

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР В КИЕВЕ

13–14 апреля 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона состоялся международный научно-практический семинар «Применение контактной стыковой сварки оплавлением и комбинированной контактно-дуговой сварки труб большого диаметра». Его цель — обсуждение результатов сотрудничества ИЭС им. Е. О. Патона (Украина), фирмы «KZU Group Engineering Ltd.» (Болгария), ЗАО «Псковэлектросвар», ОАО «Газпром», МГТУ им. Н. Э. Баумана (Россия) при содействии ученых из Гентского университета (Бельгия). Информационным партнером семинара выступил журнал «Автоматическая сварка».

В работе семинара приняли участие около 20 специалистов по сварке, неразрушающему контролю, материаловедению, проектированию и расчету сварных конструкций. Семинар проходил в формате презентаций и последующего обмена мнениями участников по каждому из представленных докладов.

Открывая семинар, академик НАН Украины С. И. Кучук-Яценко отметил, что в последнее десятилетие наблюдается интенсивное строительство трубопроводов нового поколения, рассчитанных на повышенные давления. В них используются толстостенные трубы, изготовленные из высокопрочных сталей. При сооружении таких трубопроводов значительно повышаются требования к качеству сварных соединений, а также трудоемкость работ. В этой связи совершенствование и разработка новых технологий автоматической сварки неповоротных стыков трубопроводов представляется весьма актуальной задачей. Успешный опыт использования контактной стыковой сварки при сооружении магистральных трубопроводов в 80-х годах прош-

лого века свидетельствует об огромном потенциале этого метода сварки, который в последние полтора–два десятилетия использовался недостаточно.

Конференция включала обсуждение докладов по трем направлениям: «Технология и оборудование контактной стыковой сварки оплавлением», «Методы неразрушающего контроля сварных соединений трубопроводов», «Современные подходы к оценке механических свойств кольцевых соединений трубопроводов».

Оживленные дискуссии состоялись практически по всем представленным докладам, что свидетельствует о значительном интересе участников семинара к научным и практическим проблемам применения контактной стыковой сварки при сооружении современных трубопроводных систем.

Увеличение рабочих давлений в трубопроводах большого диаметра, применение новых высокопрочных марок сталей потребовали повышения эксплуатационных характеристик сварных соединений, разработки новых технологических подходов и создания нового поколения оборудования для сварки труб.

Вопросам совершенствования технологии контактной стыковой сварки толстостенных труб был посвящен доклад н. с. ИЭС им. Патона Ю. В. Швеца. На основе анализа результатов испытаний более 1000 сварных образцов показано, что применение разработанных режимов контактной сварки и последующей локальной индукционной термообработки обеспечивают получение качественных сварных соединений труб большого диаметра. Механические свойства сварных соединений, в том числе показатели ударной вязкости при низких температурах, соответствуют требованиям американского стандарта API 1104, норвежского стандарта DNV OS F101 и российского стандарта СТО Газпром 2-2.2-358-2009.

Вопросы создания принципиально нового оборудования для контактной стыковой сварки магистральных газо- и нефтепроводов (в том числе морских газопроводов) были освещены в докладе специалистов ЗАО «Псковэлектросвар» В. И. Хоменко и Д. М. Гудкина. Отмечено, что в настоящее время заводом с участием Института электросварки им. Е. О. Патона, ОАО «Газпром», «Газпром ВНИИГАЗа», МГТУ им. Н. Э. Баумана решаются вопросы как модернизации ранее выпускаемых установок для контактной сварки, так и создания принципиально новых комплексов для сварки, термической обработки и неразрушающего контроля качества свар-



Рабочий фрагмент семинара



ных соединений. За последние годы выполнен большой объем работ, позволивший спроектировать базовые модели нового поколения сварочного и вспомогательного оборудования для контактной стыковой сварки труб большого диаметра. Результаты одной из разработок завода были представлены в виде демонстрации видеофильма о работе нового комплекса для сварки труб диаметром 1220 мм.

