

Определение мощности, необходимой для разогрева кромок трубной заготовки до температуры сварки

Магистр гр. 88м-21 ПТЖр Хошимов Б.Х.
Научный руководитель ст. преп. Заиркулов Э.Ё
Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент

В Республике Узбекистан высокочастотная сварка широко используется на трубных заводах при изготовлении труб малого диаметра. Известны два способа передачи энергии к свариваемым кромкам: контактный и индукционный. Каждый способ имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации сварочных устройств. При индукционном способе на расстоянии 30—300 мм от места схождения кромок устанавливается кольцевой индуктор, охватывающий трубную заготовку. Под действием поля индуктора в поверхностном слое заготовки наводится ток [1,2].

При расчете мощности принимались следующие допущения: тепловые потери за счет теплопередачи с поверхности и вдоль кромок весьма малы; энергия, выделяющаяся на боковых поверхностях кромок, не подлежащих сварке, на температуру свариваемой поверхности не влияет.

Расчет мощности производился для двух крайних случаев.

1. Тепловой поток от углов к середине кромок весьма мал и на распределение температуры на свариваемых поверхностях не влияет. В этом случае средняя часть кромок разогревается до сварочной температуры, а их углы перегреваются. Полезная мощность определяется из условия, что поверхностная плотность тока на свариваемых поверхностях постоянна и равна плотности тока в середине кромок. При этом полезная мощность равна полной мощности, выделяющейся на кромках при $h/d = 0$ или $b/d = 0$, когда тепловой поток направлен по нормали к свариваемым поверхностям. Отношение полной мощности к полезной обозначим k_{P1} и назовем максимальным коэффициентом увеличения мощности.

2. Тепловой поток от углов к середине кромок настолько велик, что несмотря на неравномерное распределение тока на свариваемых поверхностях, температура за счет теплопроводности выравнивается. В этом случае вся энергия, выделяющаяся неравномерно на свариваемых поверхностях, полезна. Отношение полной мощности, подведенной к кромкам, к мощности, выделившейся на свариваемой поверхности, назовем минимальным коэффициентом увеличения мощности k_{P2} .

Очевидно, истинное значение коэффициента увеличения мощности k_P лежит в пределах от k_{P1} до k_{P2} и зависит от времени нагрева, свойств материала, толщины кромок и других параметров, учесть которые довольно трудно. Поэтому этот коэффициент можно принять

$$k_P = (k_{P1} + k_{P2})/2. \quad (1)$$

Таким образом, мощность $P_{кр}$, необходимую для сварки, находим по формуле

$$P_{кр} = k_P p_0 2d 2l_{кр} \quad (2)$$

где p_0 – удельная мощность, определяемая по методике для полубесконечной среды; $l_{кр}$ – длина кромок на участке нагрева.

Эта формула, строго говоря, применима, если p_0 не изменяется на участке от контактов или индуктора до места схождения кромок. Но в реальном случае p_0 не постоянна на участке нагрева. При сварке изделий из немагнитного материала она растет по закону, близкому к линейному. При сварке изделий из ферромагнитного материала она растет от нуля до максимального значения, затем на участке потери магнитных свойств падает и потом снова растет на участке до места схождения кромок. Ошибка при расчетах $P_{кр}$, если пренебречь изменением p_0 на участке нагрева, не превышает 10 %.

Ниже приведены формулы для расчета коэффициентов увеличения мощности k_{P1} и k_{P2} , полученные с использованием распределения поверхностной плотности тока для кромок с острыми и скругленными углами при различном расположении магнитопроводов.

1. Кромки с острыми углами и одним магнитопроводом:

$$k_{P1} = \frac{2K - F(k, \tau) + K' - F(k_1 S_1)}{\frac{nt_0^2 - 1}{(t_0^2 - 1)(1 - k^2 t_0^2)} \int_1^{1/k} \frac{\sqrt{(t^2 - 1)(1 - k^2 t^2)}}{nt^2 - 1} dt}; \quad (3)$$

$$k_{P2} = [2K - F(k, \tau) + K' - F(k, S_1)] / K'. \quad (4)$$

2. Кромки с острыми углами без магнитопроводов:

$$k_{P1} = \frac{K' + 2K - 2F(k, S)}{(1 + k^2)K' - 2E'}; \quad (5)$$

$$k_{P2} = [K' + 2K - 2F(k, S)] / K'. \quad (6)$$

3. Кромки с острыми углами и двумя магнитопроводами:

$$k_{P1} = \frac{n(1 - k^2) K' + K - F(k, \nu)}{k^2(1 - n) K' - \Pi(n', k')}; \quad (7)$$

$$k_{P2} = [K' + K - F(k, \nu)] / K'. \quad (8)$$

При минимальном угле между кромками мощность может быть еще снижена, если внутри и снаружи трубной заготовки расположить магнитопроводы, эффективность применения которых увеличивается при уменьшении зазора между магнитопроводами и кромками. При весьма малых зазорах между кромками вблизи их места схождения влияние магнитопроводов незначительно, и поэтому располагать их в этой зоне не следует.

Список использованных источников

1. Заиркулов Э.Ё., Дуняшин Н.С. К вопросу определения мощности, поглощаемой проводящей средой, при высокочастотной сварке прямошовных труб // Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник. - Ташкент: ТХТИ, 2019 - С.255-257

2. Заиркулов Э.Ё., Дуняшин Н.С. К вопросу исследования влияния параметров режима высокочастотной сварки на качество сварных соединений // Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически» - Т.: ГУП «Фан ва тарракиёт», 2019 - С. 162-164