

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СВАРКИ В ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКЕ НА ПРИМЕРЕ БРАЗИЛИИ

А. СКОТТИ (Федеральный Университет Уберландии, Бразилия)

Рассмотрено состояние и потенциал Бразилии в области сварки. На основе сравнительного анализа потребления стали и защитного газа показана перспектива повышения спроса на проведение исследований в области сварки. Обсуждены потенциальные возможности и особенности в этой области, а также представлены статистические данные, показывающие, что инвестиции в исследования увеличиваются быстрее, чем ценовая инфляция и расходы на сварные изделия. Приведены данные о количестве бразильских исследовательских центров и их основных направлениях деятельности. Рассмотрена инфраструктура и направления деятельности одного из бразильских центров.

Ключевые слова: сварка в Бразилии, исследовательские центры, направления деятельности, статистические данные, инвестиционный климат

Бразилия — производитель сварочной продукции. По объему потребления листовой стали можно определить состояние сварочного производства в стране. Согласно отчету Организации экономического сотрудничества и развития за 2007 г., так называемые экономики Бразилии, России, Индии и Китая (BRIC) лидируют по показателям роста мирового потребления. Так, потребление стали в Китае достигло 318 млн т за первые девять месяцев 2007 г., что выше на 30,8 млн т, или на 10,7 % относительно того же периода 2006 г. Темп роста потребления стали в Индии также измеряется двузначным числом, правда, исходя из значительно более низкого уровня, приблизительно 45 млн т. Удовлетворяя растущий спрос, Индия, возможно, стала чистым импортером стали в течение 2007 г. Спрос на сталь в Бразилии обусловлен динамическим ростом таких отраслей промышленности, использующих сталь, как строительство, машино- и автомобилестроение. Потребление листовой стали в Бразилии по данным Информационного центра Бразильского института стали в 2006 г. по предварительным данным составило ($\cdot 10^6$) 11,1, в 2007 г. — 13,4 (+ 20 %), а в 2008 г. ожидается 14,6 % ($\pm 9,4$). В России спрос на сталь стимулируется быстроразвивающейся нефтегазовой промышленностью, а также ростом доходов экономики. Ожидается, что спрос на сталь в экономиках этих стран будет расти и в 2008 г., хотя возможно и некоторое замедление, вызванное мировым экономическим спадом.

Значительный рост производства в автомобильной промышленности и бум гражданского строительства в Бразилии способствовали поддер-

жанию высокого спроса на стальную продукцию и увеличению продаж на внутреннем рынке. На эти две отрасли промышленности приходится почти 60 % продаж стали в Бразилии (Fick, 2007). По сравнению с результатами предыдущего года потребление стали в автомобильной промышленности возросло на 17,8, в гражданском строительстве — на 16,2, в машиностроении — на 30,7, в строительстве трубопроводов — на 40 % (globo.com, 2007). Эти показатели значительно ниже таковых для таких больших потребителей стали, как Китай, США, Япония и Россия. Бразилия является десятой среди стран-производителей стали и находится несколько ниже Украины и Италии (Wikipedia, 2006). Поскольку производство и потребление стали все более и более перемещается в страны с развивающейся экономикой, то есть все основания в ближайшие годы ожидать существенного роста бразильского сварочного производства, в отличие от ситуации в развитых странах, где по некоторым сведениям количество исследовательских сварочных центров уменьшается.

Эта тенденция также подтверждается оценкой потребления защитных газов в Бразилии за истекший год. Как видно из данных таблицы, которые взяты из открытых отчетов о деятельности промышленности, рост потребления защитного газа примерно равен росту потребления листовой стали. Однако следует учитывать и то, что стоимость защитного газа также возростала из года

Потребление защитного газа в Бразилии в течение последних лет

Год	Потребление, млн м ³	Δ , %	Цена 1 м ³ , дол. США	Δ , %
2004	56	—	2,23	—
2005	60	+7	2,60	+17
2006	69	+15	2,90	+12
2007	78	+13	3,14	+8

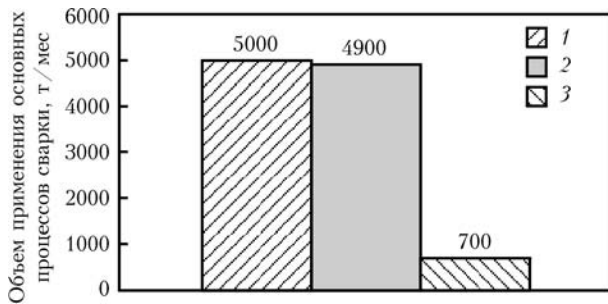


Рис. 1. Объемы использования основных процессов сварки в Бразилии в 2007 г.: 1 — МИГ/МАГ; 2 — покрытыми электродами; 3 — порошковой проволокой

в год (даже с учетом увеличения ежегодной ценовой инфляции, которая, согласно данным (IDOP, 2008) составила в 2004 г. 7,6, в 2005 г. — 5,7, в 2006 г. — 3,1 а в 2007 г. — 4,6 %). Причиной этого, по мнению производителей, является нехватка производственных мощностей, что будет ликвидировано в ближайшие два года благодаря инвестициям в новые производства. Однако, несмотря на то, что спрос на защитные газы возрастает, все же приблизительно 46 % потребления сварочных материалов в Бразилии составляют покрытые электроды, что видно из рис. 1. Эти данные свидетельствуют о необходимости модернизации сварочного производства в Бразилии.

