



УДК 621.791.001.12/.18

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ — ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА США

О. К. МАКОВЕЦКАЯ, канд. экон. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Приведены задачи и проблемы соединения материалов в промышленном производстве. Рассмотрена модель разработки и внедрения в производство технологических инноваций, предложенная Эдисоновским институтом сварки (США).

Ключевые слова: сварочное производство, наука, инновации, промышленный консорциум

Угроза потери лидерства в мировой экономике вызывает все большую озабоченность государственных и деловых кругов США. За последние годы страна утратила свои позиции в мировом рейтинге конкурентоспособности, переместившись с первого места в 2009 г. на пятое в 2011 г., а в 2010 г. США впервые уступили первое место по объему промышленного производства Китаю [1].

Сектор промышленного производства является краеугольным камнем экономики США. Его доля в ВВП страны составляет 11 %, а в общем объеме экспорта доля товаров промышленного производства превышает 60 %. В промышленности занято около 13,4 млн человек, что составляет почти 9 % всех занятых. Оплата труда в секторе промышленного производства выше на 20 %, чем в других непромышленных секторах экономики.

С 2008 г. кризис остается главной проблемой экономики США. Однако негативные тенденции в экономике страны проявились еще в 2001 г., тогда в течение года в секторе промышленного производства произошло сокращение более чем 2,5 млн рабочих мест. Эксперты отмечают следующие наиболее тревожные тенденции в секторе промышленного производства США:

— сокращение выпуска промышленной продукции. Доля промышленного сектора в ВВП страны за период 2000–2010 гг. сократилась с 17 до 11 %;

— сокращение количества рабочих мест. В период 2000–2010 гг. в промышленности было сокращено 37 % (6,5 млн) рабочих мест;

— сокращение объема внешней торговли (доля США на мировом рынке сократилась с 19 до 11 % (2000–2010 гг.), что привело к увеличению торгового дефицита;

— повышение цен на товары промышленного производства (увеличение затрат, связанных с бе-

зопасностью и охраной окружающей среды, налогообложением, оплатой труда, рекламацией и др. отразилось на цене готовой продукции, что стало одним из факторов снижения ее конкурентоспособности на мировом рынке);

— недостаток квалифицированных кадров. Только в отрасли сварочного производства недостаток квалифицированных сварщиков составляет 500 человек в год [2].

Технологии соединения материалов — неотъемлемая составляющая промышленного сектора экономики. Сварка и родственные ей технологии соединения тесно интегрированы в производственный процесс базовых отраслей промышленности и являются для них ключевыми альтернативными технологиями. Учитывая такое определяющее значение технологий соединения для экономики, Эдисоновский институт сварки (EWI) совместно с Американским сварочным обществом в 2010 г. инициировал широкомасштабное исследование состояния и возможных путей повышения конкурентоспособности промышленного производства, широко использующего соединение материалов. В рамках проекта «Будущее соединения материалов в Северной Америке» был проведен анкетный опрос товаропроизводителей шести ведущих отраслей промышленности, целью которого было определение основных проблем этих отраслей и их потребности в части технологий соединения материалов. Результаты исследования были рассмотрены в 2011 г. на итоговой конференции «Повышение конкурентоспособности промышленности: Будущее соединения материалов в Северной Америке», в работе которой приняли участие научные, правительственные и общественные организации, ведущие производители сварочной техники «Lincoln Electric», «Trumpf», «Miller Electric» и др. В итоговом документе были определены основные проблемы соединения материалов в промышленном производстве и задачи его развития на ближайшие пять лет.



Таблица 1. Проблемы и первоочередные задачи отрасли соединения материалов США на ближайшие пять лет (указаны четыре первых ранга по отраслям промышленности)

Проблемы и задачи	Ранг по отраслям промышленности					
	Автомобилестроение	Нефтегазовая промышленность	Военная промышленность	Аэрокосмическая промышленность	Тяжелое машиностроение	Энергетика
Дефицит квалифицированных инженеров и специалистов в области контроля качества соединений		1	4			
Дефицит квалифицированных рабочих-сварщиков и рабочих других профессий		3			1	
Рост конкуренции со стороны стран с низкой оплатой труда	3					
Увеличение затрат на разработку и внедрение новых процессов, продуктов, методов				2		2
Увеличение времени на оценку качества соединений					3	
Расширение применения новых материалов и их сочетаний	1	4	3	4	4	1
Внедрение новых технологических процессов			2	1		
Сокращение времени от разработки до внедрения технологий в производство			1	3		4
Создание on-line системы информирования о новейших технологиях и методах, обеспечение доступа к ним	2					3
Повышение требования к качеству выполнения соединений	4	2			2	

