

УДК 621.791:94.55 (575.2) (04)

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКЕ МЕТАЛЛОВ**

Г.Д. Кабаева – канд. техн. наук

Computer modeling of the plasma cutting of metals process provides a choice of parameters of its technological modes from a database with information about devices for plasma-arc cutting, plasmatrone types, their characteristics used plasmafacient environments their properties and other details concerning process.

В настоящее время интенсивно развиваются комплексные автоматизированные системы проектирования технологических процессов, принципиальным отличием которых является последовательное решение конструкторских и технологических задач. При этом создаются интегрированные системы, которые обеспечивают автоматизацию работ на протяжении всего цикла проектируемого объекта от технико-экономического обоснования и эскизного проектирования до автоматизации управления работой оборудования. Такие системы содержат полные решения для автоматизированного проектирования при конструировании механизмов формообразования поверхностей, анализа и моделирования, подготовки производства и инженерных расчетов [1].

Одной из первых фирм, положивших начало этому процессу, была Parametric Technology Corporation, внедрившая в продукт Pro/Engineer модули расчета на прочность методом конечных элементов, а также процедуры кинематического и динамического анализа. Некоторые из интегрированных систем появились в университетских лабораториях, например, концепция известной системы DUCT разработана на инженерном факультете Кембриджского университета. При помощи системы DUCT автоматизированы процессы созда-

ния литейных форм и штампов, подготовки чертежей изделий и программ для станков с ЧПУ. Система Catia V4 – разработка фирмы Dassault Systems, которая внедрила в него модуль расчета на прочность методом конечных элементов, что позволило решать тем самым широкий круг задач. Программный комплекс “Сварка”, разработка которого уже в течение многих лет ведется в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Система CASPSP, которая разработана в институте сварки им. Е.О. Патона и представляет собой программное обеспечение для компьютерного моделирования физических процессов при плазменном напылении. CAD/CAM/CAE – система Unigraphics американской корпорации UGS PLM Solutions (EDS) занимает на рынке САПР особое место. Многие их разработки являются стандартом для современных систем высшего уровня.

Программа SolidWorks, известная изначально как система твердотельного параметрического моделирования, дополнена возможностью создания расчетных моделей, и применяется для компьютерного моделирования физических и технологических процессов. Рынок CAD/CAM/CAE – программных продуктов постоянно развивается в силу их универсальности и высокой технологичности. Эти системы используются также и при обучении

студентов. В основе всех этих программных комплексов находятся мощные реляционные базы данных с информацией о деталях и чертежах, о свойствах материалов, а также модули для компьютерного и графического (геометрического) визуального моделирования технологических процессов. К тому же, массовое распространение геометрических САД (Computer Aided Design) – систем способствовало развитию интереса к САЕ (Computer Aided Engineering) – продуктов, что обусловлено и потребностями производства и нормальным человеческим интересом [2]. Целесообразность разработки компьютерной модели процесса плазменной резки исходит из того, что, несмотря на растущее число САЕ – программных продуктов и широту решаемых с их помощью задач, они имеют разумно ограниченную функциональность и направлены на решение конкретных технологических задач.

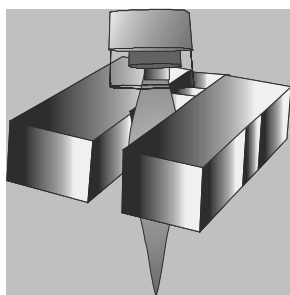


Рис. 1. Процесс плазменной резки металлов.

Плазменная резка является одной из ведущих технологий в области тепловой резки черных и цветных металлов, широко используемых в машиностроении и других отраслях. Сущность процесса плазменной резки заключается в локальном интенсивном расплавлении разрезаемого металла в полости реза и удалении жидкого металла из полости реза высокоскоростным плазменным потоком, вытекающим из канала сопла плазматрона (рис. 1). Причем, основной проблемой для процесса плазменной резки остается повышение ее эффективности, путем уменьшения тепловых потерь плазменной дуги [3].

