



КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ И ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ*

Чл.-кор. РАН **В. А. ЛОПОТА**, **Г. А. ТУРИЧИН**, д-р техн. наук, **Е. А. ВАЛДАЙЦЕВА**, **П. Е. МАЛКИН**, инженеры (С.-Петербург. гос. политехн. ун-т, РФ),
А. В. ГУМЕНЮК, д-р (Ин-т сварки и соединения материалов, г. Аахен, Германия)

Описана система инженерного компьютерного анализа лазерной, электронно-лучевой и гибридной сварки LaserCAD, позволяющая прогнозировать форму и размеры сварочной ванны, структуру и свойства металла шва и зоны термического влияния. Система базируется на физически адекватных численно-аналитических моделях процессов лазерной и электронно-лучевой обработки, содержит базы данных на материалы и оборудование, имеет удобный для пользователя интерфейс.

Ключевые слова: лазерная сварка, электронно-лучевая сварка, лазерно-дуговая сварка, математические модели, инженерный компьютерный анализ

Современный уровень развития промышленности предполагает активное внедрение и использование новых методов проектирования технологических процессов. Системы автоматизированного проектирования значительно ускоряют процесс разработки новых технологий и позволяют создавать все более сложные технические объекты.

В настоящее время существует множество систем различного вида — CAD–CAE–CAM, предназначенных для использования в различных отраслях промышленности, а также для исследовательской деятельности. Однако в области лучевых технологий наблюдается их явный недостаток.

Современная программа инженерного проектирования должна иметь необходимые свойства (использование адекватных физической и математической моделей технологических процессов, широкую информационную базу, скорость работы, удобный диалоговый интерфейс) для обеспечения компетентного проектирования на всех или отдельных стадиях разработки технологического процесса.

Система LaserCAD предназначена для решения различного рода инженерных задач: расчета геометрических параметров предполагаемого соединения, выбора оптимальных параметров режима обработки, подбора необходимого оборудования в соответствии с необходимыми параметрами, выбора материала в соответствии с предполагаемыми свойствами соединения. Она включает модели лазерной и электронно-

лучевой сварки с глубоким проплавлением, гибридной сварки с глубоким проплавлением и поверхностным оплавлением, многоуровневую базу данных по материалам, содержащую сведения о физических свойствах и химическом составе сплавов, базу данных по технологическому оборудованию, средства диалоговой оптимизации процессов лазерной, электронно-лучевой и гибридной сварки, удобный, диалоговый интерфейс (рис. 1).

Все перечисленные модели лучевой сварки представляют собой набор физически адекватных моделей процессов, протекающих при разных видах обработки. Модель лазерной сварки с глубоким проплавлением включает решение задач теплопереноса в металл в жидкой и твердой фазах, гидродинамики течения расплава, течения металлического пара и образования лазерно-индуцированной плазмы, а также взаимодействия плазмы с лучом.

Модель гибридной сварки, за исключением процессов, характерных для лазерной сварки, учитывает также нагрев от дополнительного тепло-



Рис. 1. Блок-схема системы LaserCAD лучевой сварки металлов

* Публикуется по материалам доклада, сделанного на II Международной конференции «Лазерные технологии в сварке и обработке материалов». — Киев, 23–27 мая 2005, Кацивели, Украина.