В современных условиях глобализации мировой экономики существует только один возможный путь повышения конкурентоспособности промышленности — это инновационное развитие, т. е. повышение уровня разработок, сокращение времени внедрения технических инноваций в производство, повышение уровня образования и квалификации кадров. Инновационное развитие экономики предполагает также высокий уровень взаимосвязи науки, производства и подготовки кадров. Как показал опрос предприятий шести ведущих отраслей промышленности США, проведенный EW1, проблемы, имеющиеся в отрасли соединения материалов, тесно связаны с решением именно этих задач. Результаты опроса приведены в табл. 1, 2 [3].

Согласно приведенным выше результатам исследования во всех отраслях промышленности в ближайшие годы будут увеличиваться объемы применения новых прогрессивных конструктивных материалов и их сочетаний (табл. 1). Это главная задача отрасли автомобилестроения и энергетика, она также входит в отмеченные первые четыре задачи других отраслей промышленности. Разработчики и изготовители все более заинтересованы в применении новых материалов, которые улучшают технические характеристики изделий и снижают их себестоимость. Например, необходимость снижения массы автомобиля привела к увеличению использования высокопрочных

сталей, алюминия, магниевых сплавов и композитов. Рост применения новых конструктивных материалов требует разработки новых технологий соединения (табл. 2). Это отмечают представители всех опрошенных отраслей промышленности, а для аэрокосмической и военной промышленности этот вопрос стоит наиболее остро. По оценке респондентов необходимо также сократить время цикла «НИР — внедрение новых разработок в промышленное производство», найти пути снижения затрат на разработку и внедрение инноваций, создать on-line системы информирования о новейших разработках в отрасли соединения материалов. В комплексе эти задачи отражают необходимость разработки стратегии развития технологий соединения (табл. 2).

Следующей по важности является задача обеспечения квалифицированными кадрами в области технологий соединения. По данным Бюро статистики США в период с 2002 по 2009 гг. количество рабочих и специалистов всех сварочных профессий сократилось с 1 076 498 до 968 037 человек, или на 10,08 %. В настоящее время дефицит сварщиков по долгосрочным контрактам составляет примерно 500 человек в год. Однако это количество может быть больше, так как владение профессиональными навыками сварщика требуется еще более чем в 25 профессиях. Согласно данным проведенного опроса, которые подтверждаются статистическими данными, в отраслях промыш-

Таблица 2. Необходимые промышленности технологии соединения материалов и другие виды работ (указаны четыре первых ранга по отраслям промышленности)

Требуемые технологии/вид работ	Ранг по отраслям промышленности					
	Автомобилестроение	Нефтегазовая промышленность	Военная промышленность	Аэрокосмическая промышленность	Тяжелое машиностроение	Энергетика
Разработка технологии соединения новых прогрессивных материалов	1	3	1	1	3	3
Увеличение количества и повышение уровня образования инженеров и конструкторов в области технологий соединения		2	2			1
Развитие процесса дуговой сварки (производительность, качество и др.)		1	3		1	
Разработка новых методов соединения разнородных материалов	2			2		2
Осуществление on-line доступа к базам данных технологий соединения материалов		4				
Разработка более чувствительных, точных, надежных методов неразрушающего контроля	3		4	4		
Разработка высокопроизводительных технологий сварки толстолистовых материалов					2	
Улучшение методов обучения сварщиков (сделать более совершенными, целевыми, дешевыми)					4	
Разработка стратегии развития новых процессов соединения						4
Усовершенствование технологии контактной сварки (качество, надежность и др.)	4					
Развитие аддитивных промышленных технологий				3		

ленности США существует дефицит квалифицированных рабочих-сварщиков, инженеров, а также других специалистов в области сварки и контроля качества. Так, в нефтегазовой промышленности недостаток квалифицированных инженеров и специалистов в области контроля качества соединений, а в тяжелом машиностроении основной проблемой является дефицит рабочих-сварщиков (см. табл. 1). Недостаток квалифицированного персонала тесно связан с совершенствованием системы подготовки кадров, разработкой и внедрением системы постоянного повышения квалификации для специалистов всех профессий [4].

