

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РЕЖИМА ДУГОВОЙ СВАРКИ

М.А. Иванов, А.М. Уланов

Расчет режима дуговой сварки является важной составляющей технологического процесса при проектировании и производстве сварных металлоконструкций.

Получение оптимальных технологических параметров процесса сварки, таких как сила тока, напряжение на дуге, скорость сварки напрямую определяет качество готового сварного изделия и его работоспособность.

Начинающему технологу предстоит столкнуться с рядом проблем, связанных с расчетом режима дуговой сварки:

- во-первых, на сегодняшний день отсутствует единая методика расчета режимов сварки;
- во-вторых, в имеющихся источниках по расчету режимов дуговой сварки используются различные эмпирические подходы к определению одних и тех же технологических параметров.

Расчет режима дуговой сварки наиболее подробно рассмотрен в трудах Демянцевича В.П. [1], а так же Шахматова М.В. [2]. Расчет, предлагаемый Демянцевичем В.П., охватывает основные виды сварки, такие как ручная дуговая сварка, сварка в защитных газах, сварка под флюсом. В нем рассмотрен алгоритм нахождения всех параметров режима сварки: сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, скорость подачи проволоки и т. п. Главным недостатком подхода Демянцевича В.П. можно считать отсутствие размерностей в формулах и их коэффициентах. Алгоритм, представленный Шахматовым М.В., является во многом переработкой подхода Демянцевича В.П. с учетом всех размерностей величин, что значительно облегчает задачу предварительного расчета, однако начинающему технологу необходимо иметь в виду, что часть эмпирических коэффициентов могут «уйти» в отрицательную зону, что потребует их корректировки.

На кафедре «Оборудование и технология сварочного производства» создана программа для расчета режима дуговой сварки в среде защитных

газов и сварки под флюсом для стыковых соединений, как с разделкой, так и без нее, в основу которой положена методика Шахматова М.В.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- ввод геометрических характеристик разделки свариваемого изделия;
- выбор вида дуговой сварки, рода и полярности тока, диаметра электродной проволоки;
- выбор глубины проплавления;
- расчет силы и плотности тока, напряжения на дуге;
- расчет коэффициентов потерь и расплавления;
- расчет скорости сварки, подачи электродной проволоки, погонной энергии сварки;
- расчет коэффициентов формы провара и валика;
- проверка рассчитанных параметров и визуальное указание ошибочных технологических параметров, с возможностью проведения корректировки;
- сохранение результатов работы в виде специального файла и вывод расширенного отчета в текстовый процессор MS Word.

Во время выполнения расчета автоматически анализируются получаемые данные с заложенными в программу диапазонами плотностей, коэффициентов формы валика и формы провара. Если полученные значения не удовлетворяют необходимым условиям формирования геометрии шва, то они будут окрашены красным цветом. Расчет не может быть продолжен, если есть несоответствия. Для их устранения создан механизм подсказок, который активируется при наведении курсора на неверный параметр, окрашенный в красный цвет.

На первой закладке (рис. 1, а) цветом контролируются три значения: сила тока, плотность тока и скорость сварки.

Рассмотрим поле плотностей тока – подсказка «Для диаметра электродной проволоки 5 диапазон плотностей тока от 30 до 50 А/мм²» означает, что полученное значение для выбранного диаметра 5 мм должно находиться в данном промежутке. И пока технолог не скорректирует значение диаметра электродной проволоки, продолжить расчет не удастся.

Если значение силы тока окрасилось красным, то при наведении курсора появится подсказка: «Сварочный ток слишком мал (велик) для указанного диаметра», следовательно, необходимо увеличение (уменьшение) сварочного тока или корректировка диаметра сварочной проволоки.

При несоответствии скорости сварки технологическим режимам поле будет окрашено в красный цвет и при наведении курсора на её значение появится сообщение: «Необходимо уменьшить (увеличить) сварочный ток и (или) скорость сварки». Соответственно необходимо провести корректировку.

На второй закладке (рис. 1, б) находятся два параметра, которые определяют итог расчета – соответствие полученного режима дуговой сварки геометрии шва. Эти параметры: коэффициент формы провара и валика.

Их значения лежат в диапазонах $0,8...4$ и $7...10$ соответственно. Если полученные значения не попадают в границы этих интервалов (оба значения или по отдельности), то необходимо вернуться на первую закладку и подобрать режим, обеспечивающий требуемое условие по коэффициентам. Эти условия необходимо соблюдать по следующим соображениям: геометрические несовершенства сварного шва – это дополнительные концентраторы напряжений, которые необходимо исключить еще на стадии расчета.

При запуске программы открывается окно с двумя закладками: «Исходные данные» и «Геометрия шва» (рис. 1, а, б), на первой необходимо задать толщину свариваемого металла, так же выбрать глубину проплавления, вид сварки, разделку и диаметр сварочной проволоки. Затем последовательно нажимаем кнопки:

- «Проверить» – чтобы проверить соответствие выбранного диаметра электродной проволоки плотности и силе сварочного тока;
- «Расчет Fнап» – рассчитывает площадь наплавки, после того как будет указан вид сварки, выбрана разделка и будут заданы геометрические параметры сварного шва;
- «Расчет скорости сварки, подачи» – выполняет расчет на основе геометрических параметров сварного шва, плотности и силы тока;
- «Расчет» – проводится окончательный расчет геометрии сварного соединения и проверка формы провара и валика. По её нажатию производится переход на вторую закладку.

