



УДК 621.791.001.12/18

СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И РЫНОК СВАРОЧНОЙ ТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ

В. Н. БЕРНАДСКИЙ, канд. техн. наук, **О. К. МАКОВЕЦКАЯ**, канд. экон. наук
(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Представлены данные о современном состоянии сварочного производства, рынка сварочной техники и его секторов, а также об основных факторах, влияющих на тенденции их развития. Показана роль сварки в современной экономике, в частности, приведены результаты комплексного исследования вклада сварки в экономику США и Германии.

Ключевые слова: экономика, сварка, производство, рынок сварочной техники

Сварочное производство, имеющее межотраслевой характер, в настоящее время представляет собой одну из науко- и инженероемких составляющих мировой и национальных экономик. В металлообрабатывающих отраслях промышленного производства и строительстве, где сварка и родственные ей процессы сегодня являются базовыми технологиями соединения и обработки конструкционных материалов, сварочное производство — это самостоятельный технологический сектор, в той или иной мере интегрированный в общий производственный процесс.

Собственно сварочное производство в широком его представлении включает, с одной стороны, компании, фирмы, научные центры и университеты, создающие инновационный продукт в виде технологических процессов, высокопроизводительного сварочного оборудования и прогрессивных сварочных материалов, а с другой стороны, отраслевые предприятия и фирмы — потребители сварочной техники и технологий, а также смежные структуры, обеспечивающие профессиональную подготовку и аттестацию сварочного персонала, создание систем нормативного и информационного обеспечения и др.

Наиболее важным фактором, определяющим текущую деятельность и перспективное развитие сварочного производства, является наличие развитых рынков конструкционных материалов и сварочной техники, а также взаимосвязь этих рынков между собой. Уже давно не требует доказательств тот факт, что основным конструкционным материалом для производства сварных конструкций и сооружений была и остается сталь, физико-технические свойства и сортамент которой постоянно совершенствуются и обновляются. Миро-

вое производство стали в 2004 г. перешагнуло рубеж 1 млрд т и ожидается, что в 2006 г. оно достигнет 1 млрд 176 млн т. Прогноз Международного института чугуна и стали (IISI) свидетельствует о продолжающемся росте в мире реального потребления стали и превышении спроса над рыночными предложениями производителей металлопродукции. Видимое потребление стальной продукции в последние годы постоянно возрастает на 4...6 % в год. По оценкам экспертов, мировое видимое потребление стали в 2006 г. также превысит 1 млрд т и выйдет на уровень 1,040...1,055 млн т [1].

Аналитические исследования IISI однозначно подтверждают существование прямой зависимости между ростом потребления стали и общим экономическим уровнем стран, которым присущ высокий темп роста внутреннего валового продукта (ВВП). Наиболее ярким примером этой тенденции является КНР, которая в последние годы имеет самый высокий и устойчивый темп прироста ВВП (8...10 %) и занимает первое место в мире по объему и темпам прироста потребления стали. Доля этой страны в мировом потреблении стали в 2005 г. превысила 30 %. Еще одним примером могут быть страны Европейского Союза (25), здесь прирост производства стали составляет 1...3 %. В 2005 г. в этих странах выпущено 188,5 млн т стали. Сохраняет положительную динамику и потребление стали в странах Европейского Союза (25): так, в 2005 г. объем потребления стали достиг 168 млн т. Такое умеренное развитие потребительского рынка стали отвечает и умеренному росту ВВП в этих странах (в среднем 2...3 % в год).

Тенденция взаимосвязи между приростом потребления стали и общим ростом экономики представляется вполне закономерной также для оценки взаимосвязи развития сварочного производства и рынка сварочной техники от объемов потребления стали и других конструкционных материалов. Мировой опыт производства сварных конструкций

и изделий в различных отраслях позволил установить, что примерно 2/3 потребляемого стального проката идет непосредственно на изготовление сварных конструкций. При этом на каждую тонну потребляемого проката расходуется около 4...6 кг сварочных (присадочных) материалов. Существует также высокая положительная корреляция структуры и объемов потребляемой сварочной техники с объемами потребления стальной металлопродукции основными отраслями машиностроительного производства и строительства. Мировые и национальные статистические данные о потреблении стальной металлопродукции могут служить вполне достаточным базовым ориентиром при прогнозных исследованиях и оценке развития сварочного производства и основных секторов рынка сварочной техники. Стабильный рост потребления стали позволяет обоснованно судить о благоприятной перспективе стабильного и устойчивого роста мирового и национальных сварочных производств и соответственно о повышении вклада сварки и родственных технологий в экономику ведущих промышленных стран. В последнее время эти проблемы привлекают внимание экономистов ряда стран и уже нашли отражение на страницах мировой сварочной периодики.