Основным источником инноваций является НИОКР. По оценке американских экспертов общие затраты на финансирование исследований и разработок в мире в 2012 г. возрастут на 5,2 % и достигнут 1,4 трлн дол., из которых доля США составит 36 %, или 436 млрд дол. Промышленность финансирует 64 %, федеральное правительство — 29 %, при этом в промышленности выполняется 71 % всех проводимых в стране НИОКР. В табл. 3 приведены данные структуры распределения финансирования НИОКР в США по основным источникам финансирования и исполнителям.

Область исследований и разработок становится в США, как и во всем мире, все более открытой

для сотрудничества. Данные табл. 3 показывают существенное увеличение финансирования промышленностью как собственных исследований и разработок, так и фундаментальных исследований, проводимых академическими организациями в интересах промышленности. Федеральное правительство также инвестирует значительные средства в промышленные НИОКР и другие организации. По данным опроса «R&D Magazine» 80 % промышленных компаний финансируют проведение совместных исследований с академическими организациями и другими компаниями. При этом не только промышленность, но и федеральное правительство проявляет все большую заинтересованность в получении прибыли от инвестиций в исследования и разработки. Если несколько лет назад только 10 % компаний планировали и вычисляли прибыль от вложений в НИОКР, то сейчас уже более 50 % фирм считают этот показатель ключевым индикатором своей деятельности.

Принятый в 1980 г. закон Бэя-Доула (Bayh-Dole Act) создал основу новой государственной научно-технической политики США, направленной на повышение конкурентоспособности национальной экономики. Закон позволил передавать созданную на федеральные деньги интеллектуальную собственность таким нефедеральным испол-



нителям НИОКР, как университеты, частные фирмы и другие субъекты, а также разрешил эксклюзивное лицензирование изобретений, что является ключевым условием их коммерциализации. Этот и принятые позднее другие законы и постановления правительства, государственные программы США и стимулировали интеграцию фундаментальной и прикладной науки, усилили заинтересованность промышленности в выполнении фундаментальных исследований, активизировали проведение междисциплинарных исследований, изменили политику в отношении исследовательской инфраструктуры [5, 6].

Чтобы стимулировать проведение технологических НИОКР в области технологий соединения, усилить взаимосвязь научного и производственного сектора, значительно сократить время и расширить области внедрения инновационных продуктов EWI совместно с Институтом промышленности США создали модель разработки и внедрения в производство технологических инноваций в области технологий соединения и успешно апробировали ее на практике. В основе предложенной модели лежит идея создания новых организационных структур, которые бы способствовали более тесной интеграции всех участников инновационного процесса: от идеи до коммерциализации разработки и широкого внедрения инноваций в производство, а именно:

целевые промышленные консорциумы (Focused Industry Consortia);

центры разработки и внедрения промышленных технологий (Manufacturing Technology Application Centers).

Консорциум — временное объединение промышленных предприятий, заинтересованных в

создании новой прогрессивной технологии. Члены консорциума определяют основные технологические проблемы, которые требуют решения, формируют проектную программу и команду исполнителей. В качестве исполнителей для решения различных специфических задач консорциум может привлекать центры разработки и внедрения промышленных технологий, исследовательские лаборатории, коммерческие структуры и другие организации. Поддержку разработки инноваций до стадии коммерциализации осуществляет государство через государственные программы. Внедрение инноваций в производство предполагает широкое привлечение средств промышленных фондов и других источников. В табл. 4 показана схема взаимодействия консорциума и центров разработки и внедрения промышленных технологий. Эта схема демонстрирует одну из основных идей функционирования консорциума — возможность привлечения в ходе разработки инновации для решения определенных задач специализированных центров разработки и внедрения промышленных технологий, которые имеют высококвалифицированные кадры и необходимые материальные ресурсы.

Разработанная EWI модель консорциума призвана выявлять возникающие в отраслях промышленности потребности в новых технологиях соединения материалов, осуществлять разработку этих технологий и развивать программы партнерского сотрудничества по созданию и широкому внедрению новых технологий в производство. Примером реализации на практике этой модели являются созданные EWI в 2010 г. Консорциум аддитивных технологий и Консорциум технологий ядерной энергетики.

Т а б л и ц а 3. Структура распределения финансирования НИОКР в США по основным источникам финансирования в 2012 г., млн дол. (процент изменения к 2011 г.)