Для современной экономической политики характерно усиление внутреннего рынка и сокращение в экспорте доли сырьевых материалов и полуфабрикатов в пользу готовой продукции. Таким образом, если правительство хочет обеспечить конкурентоспособность своим экспортным товарам на мировом рынке, оно должно сосредоточить свое внимание на поддержке исследований, разработок и инноваций. Отсутствие инноваций — это не только путь к снижению конкурентоспособности, но и признак стагнации. К сожалению, путь, когда исследования, нацеленные на то, чтобы их результаты были впоследствии использованы в промышленности, пока является не характерным для Бразилии. В статье Мота (1999), посвященной анализу особенностей сотрудничества между университетами и промышленностью, отмечается, что одной из главных проблем, стоящих перед латиноамериканскими странами, является хрупкий механизм формирования промышленной культуры. Это обусловлено тем, что закупаемые «технологические пакеты» не предполагают последующей адаптации импортируемых технологий, особенно когда они заказываются монополиями или международными компаниями.

Следует отметить, что за последние десять лет ситуация изменилась к лучшему благодаря созданию специальных правительственных фондов целевого назначения для поддержки исследова-

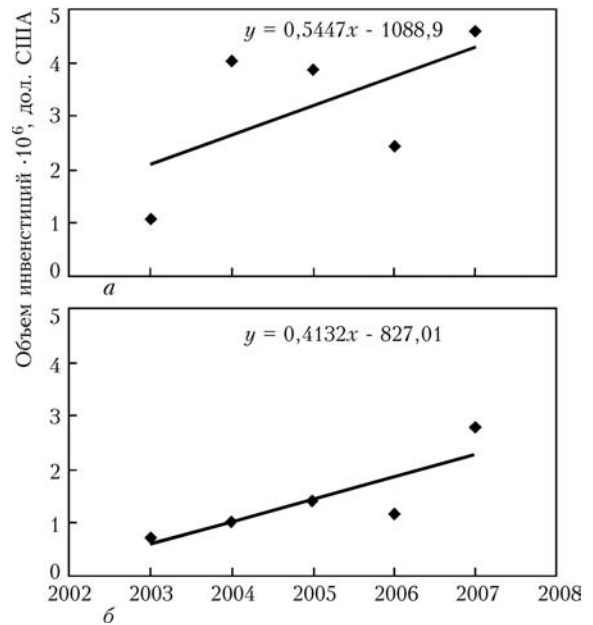


Рис. 2. Объем инвестиций в год (текущие и капитальные затраты без учета затрат на заработную плату) на проекты, предложенные исследователями, без учета проектов, заказанных правительством: а — CNPq (2007 г.) научно-исследовательские проекты, относящиеся к металлургии, механике, авиакосмической и судостроительной области; б — Fapemig (2007 г., штат Минас Жераис) научно-исследовательские проекты, относящиеся ко всем областям техники

тельских работ. Как видно из данных рис. 2, наблюдается рост инвестиций в научно-исследовательские работы, получаемые как от главного органа федерального правительства (CNPq), осуществляющего поддержку развития исследований, так и органа на уровне штата Минас Жераис (Fapemig). Заметен скачок инвестиций более чем на 100 % за прошедшие четыре года от CNPq (исходя из усредненной линейной тенденции) и приблизительно 260 % за тот же период от Fapemig. Эти цифры намного превышают средний рост валового внутреннего продукта в Бразилии, который был ниже 5 % в год. Аналогичные данные относительно научно-исследовательских проектов в области сварки отсутствуют, но исходя из того, что они являются составной частью общего пакета технических проектов, указанные статистические данные справедливы и для них.

Бразильские исследовательские группы. В Бразилии традиция поддержки научно-исследовательских работ промышленностью еще довольно молода, к тому же отсутствует национальный исследовательский сварочный центр типа Института электросварки им. Е. О. Патона, ISQ, TWI, EWI и др. Каждый из существующих исследовательских и технологических центров охватывает несколько областей техники, но ни один из них пока не занимается исключительно технологией сварки. В отличие от большинства развитых стран в Бразилии более 50 % затрат на научно-исследовательские работы покрываются общественным

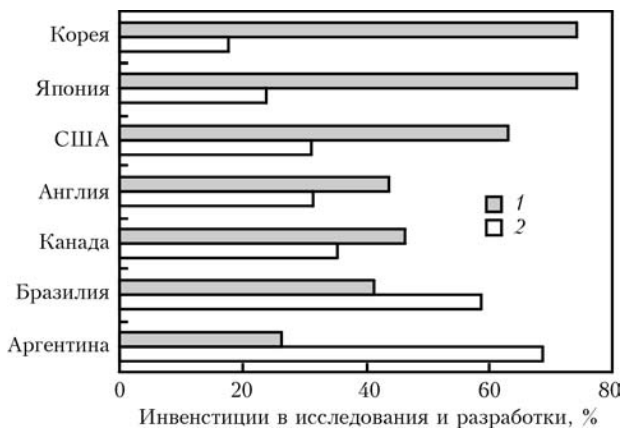


Рис. 3. Диаграмма инвестиций в исследования и разработки от промышленности (1) и правительства (2)