Основой компьютерного моделирования процесса плазменной резки металлов служат: обновляемая база данных по технологии резки

металлов, разрабатываемый модуль графического (визуального) моделирования и модуль численного анализа. Они имеют единую программную оболочку и интерфейс. База данных содержит информацию об устройствах для резки, типах плазматронов, их технических характеристиках, способах и режимах резки в зависимости от типа обрабатываемых металлов и их толщины (рис. 2), параметрах режимов, используемых плазмообразующих средах и их свойствах, обрабатываемых изделиях, их физических свойствах, средствах технологического оснащения и других деталях, касающихся процесса резки. Данные можно получить и в виде графических зависимостей (рис. 3 и 4), которые строятся как на основе экспериментальных, так и расчетных данных. База данных содержит данные по теплофизическим свойствам сплавов: углеродистым и легированным сталям, чугунам, меди, алюминию. Разработка модуля численного анализа выполняется на основе работ по математическому моделированию теплофизических процессов плавления металла и удаления расплава в полости реза [4]. Разработка модели визуализации процесса выполняется на основе работ по созданию графической модели проектирования процесса резки и OLE-объектов, выполненных с помощью внешних САД-программ.

Программа позволит моделировать процесс, посредством выбора параметров резки: способа резки, указания параметров устройства резки, режимов резки, плазмообразующих сред для различных изделий или листовых металлов, и получить оптимальные параметры для различных режимов, при которых достигается качественное формирование реза, тем самым заменить трудоемкие натурные эксперименты – численным моделированием, что позволит на основе анализа процесса резки прогнозировать качество и точность технологического процесса при заданных входных параметрах. Интерфейс программы выполнен по общепринятым стандартам современных программных средств, в частности, САЕ-систем, и является понятным и легким в управлении (рис. 5). Надо отметить, что разработка структуры интерфейса является достаточно непростой задачей и требует знания рассматриваемого технологического процесса и его особенностей.

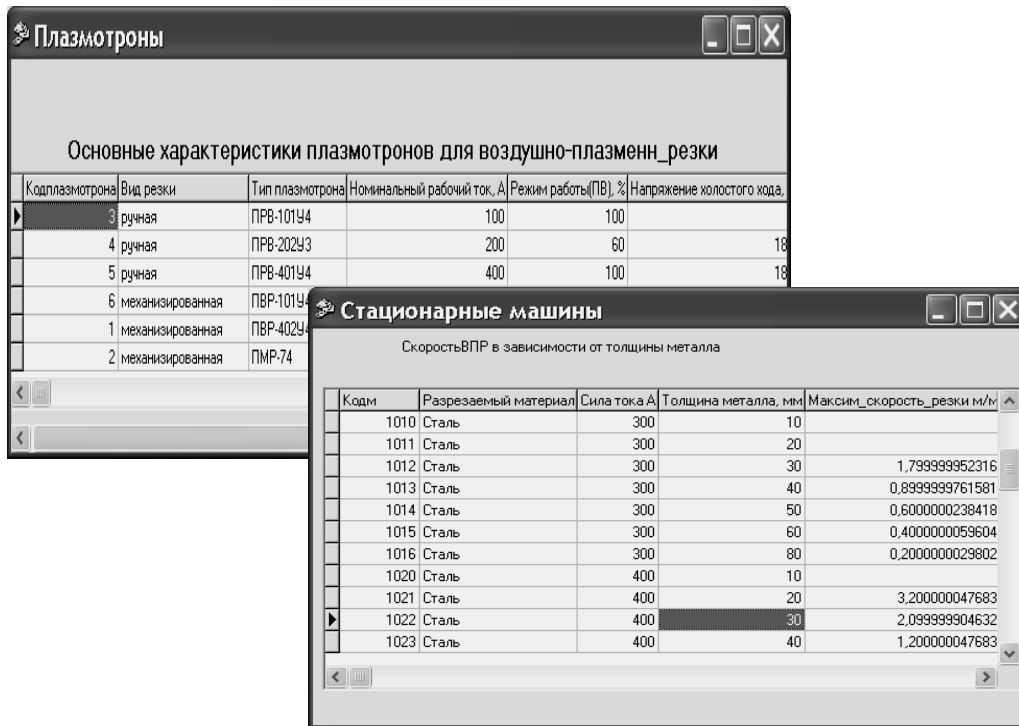


Рис. 2. Пример вывода табличных данных.