Источник финансирования	Исполнитель НИОКР					
	Федеральное правительство	Правительственные фонды, центры, национальные лаборатории	Промышленность	Национальный научный фонд и другие академические организации	Бесприбыльные организации	Всего
Федеральное правительство	29 152 (-2,5)	14 666 (-3,69)	37 577 (-2,42)	37 440 (0,93)	6 817 (-2,29)	125 652 (-1,61)
Промышленность	—	202 (2,20)	237 487 (3,37)	3 868 (26,49)	2 129 (8,89)	279 685 (3,75)
Национальный научный фонд и другие академические организации	—	—	—	12 318 (2,85)	—	12 318 (2,85)
Другие правительственные организации	—	—	—	3 817 (2,72)	—	3 817 (2,72)
Бесприбыльные организации	—	—	—	3 491 (2,70)	11,055 (2,70)	14 546 (2,70)
Всего	29 152 (-2,51)	14 868 (-2,36)	311 063 (2,63)	60 934 (2,85)	20 001 (1,55)	436 018 (2,07)

Таблица 4. Схема взаимодействия целевых промышленных консорциумов и центров разработки и внедрения промышленных технологий

Целевые промышленные консорциумы	Центры разработки и внедрения промышленных технологий							
	Автоматизация	Литье	Сборка электроники	Штамповка	Контроль	Соединение	Аддитивные технологии	Обработка
Производство металла для авиастроения с использованием аддитивных технологий	×				×	×	×	×
Снижение массы автомобиля		×		×	×	×	×	
Высокоскоростная сборка батарей	×		×		×	×		
Экологически чистое производство электроники	×		×			×		
Производство оборудования для атомных электростанций		×			×	×	×	×
Автоматизация процесса производства оборудования для тяжелого машиностроения	×				×	×	×	×

Например, Консорциум аддитивных технологий объединил усилия крупных корпораций аэрокосмической отрасли США — клиентов EWI и другие частные, общественные и государственные организации, заинтересованные в разработке и широком внедрении в производство передовых аддитивных технологий. Всего консорциум объединил 24 промышленных членов и партнеров по проведению исследований. Промышленные члены консорциума — это фирмы-производители и потребители, а исследовательские партнеры — пять университетов и такие организации, как «Army», «Air Force», «Navy», «NIST», «NASA». Разработку и внедрение данной модели поддержало государство. Штат Огайо выделил на реализацию данного проекта многомиллионный грант.

Если консорциумы призваны решать стратегические и организационные задачи по разработке создания новой технологии, то центры разработки и внедрения промышленных технологий являются основными исполнителями данного проекта. Эти организации должны быть признанными лидерами мирового класса в своей области, оснащенными новейшим оборудованием и имеющими высококвалифицированный персонал. Примером такого центра в области соединения материалов является EWI. В своей работе он тесно сотрудничает с исследовательскими университетами и промышленным сектором, что позволяет осуществлять инновационные разработки и успешно внедрять их в производство. С 1984 г. институт имеет постоянную государственную поддержку по программе Ohio Edison Program. Постоянное развитие, эффективность работы и высокая степень возврата инвестиций привлекает частных инвесторов. В

2010 г. объем частных инвестиций в разработки EWI в 20 раз превысил объем государственного финансирования [7].

Предложенная EWI инновационная модель разработки и внедрения технологий была одобрена правительством США. Национальный институт стандартов и технологий при Министерстве торговли на ее основе принял в 2011 г. новую государственную программу поддержки развития технологических инноваций в США «Advanced Manufacturing Technology Consortia (AMTech)». Бюджет данной программы на 2012 г. составил 12 млн дол. Он предусматривает поддержку развития таких инновационных направлений, как робототехника, наноматериалы, новые прогрессивные материалы, новые прогрессивные технологии производства. Всего на поддержку инновационных программ государство в 2012 г. выделило 75 млн дол. [8].

1. *Butcher K.* US competitiveness ranking continues to fall; Emerging markets are closing the gap //www.weforum.org
2. *Strengthening manufacturing competitiveness: report from the 2010 conference on the future of materials joining in North America.* — Febr. 2, 2011//EWI. — www.ewi.org
3. *Conrardy C.* Materials joining and technology //www.weldingandgasestoday.org
4. *State of the welding industry report: executive summary* //Weld-Ed.-www.weld-ed.org
5. *2012 Global R&D Funding Forecast*//Battelle. The Business of Innovation. — www.battelle.org
6. *Дежнина И.* Поддержка фундаментальной науки в США: уроки для России? // Бытие науки. — 2011. — № 94. — С. 6–7.
7. *Revitalizing american's manufacturing innovation infrastructure.* Response to the NIST AMTech Request for Information// EWI. — www.ewi.org
8. *President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership* //www.nist.go.

Tasks and problems of the materials joining technology are presented. The model suggested by the Edison Welding Institute (USA) for development and commercial application of technological innovations is considered.

Поступила в редакцию 03.09.2012