

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ И МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ — ВАЖНЫЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ МЕТАЛЛА БОЛЬШОЙ ТОЛЩИНЫ

С. Н. ЛИТВИНЕНКО¹, К. П. ШАПОВАЛОВ¹, И. С. САВЧЕНКО¹, С. Н. КОСИНОВ¹,
К. А. ЮЩЕНКО², И. И. ЛЫЧКО², С. М. КОЗУЛИН²

¹ПАО «Новокраматорский магнитостроительный завод». 84305, Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Орджоникидзе, 4.

E-mail: shapovalov@nkmz.donetsk.ua

²ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

На ПАО «НКМЗ» успешно эксплуатируется уникальная по своим техническим возможностям установка для ЭШС крупногабаритных деталей, позволяющая производить сварно-литые, прокатно-сварные и сварно-кованные стальные заготовки сечением стыка до 5000×6000 мм, весом более 100 т. Требуемое качество металлу сварного соединения обеспечивают благодаря строгой выдержке заданных параметров режима сварки на весь период выполнения шва без вынужденных остановок сварочного процесса. Это достигается высокой надежностью работы электрической схемы управления и приводов исполнительных органов установки, а также применением метода дублирования подачи в зону сварки электродных проволок. Установление выбранных параметров режима, управление и визуальный контроль процесса сварки осуществляют с двух центральных пультов, а также с помощью автоматизированной системы мониторинга режимов сварки. Система контроля представляет собой многофункциональный комплекс, в котором контроль параметров технологического процесса (сбор и обработка информации) осуществляется контроллером SIMATIC S7-300, а отображение параметров, регистрация и протоколирование накапливаемой информации — промышленным компьютером в панельном исполнении PC 670 и текстовыми панелями оператора OP 7. Программное обеспечение системы управления разработано с использованием пакета программ WinCC V5.1 фирмы «Siemens» и работает под управлением операционной системы Microsoft Windows. Библиогр. 3, рис. 6.

Ключевые слова: специализированная установка для сварки металла больших толщин, электрошлаковая сварка плавящимся мундштуком, системы управления, мониторинг режима сварки, дублирование подачи электродных проволок, надежность выполнения электрошлакового процесса

ПАО «НКМЗ» является ведущим лидером производства крупногабаритных стальных металлоконструкций агрегатов тяжелого машиностроения с применением электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком (ЭШС ПМ).

Новый этап в развитии техники и технологии ЭШС ПМ начался в 2002 г., когда на заводе была создана и пущена в эксплуатацию новая, уникальная по своим техническим возможностям, установка для ЭШС крупногабаритных деталей большой толщины [1], не имеющая аналогов в мировой практике сварочного производства. На ней можно производить сварно-литые, прокатно-сварные и сварно-кованные стальные заготовки сечением стыка до 5000×6000 мм, весом более 100 т. Она позволяет также выполнять ЭШС двух стыков сечением до 2000×6000 мм одновременно.

При сварке изделий со стыками больших размеров вынужденные остановки ЭШС, как правило, ведут к образованию в шве практически неисправимых дефектов, что ведет к большим материальным потерям и снижает эффективность

технологического сварочного процесса. Надежность ведения процесса ЭШС обеспечивается строгой выдержкой заданных параметров режима сварки на весь период выполнения шва без вынужденных остановок сварочного процесса на время, превышающее 1,5...3,0 мин [2].

Сварочное оборудование установки обеспечивает высокую надежность ведения процесса ЭШС ПМ с получением гарантированного качества электрошлаковых соединений, в первую очередь, за счет надежности электрической схемы управления и приводов исполнительных органов установки, а также применения метода дублирования подачи в зону сварки электродных проволок [3]. Дублирование осуществляют по схеме «36 рабочих + 36 резервных». Причем, рабочие и дублирующие проволоки подаются от независимых приводов. Суммарное количество одновременной подачи проволок может достигать 72 шт.

