



УДК 621.791.754

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМА ДУГОВОЙ СВАРКИ В СМЕСИ $Ar + 25\% CO_2$ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

ЦЗИ ЧЖЕНЬ ЧУН, магистр, И. Ф. КОРИНЕЦ, канд. техн. наук (НТУУ «Киевский политехнический институт»)

На основе детерминированно-статистической математической модели формы шва разработана номограмма, позволяющая определять основные параметры режима дуговой сварки в смеси $Ar + 25\% CO_2$ бескосного стыкового соединения по заданным размерам шва (глубине проплавления, высоте выпуклости и ширине шва) с учетом величины зазора в стыке, оптимизировать его по размерам шва и, наоборот, при известном режиме сварки определять размеры шва.

Ключевые слова: дуговая сварка, смесь $Ar + 25\% CO_2$, плавящийся электрод, стыковое соединение, зазор, режим сварки, номограмма, оптимизация размеров шва

При изготовлении конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей широкое применение находит дуговая сварка в CO_2 и в смеси $Ar + 25\% CO_2$. Этот способ применяется в виде механизированного процесса (сварка полуавтоматами и автоматами) и автоматического (сварка роботами). Расчетный метод определения режима сварки (построенный на математической модели формы шва) в отличие от табличного с достаточной точностью позволяет не только определять режим, но и оптимизировать его. При наличии модели расчет и оптимизацию режима сварки можно выполнять на компьютере или графически по номограмме. Последняя позволяет наглядно, просто и быстро определять и оптимизировать режим сварки. Ее удобно применять в счетных линейках [1], непосредственно на сварочных аппаратах и при обучении специалистов.

На кафедре сварочного производства НТУУ «Киевский политехнический институт» на протяжении ряда лет выполняются исследования по математическому моделированию формы шва при дуговой сварке [2–4], на основании которых разработаны номограммы и инженерные методы расчета и оптимизации режимов дуговой сварки. Ранее была предложена номограмма [5], позволяющая выполнять эти операции при дуговой сварке в CO_2 плавящимся электродом. Она отличается от предыдущих [6] тем, что в ней в качестве входного параметра применяется не только глубина проплавления, но и ширина шва (и, следовательно, коэффициент формы проплавления). Однако отсутствует выпуклость шва, а влияние зазора учитывается приближенно через расчетную глубину проплавления.

В настоящее время предлагаются более совершенные номограммы, в которых увеличено количество входных геометрических параметров шва. По этим номограммам режим сварки можно определять с учетом глубины проплавления h , ширины шва e , его выпуклости g , а также величины зазора в стыке b (рис. 1). В качестве примера предлагается номограмма для определения режимов дуговой сварки стыкового бескосного соединения из низкоуглеродистых и низколегированных сталей в смеси $Ar + 25\% CO_2$ проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм (рис. 2).

Номограмма состоит из четырех частей. Основная ее часть (рис. 2, а) дает возможность определить основные параметры (сварочный ток и скорость сварки) при наплавке валика ($b = 0$). Если зазор $b > 0$, то сначала по величине зазора и заданной фактической глубине проплавления находим глубину проплавления при наплавке (рис. 2, б). Затем таким же образом по величине зазора и фактического значения выпуклости шва находим высоту выпуклости при наплавке (рис. 2, в), а далее по этим данным на основной части номограммы (рис. 2, а) находим искомые параметры режима сварки. На графике (рис. 2, г) определяем полученную в этих условиях ширину шва, которая не зависит от величины зазора. Для примера при заданных исходных размерах стыкового шва ($h = 3$ мм, $g = 1,5$ мм, $b = 1$ мм) по номограммам определили основные

параметры режима сварки: $I_{св} = 173$ А, $v_{св} = 9,9$ мм/с. Ширина шва $e = 7,4$ мм.