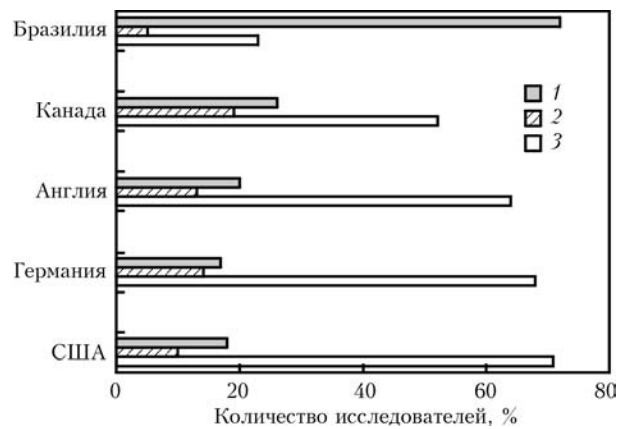


Рис. 4. Сравнительное соотношение количества исследователей, работающих в промышленности (3), государственных учреждениях (2) и университетах (1) (Elias, 2006)

сектором (рис. 3). Соотношение количества исследователей, работающих в университетах к таковым, представляющим государственные учреждения и промышленность, показывает еще большее отличие от развитых стран (рис. 4). Таким образом, важность роли университетской науки очевидна. Поэтому при анализе ситуации состояния дел в области сварки в Бразилии объектами анализа являлись учебные заведения типа университетов. В Бразилии насчитывается около 35 исследовательских центров, деятельность которых так или иначе связана с технологией сварки (но которые не обязательно выполняют исследования на высоком уровне); из них 26 — это университеты, 7 — технологические колледжи и 2 — центры исследований. В основном эти исследовательские центры (рис. 5) сконцентрированы в юго-восточном регионе Бразилии (наиболее промышленно развитом), хотя достаточно их и на северо-востоке, слабо развитом в промышленном отношении, в отличие от южного региона (второго по значению промышленном районе).

После проведенного анкетного опроса среди сотрудников указанных исследовательских центров и ответов, полученных от 91 % сварочных групп, только в 68 % из них, т. е. 24 группы, сварка была указана в качестве основного направления деятельности. Эти 24 группы работают при университетах и технических колледжах, причем оснащенность лабораторий и профессионализм сотрудников шести из них уже достигли такого уровня, что способны оказать помощь бразильской промышленности быть конкурентоспособной. Такого количества исследовательских центров, работающих в области сварки, явно не достаточно для Бразилии, на которую приходится примерно половина южноамериканского промышленного потенциала (согласно Международной программе сравнения Международного банка (Fix and Tuck, 2008)).

Проведенный анкетный опрос позволил выявить основные направления исследований, выпол-



Рис. 5. Распределение в Бразилии исследовательских центров, занимающихся разработками в области сварки

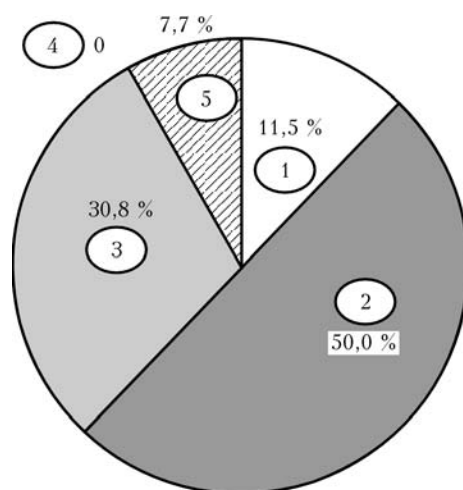


Рис. 6. Распределение исследовательских центров по основной тематике работ: 1 — металлургия (основа); 2 — преимущественно металлургия (процесс сварки — это инструмент); 3 — преимущественно процессы сварки (металлургия — это инструмент); 4 — процессы сварки (основа); 5 — моделирование, остаточные напряжения и прочность конструкций

