что отрицательно сказывается на работоспособности твердосплавного штампового инструмента.

Предложенный расчетный метод не учитывает релаксационных возможностей промежуточного никелевого прослоя и фазовых превращений стали, способствующих снижению остаточных напряжений.

Вместе с тем данным методом расчета можно пользоваться при конструировании твердосплавного штампового инструмента для выбора оптимальной толщины армируемой пластины и стального основания инструмента.

В. Д. Щеголевых

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ОБНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТЫКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ПРЕССОВАНИИ В ОДНОКАНАЛЬНУЮ МАТРИЦУ

Известно, что наибольшее влияние на качество прессовой сварки оказывает величина обновления поверхности стыков. Обновление поверх-