Сварочное оборудование установки включает два, независимых друг от друга, блока (левый и правый). Каждый блок укомплектован двенад-

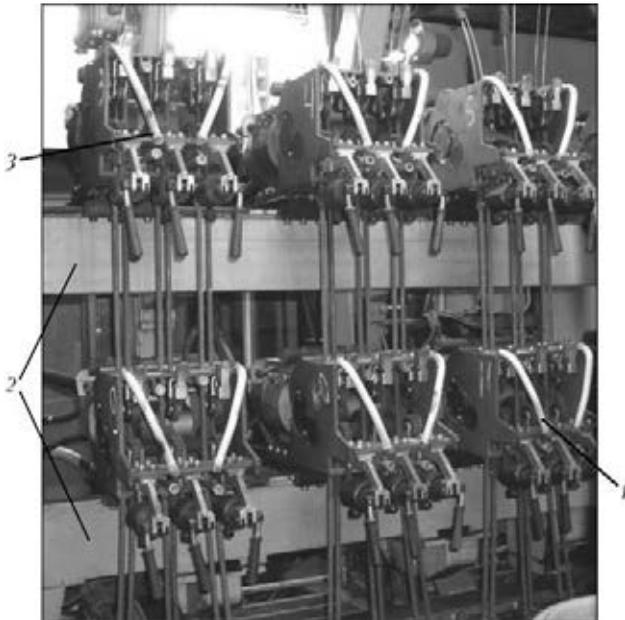


Рис. 1. Внешний вид сварочных аппаратов АШ-110, собранных в блоки: 1, 3 — рабочие и дублирующие сварочные аппараты соответственно; 2 — траверсы для крепления аппаратов

цатью трехэлектродными сварочными аппаратами АШ-110, собранными на траверсах таким образом (рис. 1), чтобы обеспечивать дублирование подачи сварочных проволок в направляющих каналах плавящихся мундштуков (рис. 2). Питание осуществляется от четырех источников питания типа ТШС 3000/3 (А-481 Е), подключенных параллельно (к каждому блоку по два). Установление выбранных параметров режима, управление и визуальный контроль процесса сварки осуществляются с помощью двух центральных пультов, а также автоматизированной системы мониторинга режимов сварки, размещенных в центральной кабине (рис. 3).

Для выполнения подготовительных и наладочных работ (перед сваркой и после) используют локальные пульты управления, расположенные по месту выполнения тех или иных подготовительных операций. Электрические системы управления и приводы всех элементов установки смонтированы в шкафах управления, размещенных на ее портале.



Рис. 2. Схема плавящихся мундштуков с каналами для подачи проволоки (вариант на одну фазу): 1, 2 — каналы для перемещения сварочных проволок рабочих и дублирующих соответственно; 3 — пластины плавящегося мундштука



Рис. 3. Центральная кабина управления агрегатами установки: 1, 2 — соответственно пульты управления правым и левым блоком; 3 — промышленный компьютер PC670 системы мониторинга режимов сварки; 4 — сигнальные лампочки контроля движения сварочных проволок

Производственный опыт свидетельствует, что надежность ведения процесса ЭШС обеспечивается в основном исключением вынужденных перерывов подачи электродных проволок в зону сварки. Процесс ЭШС начинается (преимущественно с «жидкого старта») подачей рабочих проволок, а дублирующие находятся в режиме «ожидания», который характеризуется скоростью подачи, равной нулю, или так называемой ползучей скоростью, составляющей 10...20 % рабочей. В случае вынужденной остановки рабочей проволоки система управления автоматически включает подачу соответствующего дублирующего аппарата, выключает вышедший из строя аппарат и одновременно сигнализирует в центральную кабину о происшедшей остановке световой индикацией, а также звуком. Затем сварщики-операторы определяют причину остановки и устраняют возникшую неисправность. После устранения неисправности руководителем работ из центральной кабины принимается решение о замене дублиру-