В докладе директора ИЦ «Сварка давлением» В. Г. Кривенко были представлены данные о создании мобильных трубосварочных комплексов, позволяющих выполнять весь комплекс сварочных и вспомогательных операций в полустационарных и полевых условиях. Подобные комплексы для контактной сварки рельсов многие годы успешно функционируют в различных странах мира. Были представлены особенности новых комплексов для сварки труб малого и среднего диаметров, укомплектованные сварочными машинами нового поколения. Эти машины отличаются использованием современных электро- и гидроприводов, компьютеризированных систем управления и контроля режима сварки.

Оживленные дискуссии участников семинара вызвали доклады ученых ИЭС им. Е. О. Патона В. И. Кирьяна и Ю. В. Швеца, посвященные исследованиям свойств ударной вязкости основного металла современных трубных сталей и соединений, выполненных контактной сваркой. Известно, что современные трубные стали имеют выраженную механическую, структурную и химическую неоднородность и различные показатели ударной вязкости при испытании основного материала в различных направлениях (вдоль и поперек направления проката). На основе анализа значительного объема экспериментальных данных показано, что оценка ударной вязкости сварных соединений по методике с острым надрезом неадекватно оценивает эксплуатационную надежность сварных соединений.

Были представлены результаты исследований по оценке ударной вязкости сварных соединений, выполненных контактной сваркой, в том числе с применением принципиально новой методики «трех надрезов» (3V). Эта методика по сравнению со стандартной методикой по Шарпи дает возможность более точно оценить ударную вязкость сварных соединений с резко выраженной механической неоднородностью. Участники семинара поддержали мнение о необходимости активизировать работы по подготовке стандарта, регламентирующего применение методики 3V по оценке вязкопластических свойств сварных соединений, выполненных контактной сваркой.

Результаты работ по исследованию комбинированной сварки трубопроводов были представлены в докладе Б. И. Казымова (ИЭС им. Е. О. Патона). Известно, что проблема выполнения корневого шва

при дуговой сварке неповоротных стыков труб традиционно является серьезной технической проблемой. Идея комбинированной сварки заключается в использовании контактной стыковой сварки для получения соединения внутренней части сечения труб с последующим заполнением разделки дуговой сваркой. В представленном докладе показано, что при сооружении трубопроводов с толщиной стенки более 20 мм применение этой технологии весьма перспективно.

Результаты совместных исследований ИЭС им. Патона и ЗАО «Псковэлектросвар» свидетельствуют о высоких механических свойствах комбинированных соединений. Комплекс показателей механических свойств комбинированных сварных соединений отвечает требованиям как международных (API 1104), так и российских нормативных документов. Для уточнения области применения технологии комбинированной контактно-дуговой сварки (для сталей различных классов прочности и технологий производства) целесообразно продолжить исследования по оценке качества сварных соединений, выполненных комбинированной сваркой совместно с Гентским университетом и ОАО «Газпром ВНИИГАЗ».

С большим интересом участники семинара восприняли мнение специалиста Гентского университета д-ра Руди Дениса по всем обсуждаемым вопросам. Основная идея презентации д-ра Р. Дениса состояла в необходимости комплексного подхода к обеспечению надежности сварных соединений трубопроводов, включающего необходимость учета специфических показателей механических свойств современных трубных сталей, показателей прочности, пластичности, вязкости металла в зоне сварного соединения, а также и уровня остаточных сварочных напряжений.

Вопросы неразрушающего контроля сварных соединений трубопроводов рассмотрены в докладах М. В. Григорьева (МГТУ им. Н. Э. Баумана) и И. В. Зяхора (ИЭС им. Е. О. Патона). Исследования возможности обнаружения и идентификации



В совместных усилиях — залог успеха сотрудничества

различных видов дефектов в соединениях, выполненных контактной и комбинированной сваркой показали, что методы ультразвукового контроля обеспечивают выявление всех недопустимых дефектов контактной сварки. Целесообразность применения для этих целей автоматизированного ультразвукового контроля (УЗК) подтверждена исследованиями и разработками МГТУ им. Н. Э. Баумана. В настоящее время создано оборудование для автоматизированного УЗК, отвечающее требованиям нормативных документов ОАО «Газпром». Предложено инициировать работу по разработке специального документа — руководства по автоматизированному ультразвуковому контролю сварных соединений, выполненных контактной сваркой.