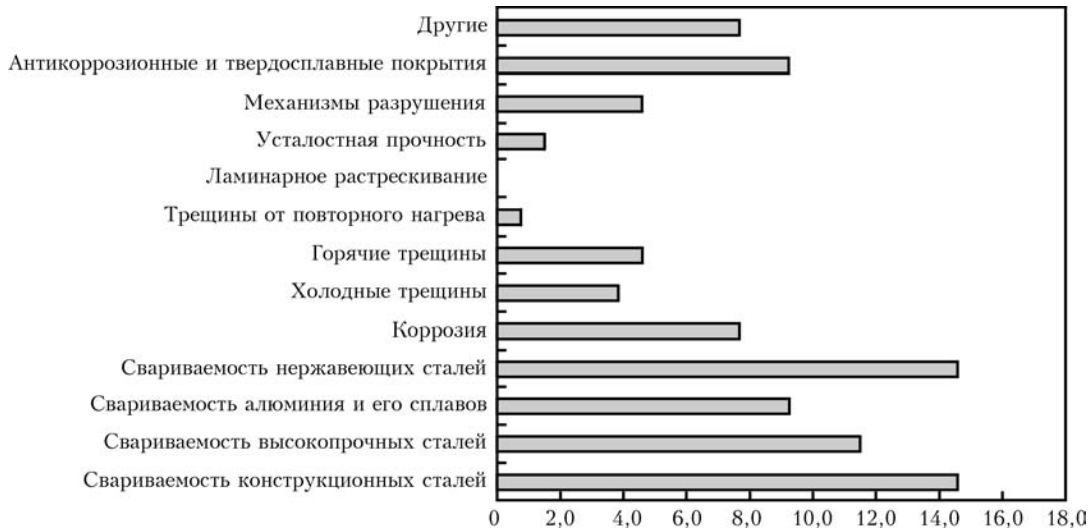


Рис. 7. Основные направления исследований (%) в области металлургии сварки, выполняемые исследовательскими группами в Бразилии, на основе ответов от групп, для которых сварка является основным направлением деятельности

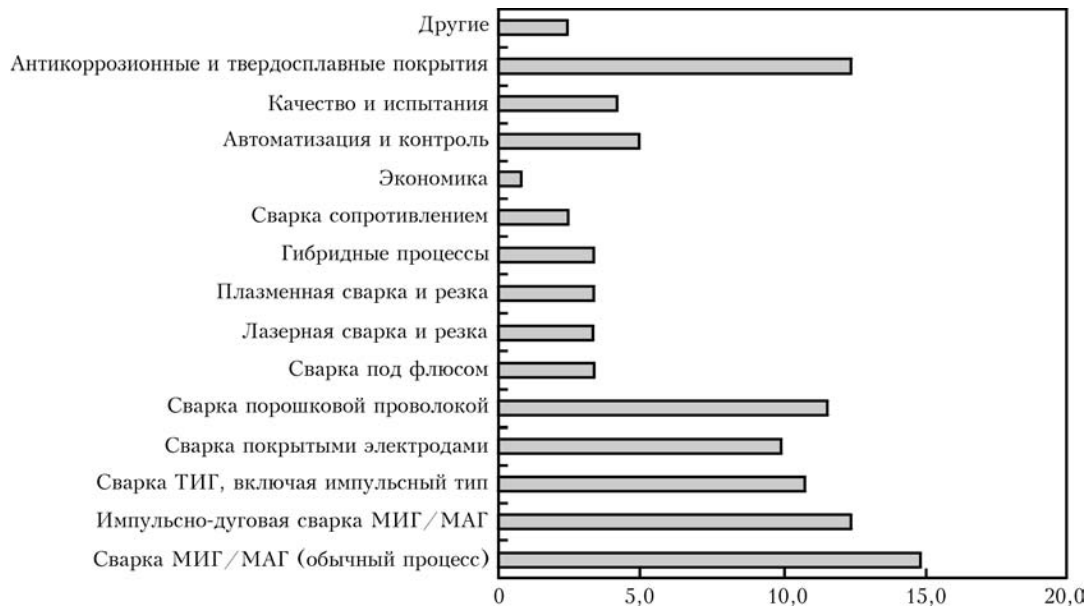


Рис. 8. Основные направления исследований (%) относительно процессов сварки, выполняемых исследовательскими группами в Бразилии, на основе ответов от групп, для которых сварка является основным направлением деятельности

няемых в этих центрах. Как видно из рис. 6, наибольшее количество исследователей занимается вопросами металлургии сварки (61,5 %). Сварочный процесс является основным объектом только приблизительно для 31 % исследователей. Выявлены также главные направления исследований в области металлургии сварки. Как видно из рис. 7, охвачены практически все направления, причем наибольшее внимание уделено свариваемости нержавеющей сталей. Наконец, подобный анализ был проведен и в отношении процессов сварки. Результаты, представленные на рис. 8, показывают, что наиболее часто главным объектом исследований являлась сварка МИГ/МАГ (как традиционная, так и импульсная). Совсем незначительное внимание уделяется более современным

процессам таким, как лазерная и плазменная сварка, а также гибридным процессам сварки.