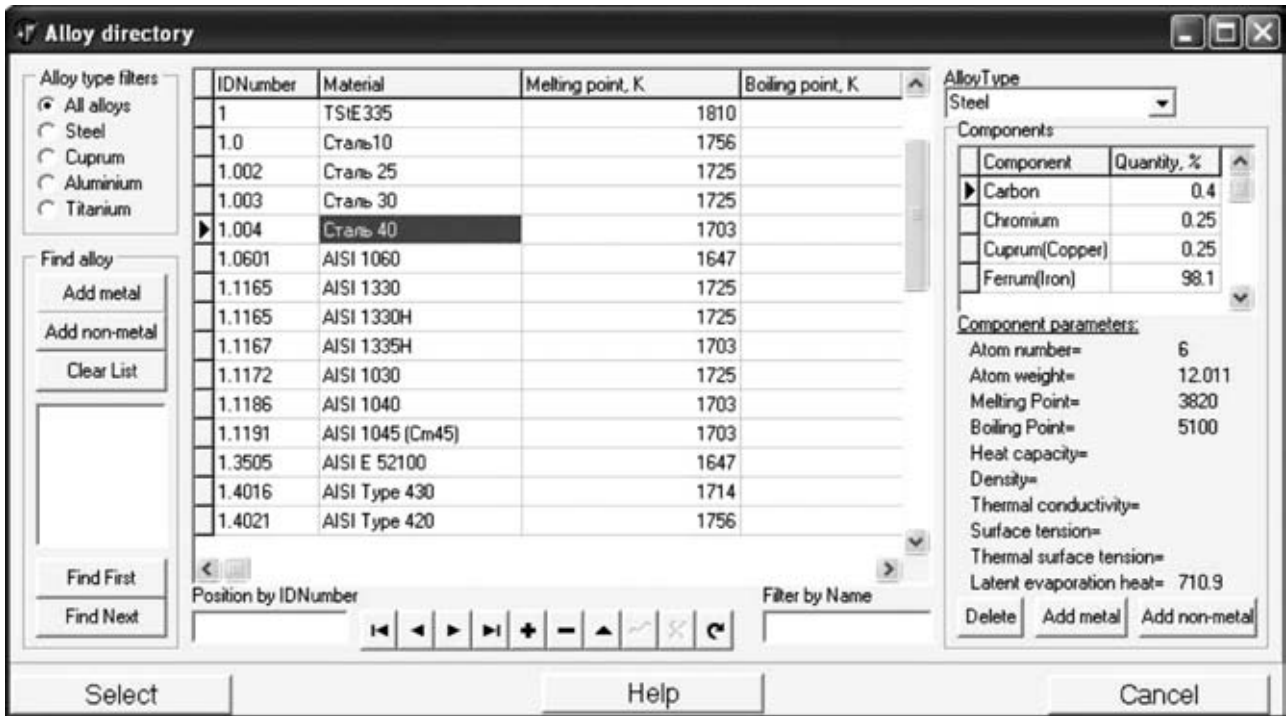


Рис. 2. База данных на свойства свариваемых материалов

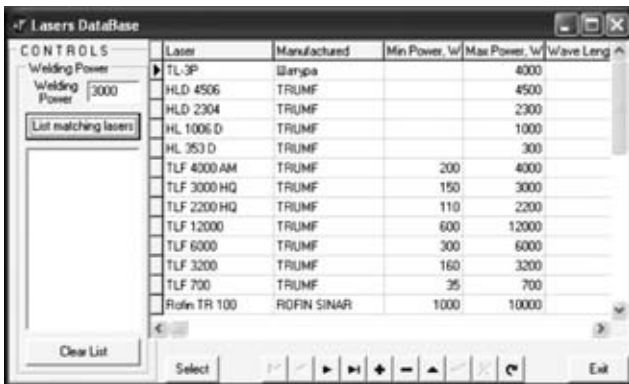


Рис. 3. База данных на лазерное оборудование

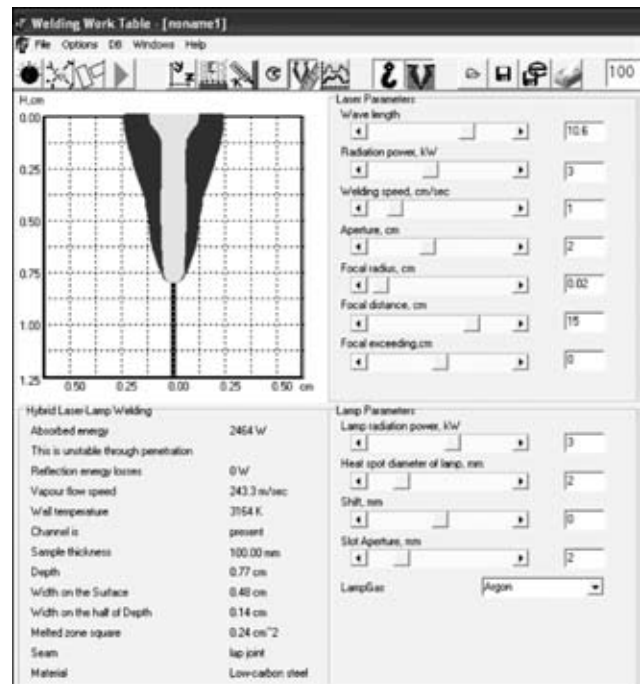


Рис. 4. Диалоговый оптимизатор для исследований

вого источника (дугового, плазменного или светового) при глубоком проплавлении и позволяет рассчитывать температурные поля при поверхностном оплавлении на основе численного решения трехмерной задачи нестационарной теплопроводности. Электронно-лучевая модель включает решение задачи тепломассопереноса, газодинамики и кинетики рассеяния паров металла в вакууме, и луча на парах металла при сварке с глубоким проплавлением.

Программа LaserCAD содержит многоуровневую комплексную справочную систему (рис. 2), включающую базу данных на свариваемый материал (сведения о физических свойствах металлов, неметаллов и сплавов, их химическом составе, структуре сталей, полученные на основе термокинетических диаграмм распада аустенита). На основе этих данных и расчетов, полученных с помощью указанных моделей, можно прогнозировать свойства металла шва и зоны термического

влияния. Справочная система содержит также сведения об обрабатывающем оборудовании, которое может быть выбрано в соответствии с требованиями к режиму обработки или условиями работы (рис. 3).

Базы данных открыты для редактирования и обновления, имеется также возможность прямого выхода в Интернет.

Программа LaserCAD отличается удобным интерфейсом, позволяющим работать в диалоговом режиме. Специальная функция «Ручной оптими-