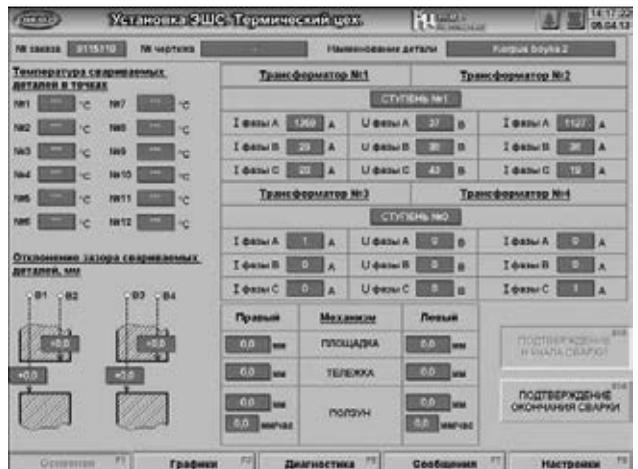


Рис. 4. Внешний вид главного окна системы контроля и мониторинга

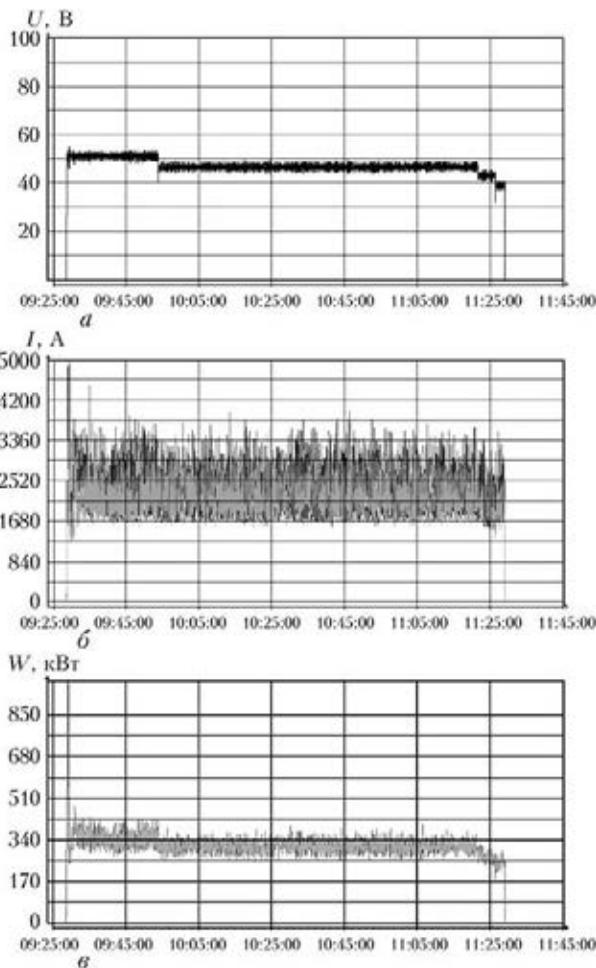


Рис. 5. Внешний вид общей графической информации, полученной в системе мониторинга: *а* — напряжение сварки; *б* — сварочный ток; *в* — электрическая мощность сварки

ющего аппарата на восстановленный рабочий или о продолжении работы дублирующего. В этом случае восстановленный аппарат становится дублирующим и может быть использован при остановке движения проволок на уже работающем аппарате.

Автоматизированная компьютерная система обеспечивает непрерывный, объективный контроль и мониторинг основных параметров режима, а также термомодеформационного цикла сварки. Система контроля представляет собой многофункциональный комплекс, в котором контроль параметров технологического процесса (сбор и обработка информации) осуществляется контроллером SIMATIC S7-300, а отображение параметров, регистрация и протоколирование накапливаемой информации осуществляется промышленным компьютером в панельном исполнении PC 670 и текстовыми панелями оператора OP 7. Программное обеспечение системы управления разработано с использованием пакета программ WinCC V5.1 фирмы «Siemens» и работает под управлением операционной системы Microsoft Windows.

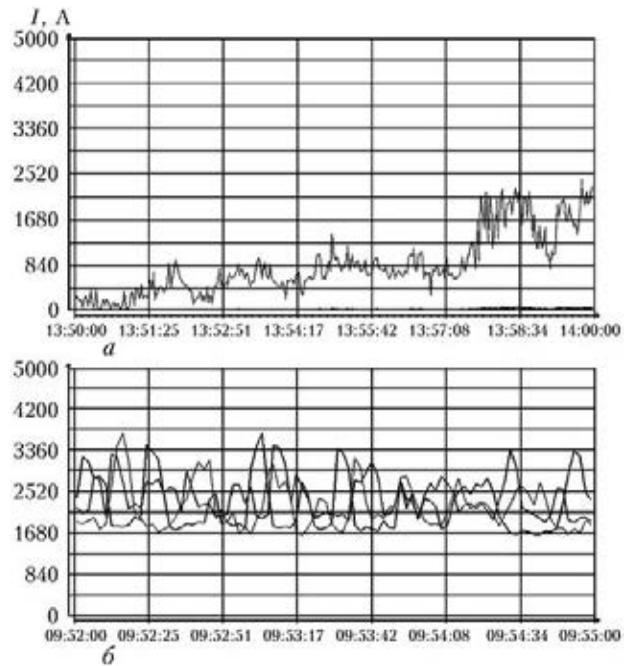


Рис. 6. Осциллограммы сварочного тока для: *а* — однофазной схемы плавящегося мундштука на участке шва через 50 мин от начала сварки ($v_{\text{пп}} = 115$ м/ч); *б* — трехфазной схемы плавящихся мундштуков через 32 мин от начала сварки ($v_{\text{пп}} = 150$ м/ч)

Внешний вид главного окна системы контроля и мониторинга показан на рис. 4.