Состоявшаяся в 2005 г. в Эссене (ФРГ) международная выставка «Сварка и резка 2005» дала полное и наглядное представление о нынешнем уровне мировой сварочной индустрии, инновационном наполнении основных секторов сварочного рынка и роли сварочного производства в современной экономике на начало XXI века. В экспозиции были представлены аппаратура для неразъемного соединения (сварка, пайка и др.) и разделительной резки, оборудование для наплавки и газотермического напыления, технологические лазеры и лазерные системы, техника для склеивания и механического соединения, сварочные роботы и другие средства автоматизации, системы управления процессами сварки и родственных технологий, средства и методы неразрушающего контроля; сварочные и присадочные материалы (сварочные электроды и проволоки, порошки, припои и др.), вспомогательные расходные материалы (сварочные газы и газовые смеси, флюсы, клеи и др.); механическое оборудование, оснастка и инструмент для сварки; средства защиты сварщика и экологической безопасности рабочей среды. На выставке также экспонировали учебно-методические материалы, учебные тренажеры и мультимедийные средства обучения, пакеты программного обеспечения для расчета сварных конструкций, моделирования сварочных процессов, а также разнообразную научно-техническую и нормативно-справочную литературу [2].

Как показала выставка, современную аппаратуру для сварки и родственных технологий, пос-

тавляемую на рынок ведущими мировыми разработчиками и производителями, отличает оригинальность и высокий уровень инновационности. Сегодня она, как правило, соответствует двум основным требованиям потребителей — эффективность при ее применении в производственном процессе и максимальное использование в ней последних научно-технологических разработок и аппаратурных решений, гарантирующих высокое и стабильное качество соединений. Обширный и разнообразный арсенал традиционных технологических процессов сварки и обработки конструкционных материалов соответствующим оборудованием с применением сварочных (присадочных) материалов создает условия для их конкурентного выбора потребителем. Наряду с непрерывным совершенствованием существующей техники и технологий соединения и обработки на рынок поступает оборудование для принципиально новых инновационных технологий, в том числе для сварки трением с перемешиванием (STIR), электродуговой сварки с активированным флюсом (A-TIG) и ряда комбинированных процессов. Среди них наиболее активно развиваются комбинированные процессы, основанные на сочетании электрической дуги или плазмы и лазерного излучения. Эта ранее известная идея получила активное развитие благодаря применению инновационных решений в области электроники, сенсорики, техники управления и др. В последние 2–3 года, так называемые гибридные процессы (в первую очередь на базе лазерной сварки) находят широкое применение в автомобильной промышленности, судостроении, транспортном машиностроении и др.

Сегодня потребителю на рынке предоставлена возможность сопоставления и широкого выбора различных технологий и оборудования для сварки и обработки конструкционных материалов одного класса и размера. Это позволяет варьировать уровень затрат на приобретение соответствующей техники в зависимости от показателей ее производительности, степени автоматизации и эксплуатационной надежности, а также критериев гарантированного качества получаемых соединений и соответствия технологии сварки требованиям стандарта ISO 14000.

Особенности национальной сварочной индустрии и сварочного рынка наиболее полно можно продемонстрировать на примере Германии. Благодаря усилиям Немецкого общества сварки и родственных технологий (DVS) Германия является одной из немногих стран мира, где экономико-статистические данные об объемах годового производства, экспорта и импорта полной номенклатуры электротехнического оборудования для сварки, пайки и резки металлических материалов и пластмасс, запасных деталей к ним, а также сварочных и присадочных материалов открыты