Эту номограмму можно применить для решения обратной задачи, т. е. по заданному режиму сварки определить размеры шва. Например, задан режим: $I_{св} = 240$ А, $v_{св} = 8$ мм/с, $b = 1$ мм. Сначала на основной части номограммы (рис. 2, а) находим точку пересечения этих параметров, а на осях — размеры наплавленного валика ($h_n = 3,4$ мм и $g_n = 2,8$ мм). Затем учитываем влияние зазора на глубину проплавления (рис. 2, б): при $b = 1$ мм находим фактическую глубину проплавления $h = 4,2$ мм и высоту выпуклости $g = 2,3$ мм (рис. 2, в). На рис. 2, г для $I_{св} = 240$ А и $v_{св} = 8$ мм/с находим ширину шва $e = 11,2$ мм.

Номограмма позволяет оптимизировать режим сварки по производительности, которая в односторонних швах определяется скоростью сварки. При дуговой сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей можно не учитывать тепловое действие дуги на свойства металла ЗТВ. В этом случае критериями качества сварного соединения можно принять геометрические размеры и форму шва. В процессе оптимизации режима сварки заданная глубина проплавления должна оставаться постоянной, так как она определяет провар по толщине металла. Высота выпуклости шва и его ширина могут изменяться в пределах допуска. На рис. 2 показан пример оптимизации режима сварки при изменении выпуклости шва. Если увеличить ее с 1,5 до 2 мм, то при постоянном зазоре 1 мм необходимо уменьшить сварочный ток со 173 до 151 А и скорость сварки с 9,9 до 6,8 мм/с. При этом ширина шва значительно уменьшится. Наоборот, если уменьшить выпуклость шва с 1,5 до 1 мм, то потребуется увеличить сварочный ток до 207 А и скорость сварки до 16 мм/с. При этом ширина шва значительно возрастет. Очевидно, что второй вариант режима сварки будет более производительным и экономичным, так как обеспечивает большую скорость сварки. Такую же оп-

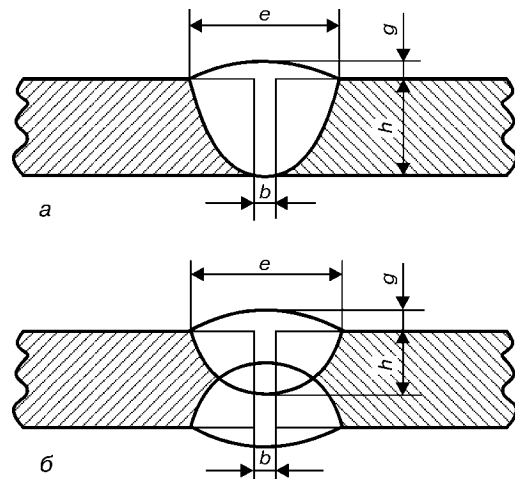


Рис. 1. Размеры шва стыкового соединения без скоса кромок: а — односторонний шов; б — двусторонний