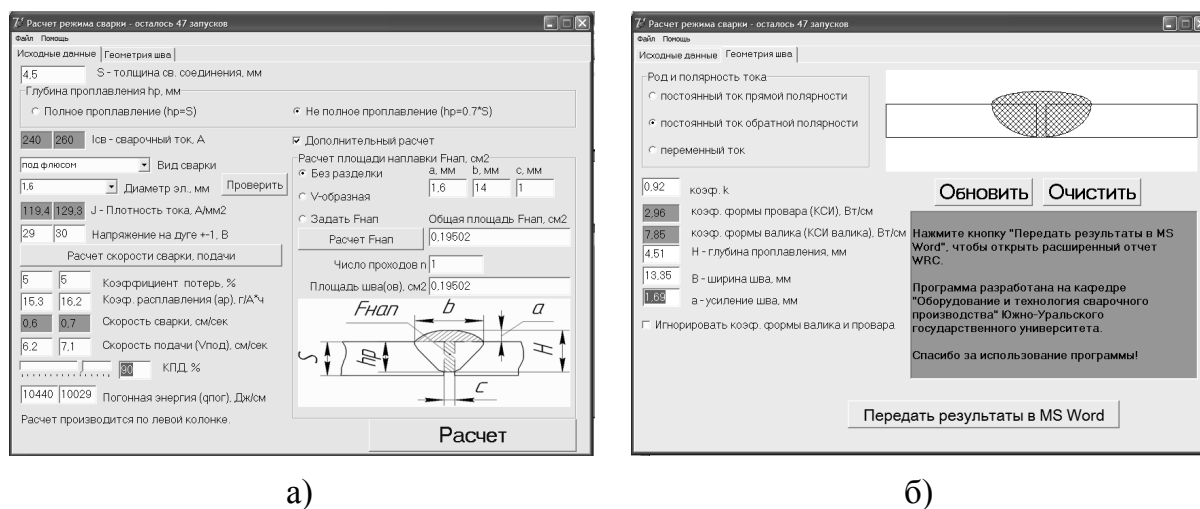


Рис. 1. Внешний вид программы с выполненным расчетом сварного соединения без разделки кромок: закладка «Исходные данные» (а); закладка «Геометрия шва» (б)

После выполнения всех проверок на второй закладке необходимо нажать кнопку «Передать результаты в MS Word». Откроется шаблон отчета с подробным ходом расчета режима дуговой сварки с формулами, графиками, таблицами, в которые программа автоматически внесет все исходные, а также промежуточные и итоговые данные.

Для демонстрации работы программы выполним расчет стыкового соединения без разделки кромок С47 (рис. 2, а) для автоматической сварки под флюсом по ГОСТ 8713–79.

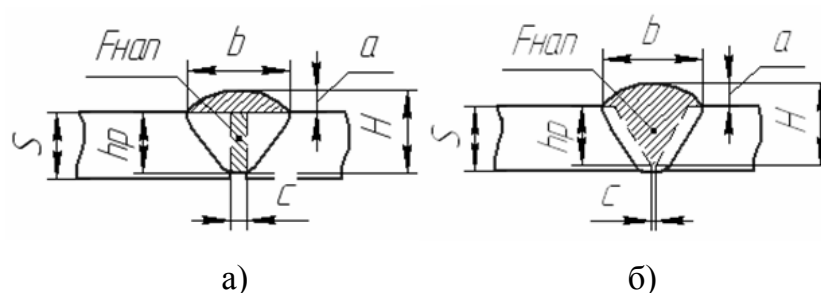


Рис. 2. Стыковое соединение без разделки кромок для сварки под флюсом по ГОСТ 8713–79 (а); с разделкой кромок для сварки в среде защитных газов по ГОСТ 14771–76 (б)

Возьмем из ГОСТ 8713–79 значения толщины сварного соединения $S = 4,5$ мм, высоты шва $a = 1,6$ мм, ширины шва $b = 14$ мм, зазора между свариваемыми деталями $c = 1$ мм, глубины проплавления $h_p = 0,7S$.

Результаты расчета: сила тока – $I_{св} = 250$ А; напряжение на дуге – $U_d = 30$ В; диаметр электродной проволоки – $d_{эл} = 1,6$ мм; количество проходов – $n = 1$; скорость сварки – $V_{св} = 0,7$ см/с; скорость подачи проволоки – $V_{под} = 6,7$ см/с.

Выполним также расчет стыкового соединения с V-образной разделкой С17 (рис. 2, б) для сварки в среде защитного газа (CO_2) по ГОСТ 14771–76.

Для значений $S = 4,5$ мм; $a = 1,6$ мм; $b = 10$ мм; $c = 1$ мм; $h_p = S$ получим: $I_{св} = 200$ А; $U_d = 28$ В; $d_{эл} = 1,6$ мм; $n = 7$ проходов; $V_{св} = 0,8$ см/с; $V_{под} = 4,5$ см/с.

Ключевой особенностью программы является то, что она позволяет в автоматизированном режиме подобрать оптимальные значения параметров режима дуговой сварки. Однако каким бы совершенным не был расчет, он все равно будет содержать в себе определенную погрешность, поэтому данный программный продукт можно рассматривать как первый этап при освоении режима дуговой сварки, за которым должна следовать промышленная апробация.

Библиографический список

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: учеб. для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение. – 1997. – 432 с.: ил.
2. Шахматов, М.В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек / М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, В.В. Коваленко. – Уфа: Полиграфкомбинат. – 1999. – 272 с.