Лаборатории сварки Федерального Университета города Уберландия. Этот исследовательский центр сварки называется «Laprosolda», что на португальском языке является акронимом полного названия «Лаборатории развития процессов сварки». Этот центр занимается процессами сварки (при этом металлургия рассматривается как инструмент для достижения требуемых результатов) и является подразделением факультета машиностроения Федерального Университета города Уберландия, университета средних размеров и достаточно нового (получившего федеральный статус в 1995 г.). Уберландия — это развивающийся город средних размеров (610 тыс. жите-



Рис. 9. Внешний вид лаборатории I (а), ее мастерская (б), компьютерный зал (в)

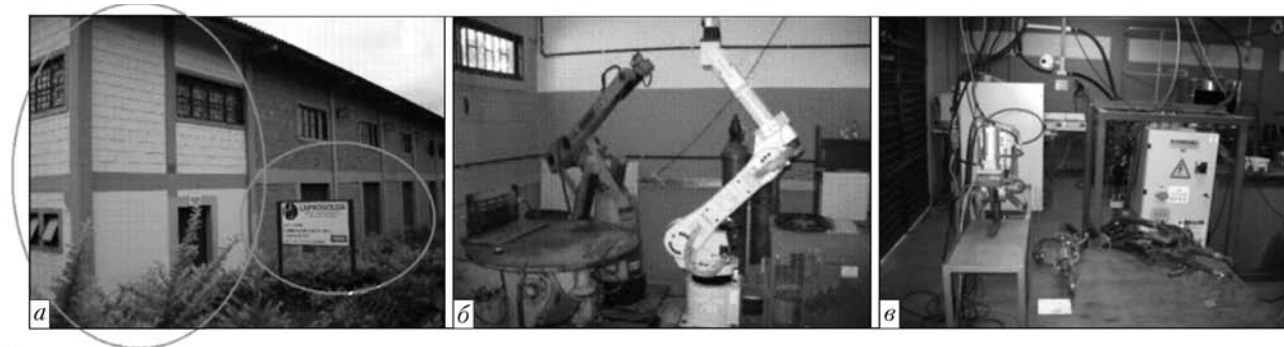


Рис. 10. Внешний вид лаборатории II (а), ее роботизированный участок (б) и машины контактной сварки — MF/DC и AC — постоянного и переменного тока (в)

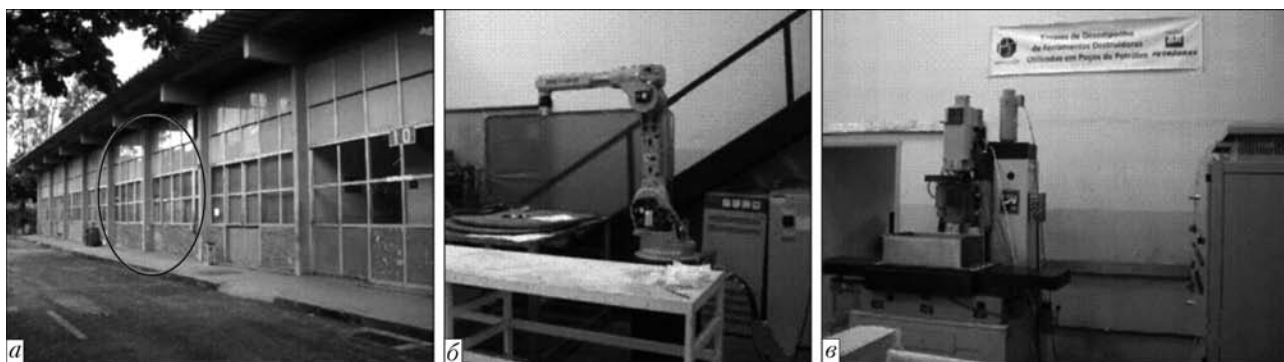


Рис. 11. Внешний вид лаборатории III (а), ее роботизированный участок (б) и установка для испытаний буров для нефтяных скважин (в)

лей), расположенный в центральной части Бразилии. Он находится в наиболее промышленно развитом регионе Бразилии (юго-восточном), в нем нет крупных предприятий металлургической и металлообрабатывающей промышленности (его экономика в основном базируется на агропромышленном секторе). Несмотря на это, курс машиностроения его федерального университета является одним из лучших в стране, а программа послевузовской подготовки по машиностроению этого университета — одна из шести лучших в официальном рейтинге.

Laprosolda была создана в январе 1992 г. с целью развития ноу-хау в Бразилии применительно к менее традиционным процессам сварки (импульсной дугой, импульсами двойной частоты, плазменной сварки, сварке двумя электродными

проводами, сварке с управляемыми короткими замыканиями, плазма-МИГ и др.). С тех пор центр успешно совершенствует свою структуру и лабораторное оборудование. Кроме того, была сформирована команда, которая занимается не только получением теоретических знаний, но и пытается помочь производству решать его проблемы. Связь с производством, стимулирование производителя на контакт с исследователями всегда являлись главным в деятельности центра.