Система контроля и мониторинга позволяет регистрировать в режиме реального времени такие важные параметры процесса сварки, как напряжение сварки, сварочный ток, выделяемую электрическую мощность, скорость подачи электродных проволок (рис. 5), скорость сварки, температуру нагрева свариваемых кромок и др.

Необходимая технологическая информация снимается со специализированных датчиков и другого электрооборудования непосредственно по месту. Сигналы от датчиков обрабатываются контроллером, который по определенному алгоритму преобразует входные данные в соответствующие технологические параметры процесса.

Все электрические параметры процесса (напряжение сварки, сварочный ток, электрическую мощность, скорость подачи сварочной проволоки) можно наблюдать непосредственно во время проведения сварки с разделением по привязке к силовой сварочной цепи установки. Например, можно отображать показания напряжения или сварочного тока отдельно на каждой фазе для каждого источника питания или в связке с другими показаниями, а скорость подачи проволоки на каждом аппарате. Текущие значения указанных параметров руководитель работ может корректировать на центральных пультах управления.

Осциллограммы записей параметров режима являются объективными характеристиками процесса сварки, которые подтверждают качество вы-



полненного процесса (его соответствие назначенному режиму сварки) и способствуют укреплению технологической дисциплины среди сварщиков. Расшифровка записей конкретного случая (во временных координатах) может помочь разобраться при необходимости в причинах образования дефекта в шве или для оценки режимов в интересное время сварки (рис. 6).

Важно отметить, что анализ полученных записей осциллограмм может быть полезным также при отработке режимов и техники сварки для новых технологических процессов ЭШС ПМ металла больших толщин новых изделий.

В заключение можно отметить, что высокая надежность работы исполнительных органов установки для изготовления крупногабаритных металлоконструкций ЭШС ПМ в сочетании с

применением метода дублирования подачи электродных проволок в зону сварки, а также обязательное ведение контроля и автоматического мониторинга режимов сварки обеспечивают эффективное гарантированное получение сварных соединений металла больших сечений требуемого качества.

1. *Новая установка для электрошлаковой сварки крупных элементов на АО «Ново-Краматорский машиностроительный завод» / А. В. Невидомский, С. Г. Красильников, А. Д. Панин и др. // Автомат. сварка. — 2002. — № 2. — С. 50–52.*
2. *Волошкевич Г. З., Суцук-Слюсаренко И. И., Лычко И. И. Повышение надежности электрошлакового процесса при сварке протяженных швов // Там же. — 1965. — № 6. — С. 50–53.*
3. *Электрошлаковая сварка титановых сплавов / Я. Ю. Компан, В. Ф. Грабин, М. А. Абралов и др. — Ташкент: Фан, 1975. — 84 с.*

Поступила в редакцию 10.07.2013

Одиннадцатая международная научно-техническая конференция

«НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ: Порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка»

28–30 мая 2014

г. Минск, Беларусь

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в Одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка», которая состоится 28–30 мая 2014 г. в Минске на базе Института порошковой металлургии (Минск, ул. Платонова, 41, 2-й этаж, зал заседаний).

Планируется издание сборника материалов докладов (до 3-х страниц с иллюстрациями) к началу проведения конференции.

Секции конференции:

1. Металлические порошковые материалы. Композиционные порошковые материалы: триботехнические, электротехнические, пористые и специальные. Технологии и моделирование процессов их получения и применения.
2. Наноматериалы и нанотехнологии. Сверхтвердые и керамические материалы.
3. Инженерия поверхности. Защитные покрытия: материалы, технология и оборудование для нанесения.
4. Новые технологии и оборудование сварочного производства. Соединение и деструкция материалов. Нетрадиционные металлургические технологии.

Контакты: 220005, Беларусь, г. Минск, ул. Платонова, 41, Институт порошковой металлургии. (017) 293-98-12 Комякова Ольга Витальевна; (017) 293-98-46 Полешук Надежда Александровна, Маслакова Екатерина Александровна (доклады), факс (017) 292-82-42, E-mail: info50@mail.ru