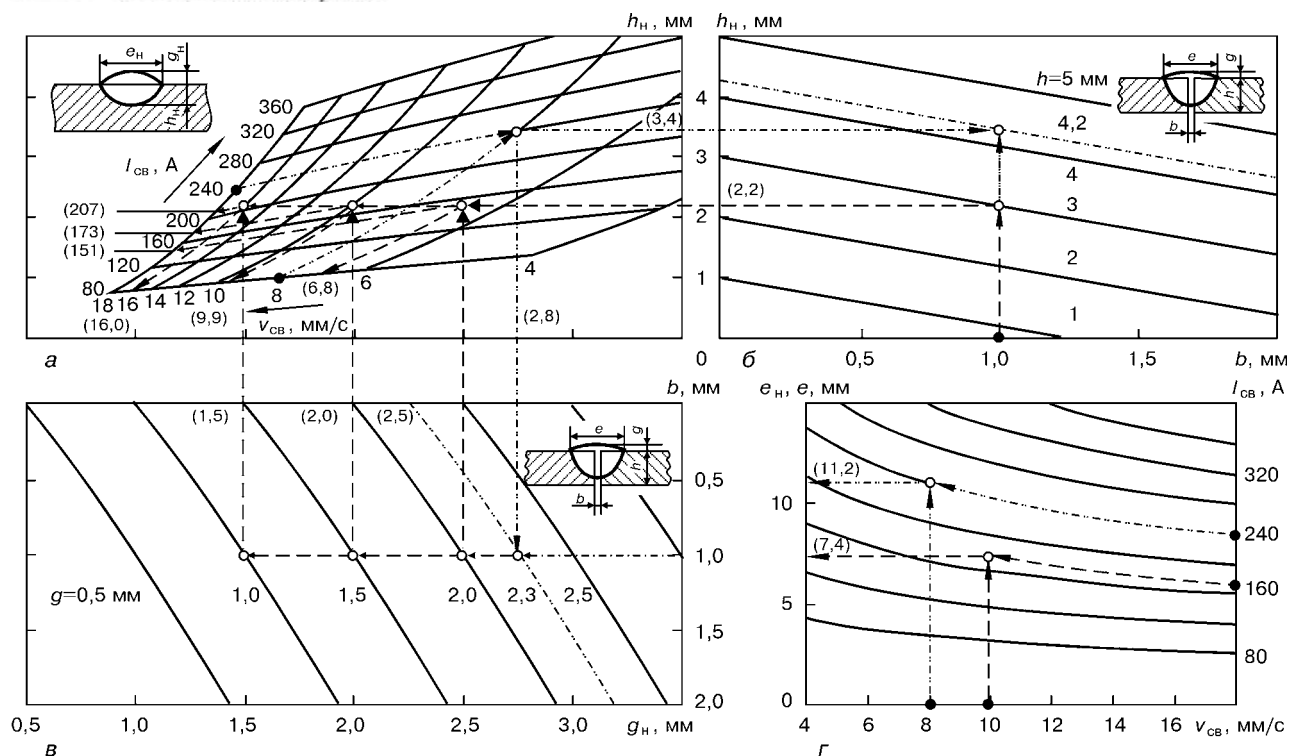


Рис. 2. Номограмма для определения режима сварки (штриховая кривая) и размеров шва (штрихпунктирная) при МАГ-сварке с учетом влияния зазора (а-г см. в тексте)

тимизацию на этой номограмме можно выполнить при изменении ширины шва или величины зазора.

Выводы

1. Разработана номограмма для определения основных параметров режима дуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей в смеси Ar + 25 % CO₂ плавящимся электродом по размерам шва и величине зазора, которая отличается от существующих учетом всех основных геометрических параметров стыкового шва.
2. Номограмма может применяться также для решения обратной задачи — определению размеров шва по заданному режиму сварки и величине зазора в стыке.
3. Номограмма дает возможность оптимизировать режим сварки, например, по производительности.
4. Возможна разработка номограмм подобного типа для оптимизации по погонной энергии сварки, площади наплавленного металла, расходу сварочных материалов, затратам электроэнергии и другим критериям.

Determined-statistical mathematical model of weld shape was used to develop a nomogram, which allows establishing the main parameters of the mode of arc welding of a square butt joint in a mixture of Ar + 25 % CO₂ by the specified weld parameters (penetration depth, reinforcement height and weld width), taking into account the size of the gap in the butt, its optimization by weld size, and, contrarily, determination of weld dimensions by the known welding mode.

Поступила в редакцию 26.06.2002

1. Сергацкий Г. И., Дубовецкий С. В. Счетная линейка для определения параметров режима сварки в CO₂ // Автомат. сварка. — 1981. — № 4. — С. 41-43.
2. Коринец И. Ф. Разработка инженерных методов расчета режимов дуговой сварки // Математические методы в сварке. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона АН УССР, 1988. — С. 80-86.
3. Коринец И. Ф., Цзи Чжень Чун. Детерминированно-статистическая модель формы шва при дуговой сварке // Автомат. сварка. — 2001. — № 10. — С. 44-50.
4. Коринец И. Ф., Цзи Чжень Чун. Влияние зазора на размеры стыкового шва при дуговой сварке в смеси Ar + 25 % CO₂ плавящимся электродом // Там же. — 2002. — № 8. — С. 16-19.
5. Коринец И. Ф., Охай Ю. И. Номограммы для определения режимов дуговой сварки в углекислом газе // Там же. — 1995. — № 10. — С. 46-48.
6. Шраерман М. Р. Номограммы для определения режимов сварки под флюсом стыковых соединений // Свароч. пр-во. — 1981. — № 8. — С. 17-20.