Сегодня Laprosolda занимает 590 м² площади, распределенной по трем лабораториям. В лаборатории I (рис. 9) располагается мастерская, администрация, офисы сотрудников и студентов, склад, компьютерный зал и туалеты. В лаборатории II (рис. 10) находятся мастерская с роботизированным участком, две машины контактной

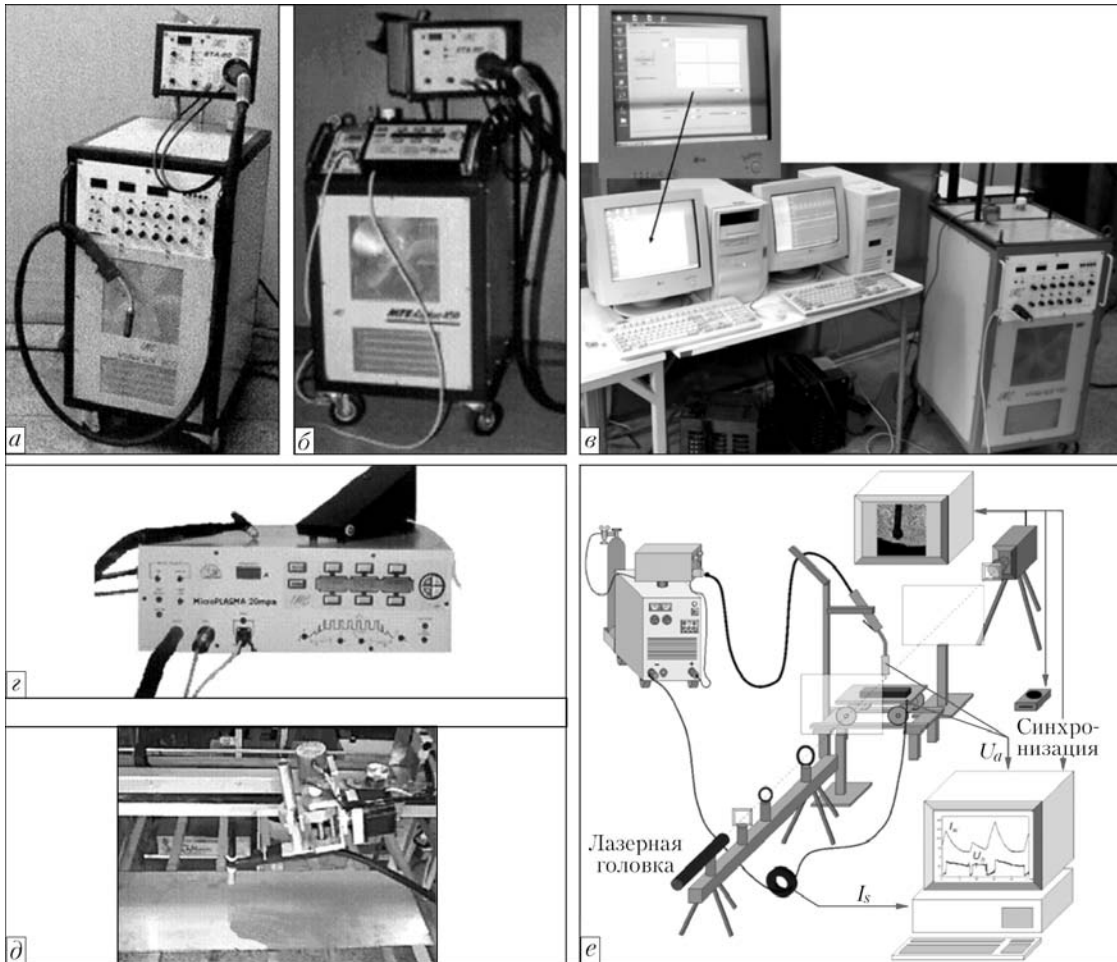


Рис. 12. Универсальные источники питания производства ИМС (Бразилия), управляемые компьютером (а, б); источник питания, управляемый компьютером с кривыми напряжения и тока, отображаемыми на мониторе, разработка бразильского университета UFSC (в); оборудование для микроплазменной сварки (г); осциллятор для трехкоординатного сварочного стенда, разработка центра (д); схема экспериментальной установки для (теневого) видеосъемки переноса металла (е)

сварки с системой полного управления (одна из них типа MF/DC), стол для плазменной и газокислородной резки, обычные аппараты для дуговой сварки (под флюсом, покрытыми электродами с механизированной подачей электрода, МАГ и т. д.), склад, установка орбитальной сварки МИГ (на стадии монтажа), офисы сотрудников, канцелярия, аудитории и туалеты. И, наконец, лаборатория Ш (рис. 11), в состав которой входит мастерская с роботизированным участком (20 кг), установка для испытаний буров для нефтяных скважин, участок механических испытаний (по Шарпи и универсальный на растяжение) и установка для испытаний износостойкости (резиновый ролик), участок для подготовки образцов для металлографических исследований, установка для исследований микроструктуры (оптическая микроскопия и оценка микротвердости), а также мастерская электроники. Среди постоянных сотрудников центра, занимающихся исследованиями, три исследователя/лектора со степенью доктора философии (профессор и два адъюнкта-профессора), инженер и техник. Для выполнения большинства иссле-

дований привлекаются студенты бакалаврского курса, а также магистратуры и докторантуры философии, которые выполняют исследования под руководством постоянных сотрудников центра. Кроме того, для выполнения ряда проектов для промышленности на определенное время приглашаются и другие исследователи. В настоящее время партнерами с промышленностью были «White Martins (Praxair)» — поставщик защитных газов для сварки, «Petrobras» — нефтяная компания, «Usiminas» — производитель стали, «Benteler» — изготовитель узлов для автомобилей, «Air Products do Brasil» — поставщик защитных газов для сварки и «Belgo Bekaert» — производитель сварочной проволоки.