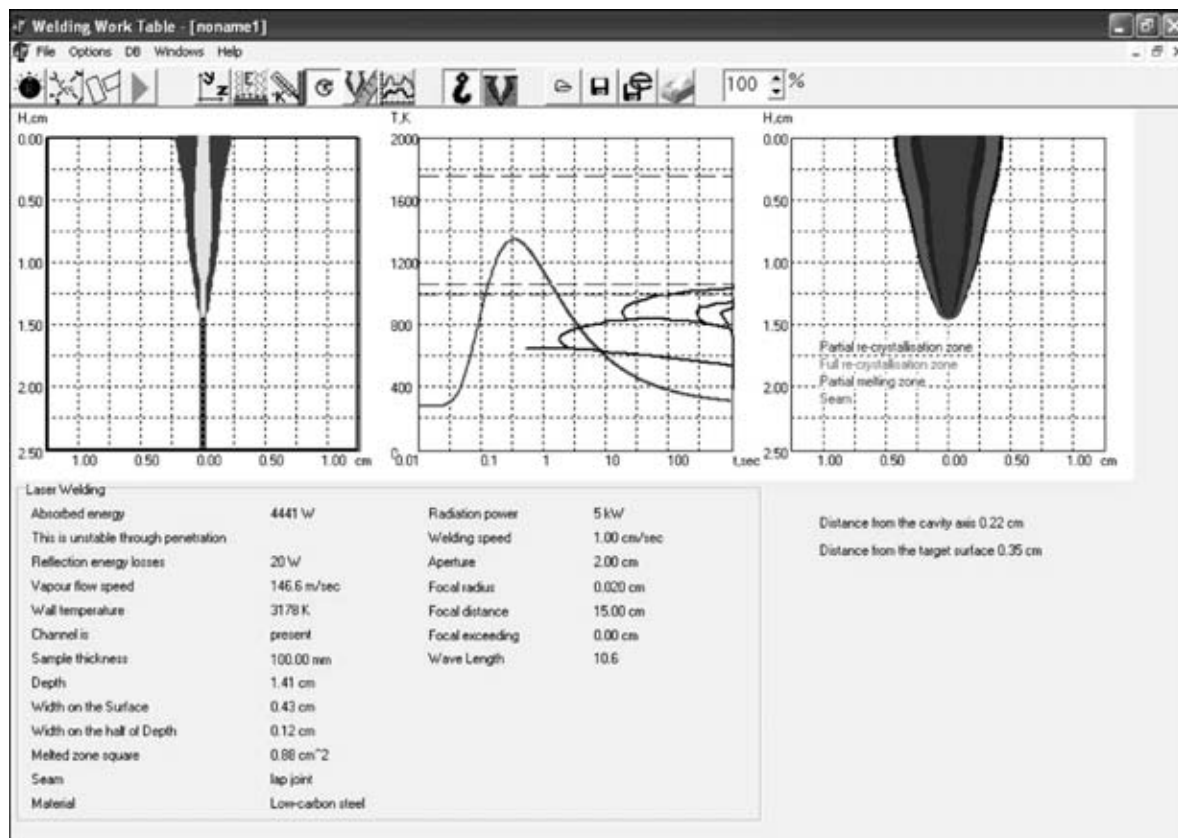


Рис. 5. Анализ структуры сварного соединения стали 30XM при лазерной сварке

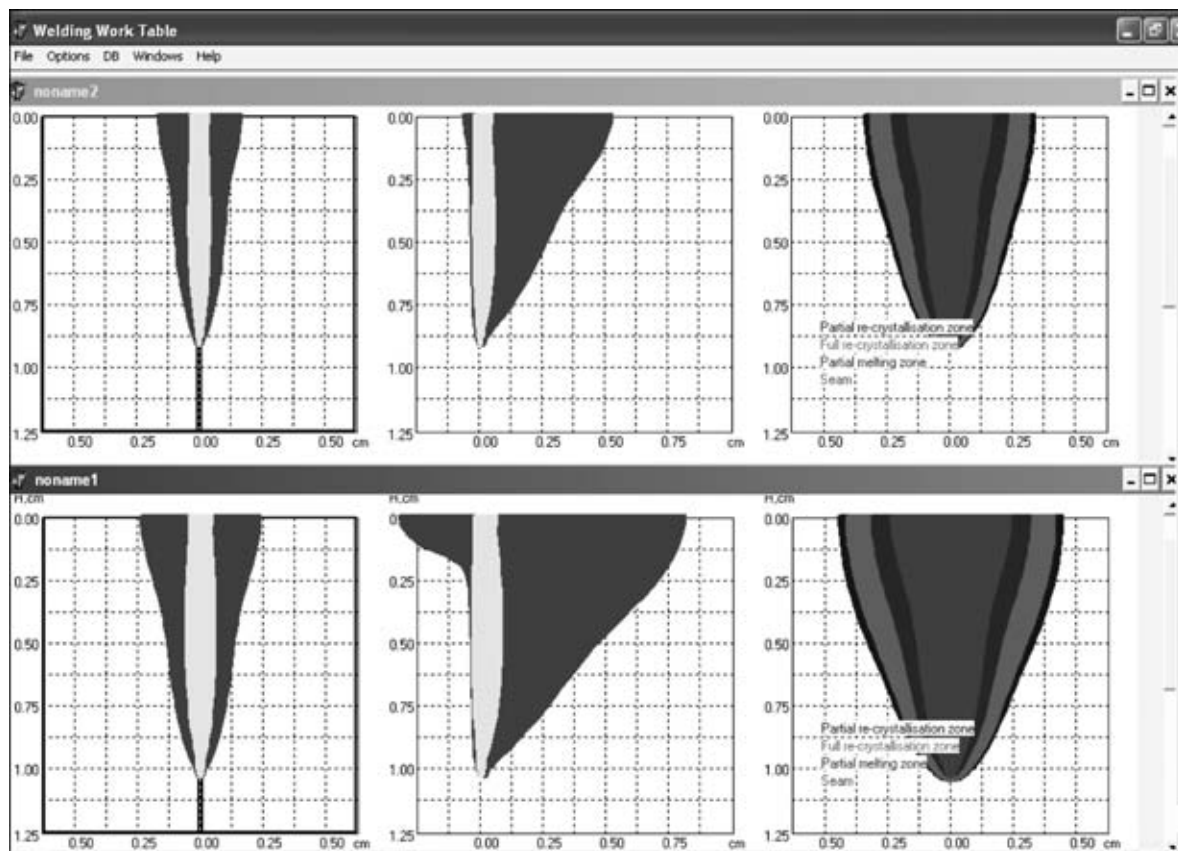


Рис. 6. Пример одновременной работы системы в многооконном режиме при лазерной и лазерно-световой сварке

затор» облегчает и ускоряет выбор режима обработки для достижения необходимого результата (рис. 4).

Система LaserCAD является средством инженерного компьютерного анализа САЕ процессов сварки металлов концентрированными потоками энергии. Она позволяет прогнозировать размеры и форму сварных соединений, структуру и свойства металла шва и зоны термического влияния, анализировать изменения, происходящие в химическом составе металла шва во время сварки (рис. 5).

Система организована по принципу MDI-программы и может работать в многооконном режиме (рис. 6), что дает возможность одновременно решать несколько задач по сравнению и анализу результатов.

Программа написана на языке Object Pascal в среде Delphi6 и разработана в соответствии с ос-

новными принципами построения современных систем CAD-CAM-CAE. Программа работает в операционной среде семейства Windows 95/98/2000/XP, минимальное системное обеспечение — Pentium III/700, 128 Мб RAM. Использование оптимизированных алгоритмов позволяет достичь скорости работы системы, необходимой для использования в производственной практике, расчет одного варианта режима сварки занимает не более 1 мин.

Система LaserCAD и ее аналоги успешно применяются в России (в ЦНИИРТК и ЦНИИТС, Санкт-Петербург; МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва) и за рубежом в ряде институтов и компаний Германии (IWS, Weldaix, NMB, SLV Rostok). Она может использоваться не только для проектирования технологического процесса, но и обучения персонала в качестве программы моделирования лучевых технологий.