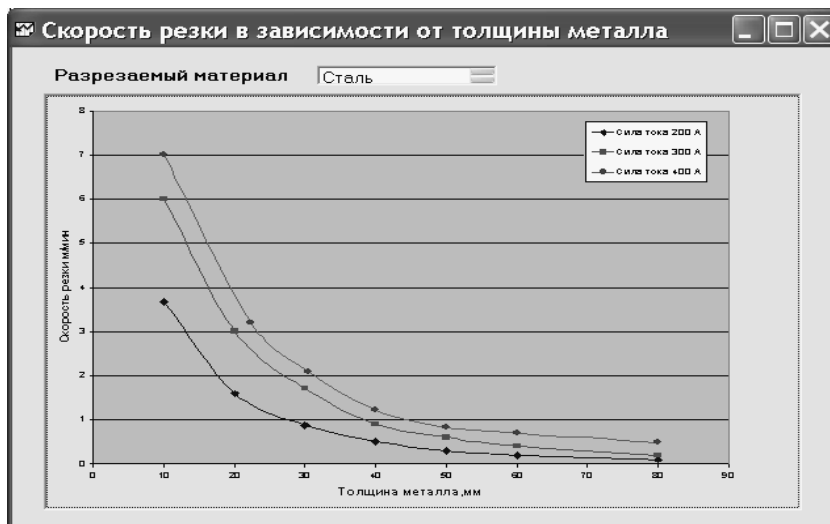


Рис. 3. Окно графика зависимости скорости резки от толщины металла.

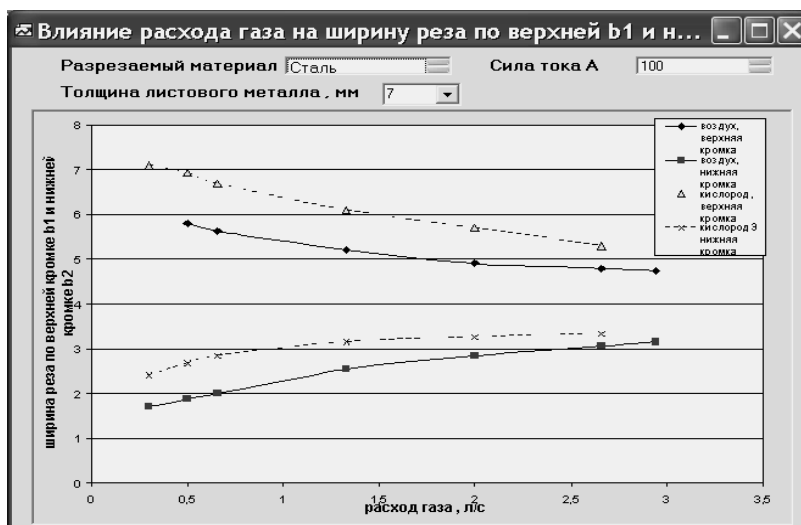


Рис. 4. График влияния расхода газа на ширину реза по верхней и нижней плоскости листа.

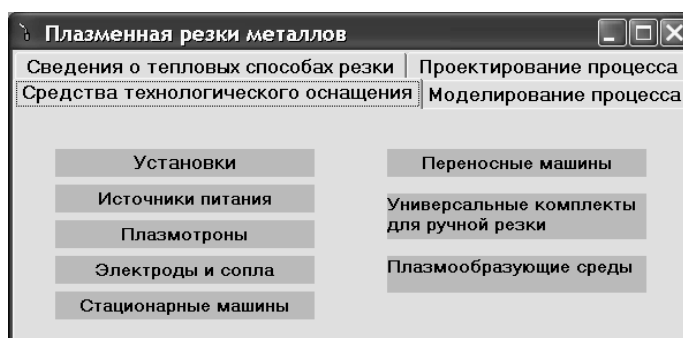


Рис. 5. Диалоговое окно программы.

Для исследования механизмов образования и формирования реза предусмотрен модуль моделирования физических процессов в полости реза. Для реализации поставленной задачи рассматривается ряд сопряженных задач тепломассообмена: тепловое взаимодействие плазменно-дугового потока с поверхностью металла, образование расплава и стекания его в виде тонкой жидкой пленки; динамическое воздействие плазменного потока на расплавленный слой; распространение тепла и плавление металла. Модель численного анализа процесса плазменной резки металлов позволяет установить связь механизма образования получаемого реза с параметрами режима плазменной резки.

Литература

1. *Медведев С.В.* Компьютерные технологии проектирования сборочно-сварочной оснастки // Институт технологии кибернетики НАН Беларуси. – Минск, 2000.
2. *SolidWorks.* Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 800 с.
3. *Мессерле В.Е., Мурзакулов Г.Т., Перегудов В.С., Сорокин А.Л.* Конвективный теплообмен при плазменной резке металлов // Теплофизика и аэромеханика. – 1999. – Т. 6. – № 4. – С. 583–586.
4. *Жайнаков А.Ж., Кабаева Г.Дж.* Математическое моделирование термогидродинамических условий образования реза при плазменной резке металлов // Вестник КГПУ. Сер.: Математика, Физика, Информатика. – 1998. – №1. – С. 58–62.