Для проведения исследований в области сварки, кроме нескольких универсальных электронных источников питания, используют две действующие цифровые видеокамеры и системы лазерной подсветки, которые подключены через интерфейсы собственной разработки таким образом, чтобы работать синхронизированно с регистрацией четырех электрических сигналов. Эти

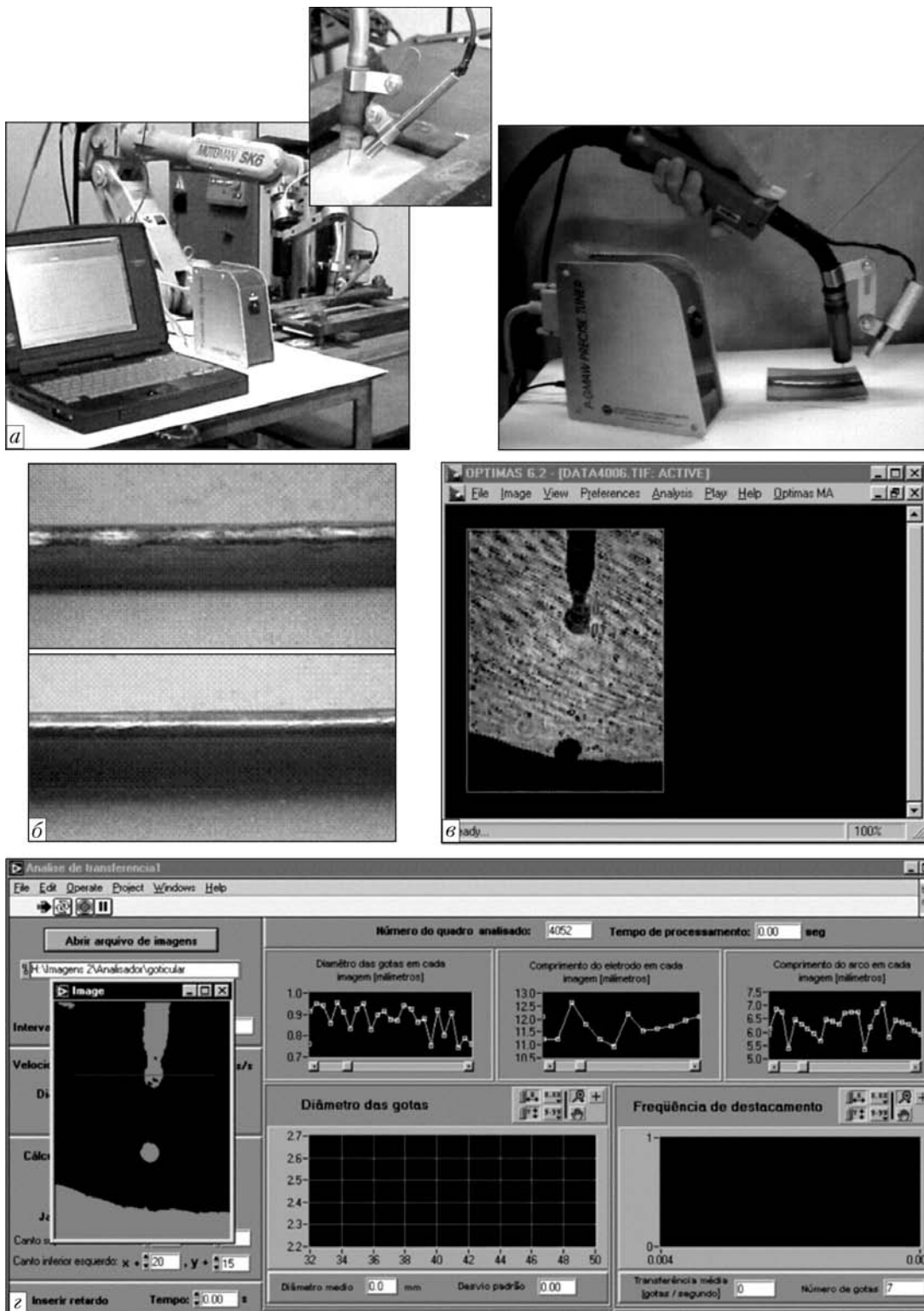


Рис. 13. Система контроля (ручная сварка) и управления (автоматическая сварка) для обеспечения режима переноса электродного металла — одна капля за импульс при импульсно-дуговой сварке МИГ/МАГ, разработано для «White Martins» (а); б — сверху шов, выполненный плазменной сваркой с использованием в качестве плазмообразующего газа аргона (скорость сварки — 600 мм/мин), внизу аналогичный шов, выполненный на таком же токе сварки с использованием газа Stargold Flash, разработанного для «White Martins», который обеспечивает лучшее формирование и более высокие скорости сварки (2200 мм/мин); в — программа для определения текущего положения капель, измерения их скорости и ускорения; г — программа для измерения размеров капель, частоты их переноса, а также длины дуги

камеры были основным инструментом для изучения переноса электродного металла, а также других явлений, например, таких, как процесс

формирования сварочной точки при контактной точечной сварке. Имеется также электронный источник питания с управлением от компьютера (ко-

торый позволяет создавать на экране монитора любую форму вольт-амперной характеристики, а затем задавать источнику питания ее воспроизвести), смеситель и анализатор газа, трехкоординатные сварочные столы, измеритель толщины гальванического и алюминиевого покрытия, спектрометр оптический эмиссии и т. д. (рис. 12).