The paper presents a system of engineering computer analysis of laser, electron beam and hybrid welding LaserCAD, allowing forecasting of the weld pool shape and dimensions, structure and properties of weld metal and HAZ. The system is based on physically adequate numerical-analytical models of the processes of laser and electron beam treatment, incorporates data bases on materials and equipment and has a user-friendly interface.

Поступила в редакцию 30.01.2006



3-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ «СВАРКА»

24–26 мая 2006 г.

г. Томск

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Оборудование и технологии для электродуговой сварки металлов (ручная, полуавтоматическая, автоматическая, роботизированная);
- Оборудование и технологии для плазменной, лазерной, газопламенной сварки, резки, наплавки (ручной, механизированной, роботизированной);
- Оборудование и технологии для сварки сопротивлением (контактной сварки);
- Оборудование и технологии для сварки пластмасс;
- Оборудование, материалы и технологии контроля качества сварных соединений и исходных материалов;
- Оборудование и технологии производства сварочных материалов;
- Оборудование для термической обработки материалов и сварных конструкций;
- Оборудование и технологии для пайки;
- Материалы для сварки, резки, наплавки, напыления, пайки (электроды, проволока, припой и т. п.);
- Средства и методы защиты от вредных производственных факторов (рабочая одежда, системы вентиляции, респираторы и т. п.);
- Инструменты и приспособления для сварки;
- Электронная элементная база и комплектующие для производства сварочного оборудования;
- Методы обучения и повышения квалификации сварочного персонала;
- Научные разработки и идеи;
- Реновация сварочного оборудования;
- Салон подержанного и восстановленного сварочного оборудования.

По вопросу участия в выставке обращаться
в ОАО Томский Международный Деловой Центр «ТЕХНОПАРК».
www.t-park.ru