Подводя итоги работы семинара, академик НАН Украины С. И. Кучук-Яценко отметил, что опыт длительной эксплуатации в условиях Крайнего севера России сварных соединений труб, выполненных контактной стыковой сваркой оплавлением в 80-е годы прошлого века показывает, что этот метод сварки обеспечивает высокую надежность

кольцевых соединений труб различного диаметра из сталей класса прочности X50-X70. Реализация потенциала контактной сварки при сооружении новых трубопроводных систем зависит от совместных усилий ученых, конструкторов, производителей и несомненно этот потенциал будет реализован в ближайшие годы.

Подводя итоги, участники семинара отметили его актуальность и полезность для дальнейшего развития сварочной науки, подходов к оценке эксплуатационных свойств соединений, совершенствования сварочных технологий и оборудования, а также технологий послесварочной обработки стыков и методик неразрушающего контроля качества сварных соединений. В итоговом документе семинара — Меморандуме по применению стыковой контактной сварки оплавлением и комбинированной контактно-дуговой сварки труб большого диаметра — определены первоочередные задачи, требующие приложения совместных усилий организаций-участников семинара.

И. В. Зяхор, канд. техн. наук

Э. Ф. ГАРФУ — 70



В мае исполнилось 70 лет доктору технических наук, главному научному сотруднику отдела новых конструктивных форм сварных сооружений и конструкций, лауреату Государственной премии Украины, Премии им. академика М. С. Будникова Академии строительства Украины, известному ученому в области прочности

материалов и конструкций Эдуарду Феофиловичу Гарфу.

После окончания факультета промышленного и гражданского строительства Киевского инженерно-строительного института в 1962 г. он был принят на работу в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. Вся творческая, трудовая и научная деятельность Э. Ф. Гарфа неразрывно связана с институтом. Здесь он прошел творческий путь от молодого специалиста до заведующего отделом новых конструктивных форм сварных сооружений и конструкций, который возглавлял в течение многих лет.

За время работы в институте приоритетными в научной деятельности Э. Ф. Гарфа были исследования прочности и долговечности сварных конструкций и разработка методов расчета сварных соединений в металлоконструкциях из труб. Особое внимание он уделял исследованиям прочности уз-

ловых соединений в решетчатых конструкциях из элементов полого сечения.

В 1970 г. Э. Ф. Гарф защитил кандидатскую диссертацию, а в 1987 г. — докторскую.

Им разработаны аналитические методы расчета напряженно-деформированного состояния элементарных узлов, которые в сочетании с экспериментальными исследованиями позволяют получить оценку несущей способности для более сложных соединений. Разработан метод оценки прочности трубчатых узлов, учитывающий реальные условия нагружения. Все эти разработки использовались при проектировании глубоководных оснований для добычи нефти и газа.

Выполненные Э. Ф. Гарфом исследования стержневых конструкций с использованием прямоугольных и квадратных сварных гнутых профилей стали научной базой для создания высокоэкономичных ферм для промышленных сооружений и методики расчета прочности узловых соединений при статической нагрузке. В последние годы Э. Ф. Гарф занимается исследованием прочности сварных конструкций, которые длительное время находятся в эксплуатации и исчерпали свой плановый ресурс, оценкой влияния эксплуатационных повреждений конструкций на их остаточный ресурс. Результаты этих исследований направлены на продление срока эксплуатации ответственных сварных конструкций, обеспечению необходимого уровня надежности. Э. Ф. Гарф является активным участ-