Основными направлениями научных исследований являются: явление переноса электродного металла (динамическое и кинетическое воздействие на геометрию шва); гибридная сварка плазма-МИГ; сварка с управляемыми короткими замыканиями; сварка МИГ переменным током; сварка МИГ/МАГ двумя электродными проволоками; поведение газовой защиты, деформации и остаточные напряжения (с использованием программы Sysweld). Наиболее значимыми достижениями являются: система для контроля и управления переносом металла при импульсно-дуговой сварке МИГ, которая обеспечивает поддержание режима переноса одной капли за импульс тока; специальная газовая смесь для плазменной сварки плавлением; анализатор переноса металла (компьютерная программа для измерения размера и частоты капель, а также длины дуги по кадрам высокоскоростной видеосъемки); полностью укомплектованная установка для оценки стабильности сварки МИГ/МАГ (с контролем температуры и сопротивления контакта проволоки с наконечником, проталкивающего усилия, прикладываемого к проволоке, скорость проволоки у наконечнику бесконтактным датчиком, а также тока сварки и напряжения дуги); специальная газовая смесь для сварки МИГ/МАГ двумя электродными проволоками для использования с обычным (без импульсно-дугового режима) источника питания. Largosolda следует принципу: изучи явления так, чтобы результаты можно было применить на практике. Это проиллюстрировано на рис. 13.

Таким образом, в Бразилии имеется большой потенциал для увеличения объемов применения сварки. Однако для его реализации на практике необходимо интенсифицировать исследования в области технологии сварки (процессы и новые технологии), что также позволит бразильским

компаниям поддерживать технологический уровень в соответствии с требованиями глобального рынка.

Исследовательские центры, работающие в области технологии сварки, немногочисленны и сосредоточены в академических учреждениях. При этом наблюдается рост государственных инвестиций в исследования. Большинство из исследовательских центров заняты исследованиями в области металлургии. Однако большая часть из них еще не достигла зрелости, имеется небольшое количество исследовательских центров, способных развить и применять ноу-хау в области сварки, несмотря на то, что взаимодействие между университетами и промышленностью все еще находится в стадии становления, но с многообещающим будущим.

FICK, Jeff, Brazil 2007 crude steel production up 9.9% vs 2006, Dec. 4, 2007, Available in <<http://www.marketwatch.com/news/story/brazil-2007>, Accessed in: Jan., 23rd, 2008.

GLOBO.COM, Vendas de aco no pais devem crescer 10 % em 2008, Dec. 2007, Available: http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,MUL203870-9356,00.html, Accessed in: Jan., 23rd, 2008.

WIKIPEDIA, Steel production by country, 2006, Available: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_steel_production, Accessed in: Jan., 23rd, 2008

MOTA, Teresa Lenice Nogueira da Gama. Interacao universidade-empresa na sociedade do conhecimento: reflexoes e realidade. Ci. Inf., Jan., 1999, vol.28, no.1, p.79-86. Disponivel: <http://www.scielo.br>, Acessado em 26/Jan.2008.

CNPq, Investimentos do CNPq em CT&I - Apoio a projetos de pesquisa, 2007, Available: <http://fomentonacional.cnpq.br/dm-fomento/home/fmthome.jsp>, Accessed in: Jan., 23rd, 2008.

FAPEMIG, Relatorio de Atividades 2007/2006/2005/2004/2003, Available: <http://www.fapemig.br/desempenho.php>, Accessed in Jan. 24th, 2008.

ELIAS, Luiz Antonio Rodrigues, Desafios para a inovacao no Brasil, In: Inovacao Tecnologica para o Crescimento Industrial: Desafios e Perspectivas, Seminarios Valor Economico, 17 Nov, 2006, Sao Paulo, available: http://www.valoronline.com.br/seminarios/inovacao_tecnologica/001.htm, Accessed in Jan. 26th, 2008.

FIX, Richard & TUCK, Merrell, 2005 International Comparison Program Preliminary Global Report Compares Size of Economies, The International Comparison Program (ICP) of The World Bank, Press Release No:2008/156/DEC, available: <http://web.worldbank.org>, Accessed in Jan. 27th, 2008.

In this paper an overview of the research on welding capability and potentiality in Brazil is presented. Through a comparison with steel and shielding gas consumptions the potential for an increasing demand for research on welding is established. The capability and tradition on this matter is discussed. Statistics shows that the investment carried out on research is increasing faster than price inflation and welding product spending. It is described a survey of the number of Brazilian groups research and the main subjects under study, and is presented as an example the activities and infrastructure of one of the Brazilian groups.

Поступила в редакцию 22.02.2008