для широкого круга специалистов. Эта информация базируется на официальных данных Федерального статистического управления Германии и соответствует классификации выпускаемой продукции Европейского Союза (Statistical Classification of Products by Activity in the European Economic Community — CPA). Такая статистика и ее подробный анализ ежегодно публикуются в журнале «Schweissen und Schneiden», издаваемом DVS [3]. Расширение технологического арсенала техники соединений сопровождается возникновением новых (кроме сварочной техники) секторов сварочного рынка, к которым следует отнести лазеры и лазерные аппараты, а также промышленные роботы. По данным работы [4], в 2003 г. рынок сварочной техники Германии имел следующую структуру:

Сектор рынка	Объем продаж, млн евро
Сварочная техника (без сварочных материалов)	1338
Лазеры и лазерные системы	340
Техника пайки	185
Техника термического напыления	152
Сварочные роботы	122
Техника разделительной резки	90
Техника механического соединения	58
Техника склеивания	14
Роботы для склеивания	7

С учетом многопрофильности структуры сварочного рынка немецкие специалисты для основных видов продукции ввели новый термин FTV-продукция — продукция для соединения (F-Fuegen), резки (T-Trennen) и нанесения покрытий (B-Beschichten) [4].

Наличие достаточно полной и достоверной экономико-статистической информации об объемах производства и внешней торговли сварочной техникой в сочетании с экспертной оценкой объема продажи других секторов рынка сварочной техники и услуг, включая затраты на обучение и переподготовку кадров и другие виды услуг, позволили экономистам оценить общий объем немецкого рынка сварочной техники. В 2004 г. общий объем внутреннего сварочного рынка Германии превысил 3,6 млрд евро, при этом объем собственно сварочной техники (оборудование и материалы) составил всего 1,3 млрд евро. По консервативной оценке немецких специалистов, объем европейского сварочного рынка в 3 раза превышает

объем немецкого рынка и составляет примерно 11 млрд евро. Согласно их же, но более осторожной оценке, мировой рынок сварочной техники и услуг также в 3 раза превышает стоимостный объем европейского рынка — около 33 млрд евро или около 42 млрд дол. [5]. Это, в частности, совпадает с нашей ориентировочной оценкой объема мирового рынка сварочной техники и услуг к началу XXI века — около 40 млрд дол. [6].

Структура мирового и национальных сварочных рынков в процессе их развития претерпевает заметные изменения. Как видно на примере сварочного рынка Германии, интенсивно растут объемы секторов инновационной техники, которые уже сопоставимы с объемами продаж базового сектора техники для сварки и родственных технологий. К ним относятся два сравнительно новых сектора — «Технологические лазеры и системы» и «Сварочные роботы и робототехнические комплексы», которые в соответствии с CPA относятся к самостоятельным группам, не входящим в группу «Сварочное оборудование».

Среди основных областей применения технологических лазеров соединение и обработка материалов занимают доминирующее положение. Для этих целей рынок потребляет до 50 % общего объема промышленных лазерных систем. Общий объем стоимости технологических лазерных систем, предназначенных для сварочного производства, в 2006 г. превысит 3 млрд евро, а к 2010 г. ожидается увеличение до 5 млрд евро [7].

Сварочные роботы и робототехнические комплексы — наиболее прогрессивные и эффективные средства автоматизации сварочных и родственных процессов, легко интегрируемые в общий производственный процесс. В 2004 г. общемировой парк единичных промышленных роботов насчитывал около 850 тыс. ед., из них 254 тыс. ед. составляли сварочные роботы [8]. Согласно статистической информации Международной федерации робототехники, в 2004 г. в мире произведено 95,4 тыс. ед. промышленных роботов общей стоимостью около 5 млрд дол. В том же году в общей массе промышленных роботов на мировой рынок поставлено 26,7 тыс. ед. сварочных роботов на сумму около 1,4 млрд дол. [9], а на сварочный рынок Германии — около 3 тыс. ед. промышленных роботов для сварки и других технологий (резка, склеивание, напыление) на сумму более 130 млн евро (162 млн дол.). Приведенные данные свидетельствуют о значительном и все возрастающем объеме поставок на сварочные рынки мира оборудования и аппаратуры для но-

вых нетрадиционных технологий и средств автоматизации, а также о необходимости включать продукцию этих групп в сводные экономико-статистические показатели мирового и национальных сварочных рынков.

До последнего времени при прямой или сопоставительной оценке общеэкономического значения национальных сварочных производств специалисты в основном оперировали общей стоимостью сварочной техники, произведенной в стране, или объемом внутреннего сварочного рынка. При таком подходе не учитывался реальный экономический вклад, вносимый произведенной сварочной техникой в формирование добавленной стоимости на всех стадиях изготовления сварных изделий, конструкций и сооружений. Поскольку сварка и родственные ей технологии являются базовыми безальтернативными технологиями в промышленном производстве и строительстве, следует ожидать значительного повышения реального вклада этих технологий как в мировую, так и национальные экономики, в частности в ВВП, что и подтвердили исследования, проведенные недавно в США и Германии по инициативе Американского общества сварщиков и DVS.

Проведено комплексное исследование вклада сварки в экономику США на базе семи ведущих отраслей производства (включая строительство), которые являются основой промышленной инфраструктуры, национальной обороны и благосостояния страны [10]. Общий объем производства этих отраслей составляет немного более трети ВВП США. В данном проекте акцент сделан на исследования и анализ общих и производственных затрат на сварку (по всем статьям структуры затрат). В результате установлено, что общие затраты на сварку в семи обследованных отраслях в 2000 г. превысили 34 млрд дол., а собственно производственные затраты на сварку составили 30,7 млрд дол., что в среднем составляет 1,4 % общих производственных затрат этих отраслей. Расширение полученных данных об уровне экономического вклада сварки в отрасли машиностроения, горнорудную промышленность, топливно-энергетический комплекс и строительство, где сварка является ключевой технологией, показало, что стоимость конечной продукции этих отраслей, произведенной с применением сварки, превысила 57 % общего объема ВВП США [11]. По данным статистического ведомства США, в ука-

занных отраслях численность сварщиков и резчиков, включая наладчиков и операторов сварочных и других установок, составляет около 480 тыс. чел. [12].

Рейнско-Вестфальским институтом экономических исследований проведена оценка фактического вклада сварки в экономику Германии в рамках проекта «Общеэкономическая и отраслевая добавленная стоимость от производства и применения сварочной техники». Изучен и проанализирован вклад, который вносит сварочная техника в общехозяйственную добавленную стоимость на всех стадиях процесса производства в отраслях интенсивного применения сварочных процессов. При этом учитывалась как прямая, так и косвенная добавленная стоимость. Результаты исследования убедительно показали мультипликативный эффект увеличения добавленной стоимости при производстве сварочной аппаратуры в процессе ее последующего применения в течение всего производственного цикла в 28 раз (в 2004 г.). Авторы указанного проекта показали, что при учете всех источников добавленной стоимости в производстве сварочного оборудования и сварочных материалов, а также в производстве сварных конструкций с применением этой сварочной техники и технологий общеэкономическая добавленная стоимость в 2004 г. составила 27 млрд евро (33,7 млрд дол.) или 4,8 % добавленной стоимости всего производящего сектора Германии. При этом доля последнего сектора составляла 562,5 млрд евро (703,1 млрд дол.) или 33,75 % ВВП. Собственно техникой и технологией соединения в Германии заняты более 640 тыс. чел., иными словами, каждое шестнадцатое рабочее место в промышленном производстве связано со сваркой и родственными ей процессами [4, 13].



Технология развития процессов соединения по представлению европейских производителей [14]



Европейские производители сварочного оборудования, внимательно отслеживающие появление научных и инновационных разработок в области техники и технологии соединения, а также конъюнктурный спрос отраслей производства и строительства на основные типы оборудования для сварки и соединения, выработали корпоративную оценку тенденций развития сварочного рынка и его секторов по базовым технологиям [14]. Представление производителей о развитии основных процессов соединения отражено в рисунке.

Как видно из рисунка, в ближайшие десять лет наибольший рост и расширение объемов производственного применения следует ожидать в первую очередь в области лазерной сварки, включая гибридные процессы, а также в таких альтернативных сварке процессах соединения, как склеивание, механическое соединение (клинчевание, чеканка, просечка и др.) и пайка. Темп развития последних несколько ниже, но заметно превышает развитие традиционных технологий электродуговой и контактной сварки. В этот же период ожидается увеличение объема некоторых секторов рынка оборудования по таким инновационно привлекательным процессам, как сварка трением с перемешиванием, ультразвуковая сварка, нанесение покрытий и др. Устойчивый рост сохраняют секторы рынка источников питания для сварки плавлением, систем автоматического управления и слежения, диагностики и неразрушающего контроля качества сварных соединений. Характерно, что точка зрения европейских производителей техники соединений практически совпадает с мнением потребителей этой техники и в целом отвечает тематическим направлениям научных исследований и технологических разработок, которые ведутся в национальных научных центрах, сварочных институтах и лабораториях вузов.

В заключение следует отметить, что для промышленно развитых стран характерна достаточно устойчивая динамика развития как сварочного производства, так и сварочного рынка, которая определяется ключевым характером технологий сварки и соединений в различных отраслях промышленности и строительства, стабильным ростом потребления конструкционных материалов и расширением их сортамента, а также появлением на сварочном рынке новых прогрессивных технологий и оборудования для сварки, соединения и обработки конструкционных материалов. Стратегии развития национальных сварочных производств на среднесрочную перспективу практически не имеют резких отличий и ориентированы

на решение наиболее актуальных задач: увеличения объемов и расширение областей применения сварки и родственных технологий, в том числе в тех секторах промышленности и строительства, которые ранее сварку не применяли; повышения производительности технологических процессов при одновременном обеспечении высокого качества соединений; снижения энергопотребления и общепроизводственных затрат на сварку и родственные технологии; расширения применения в сварных конструкциях и сооружениях новых прогрессивных металлических, композитных и неметаллических материалов на основе применения для их соединения и обработки новой техники и технологий.

Устойчивое и эффективное развитие сварочных производств в промышленных странах базируется на использовании результатов фундаментальных и прикладных исследований, высоком научно-инженерном потенциале, квалифицированных трудовых ресурсах и активном трансфере высоких сварочных технологий и других инноваций.

1. *Steel statistical yearbook-2004* // International Iron and Steel Institute of Economic Studies. — Brussels, 2004. — 192 p.
2. *Internationale Fachmesse «Schweißen und Schneiden» — Stand und Entwicklungstendenz* // Schweißen und Schneiden. — 2005. — № 12. — S. 1–40.
3. *Janben R., Moos W.* Schweißen und Schneiden 2004. Schweißtechnik knüpft wieder an hohes Expansion tempo vorgangener Jahrean // Ibid. — № 5. — S. 444–455.
4. *Moos W., Jenßen-Timmen R.* Wertschoepfung und Beschäftigung durch Produktion und Anwendung von Fuegetechnik // Ibid. — 2005. — № 9. — S. 438–443.
5. *Weltweit fuehrende Plattform fuer Branche* // Stahlmarkt. — 2005. — № 7. — S. 56–57.
6. *Бернадский В. Н., Мазур А. А.* Состояние и перспективы мирового сварочного рынка // Автомат. сварка. — 1999. — № 11. — С. 49–55.
7. *Optech consulting.* Market report on laser materials processing // <http://www.optech-consulting.com/laserprocessing-summary.html>.
8. *Бернадский В. Н., Маковецкая О. К.* Экономико-статистические данные по сварочному производству (СВЭС-ТА-2005). — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона, 2005. — 87 с.
9. *World robotics 2004.* UN Economic Commission for Europe (UNECE) — International Federation of Robotics // United Nations. — New York; Geneva, 2004. — 406 p.
10. *Бернадский В. Н., Маковецкая О. К.* Вклад сварки в экономику США // Свароч. пр-во. — 2004. — № 5. — С. 43–50.
11. *Welding's economic impact established* // Welding J. — 2002. — 81, № 4. — P. 4.
12. *Бернадский В. Н., Маковецкая О. К.* Экономико-статистические данные по сварочному производству (СВЭС-ТА-2001). — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона, 2001. — 85 с.
13. *Moos W.* Wertschoepfung durch Schweißtechnik // Schweißen und Schneiden. — 2001. — № 9. — S. 548–551.
14. *Neueste Trends in der Fuegetechnik* // Stahlmarkt. — 2005. — № 8. — S. 58–59.

Data are given on the state-of-the-art in welding industry, welding engineering market and its sectors, as well as the key factors affecting their development trends. The role of welding in the present-day economy is shown. In particular, the results of comprehensive evaluation of the contribution of welding to the U.S. and German economy are presented.

Поступила в редакцию 15.11.2006