

Памятка

Уважаемые студенты! Вам необходимо:

1. Внимательно прочитайте данную лекцию;
2. Записать в тетради краткий конспект с возможными требованиями;
3. Ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради.
4. Выполненную работу - прислать фото отчет на электронную почту преподавателю, (с 10.03.2023 по 13.03.2023).
5. В дальнейшем по окончанию семестра принести для проверки.

С уважением **Андрощук Ольга Владимировна**, по вопросам к заданию, обращаться по номеру тел. +380721273299 или по электронной почте e-mail: Olga8122@yandex.ru

Лекция

Тема: Системы программного управления при дуговой марке плавящийся (сварка под слоем Флюса)

Цель: научиться управлять системами программного управления при дуговой сварке плавящимся электродом (сварка под слоем флюса).

План

1. Установки автоматической сварки
2. Автомат сварочный типа А – 1416
3. Схема управления А – 1416
4. Установки серии АД416.

1. Установки автоматической сварки

Установки автоматической сварки серии АД416 были разработаны подразделением ИЭС им. Е.О. Патона в 2002..2003 годах для замены морально устаревших, но все еще популярных А1416 производства Каховского завода электросварочного оборудования (установки А – 1416 также были разработаны ИЭС ранее).

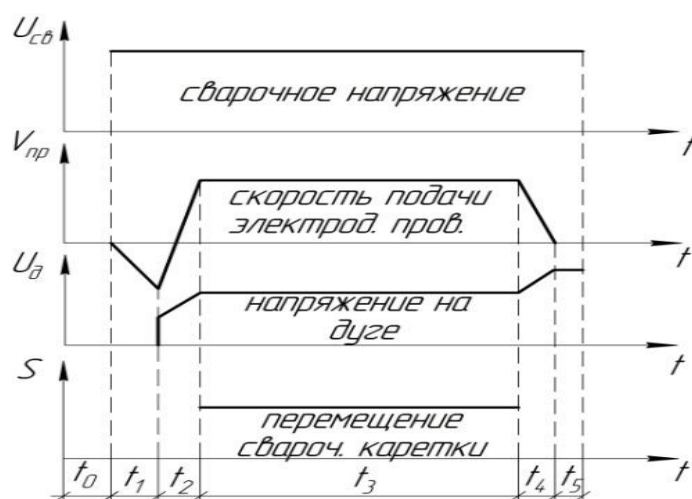


Рисунок 1 – Циклограмма работы автомата при сварке под флюсом

2. Автомат сварочный типа А – 1416 (это его полное наименование) предназначен для электродуговой сварки на постоянном токе плавящимся электродом под слоем флюса. Конструктивно состоит из:

- горизонтально установленной балки над объектом сварки (на двух опорах, п – образная конструкция или подобная);
- тележки, которая может перемещаться сбоку по балке вдоль свариваемого стыка и обеспечивает так называемое продольное перемещение;
- кассеты со сварочной проволокой и устройством тормозным (тормозит кассету для исключения вращения кассеты по инерции и предотвращает распушивание сварочной проволоки), которые присоединены к вертикальной стойке, установленной на тележке сверху;
- присоединенного к тележке сбоку механизма подъема, который предназначен для установки сварочного мундштука (горелки) над стыком будущего сварного соединения с необходимым технологическим зазором;
- флюса-аппараты и флюса-бункера, которые установлены на подвижной части механизма подъема;
- пульта управления, который присоединен к подвижной части механизма подъема посередине;
- суппорта поперечной корректировки сварочного мундштука относительно стыка (вращением колесика – маховичка рукой), который установлен внизу на подвижной части механизма подъема;
- кронштейна, присоединенного снизу к суппорту поперечной корректировки;
- механизма правильно – прижимного и механизма подачи сварочной проволоки, которые установлены на кронштейне, присоединенном к суппорту поперечной корректировки;
- указателя светового (для более точной поперечной корректировки в процессе сварки), который установлен внизу кронштейна, присоединенного снизу к суппорту поперечной корректировки;

- сварочного мундштука, который установлен в самом низу кронштейна, присоединенного снизу к суппорту поперечной корректировки.

На тележке установлены два электродвигателя. Один из них обеспечивает маршевую скорость перемещения тележки, а второй – рабочую. Переключение скоростей обеспечивает электромагнитная муфта. Регулировка скоростей перемещения ступенчатая, сменными шестернями.

Скорость подачи сварочной проволоки также регулируется ступенчато при помощи сменных шестерен. Механизм правильно – прижимной сварочной проволоки установлен перед механизмом подачи, поэтому он пассивного типа и своего электродвигателя не имеет.

3. Схема управления А – 1416

Схема управления А – 1416 построена на дискретных реле. Она реализует следующую технологическую последовательность при сварке:

- при отсутствии продольного перемещения и касании сварочной проволокой объекта сварки после нажатия кнопки ПУСК осуществляется запуск источника сварочного тока (задание сварочного напряжения / тока – только от одного регулируемого потенциометра с пульта управления) и включается реверсивная подача сварочной проволоки – от объекта сварки;

- устраняется к.з. сварочной проволоки на объект сварки и появляется сварочное напряжение, которое контролируется реле напряжения – косвенный контроль возникновения сварочной дуги (хотя дуги может и не быть, так как сварочный ток не контролируется);

- по срабатыванию реле сварочного напряжения подача сварочной проволоки переключается на прямую, то есть к объекту сварки (при этом скорость подачи изменяться не может – она задана установленными шестернями);

- одновременно с включением прямой подачи сварочной проволоки включается продольное перемещение, если оно разрешено предварительным выбором направления перемещения тумблером с тремя фиксированными положениями – прямое, стоп и обратное;

- окончание сварки осуществляется по нажатию кнопки СТОП, при этом прекращается подача сварочной проволоки и останавливается тележка;

- запуск источника сварочного тока снимается по окончании выдержки времени, при этом дуга горит на месте, заплывая кратер сварного шва.

Заметим, что если при сварке включено продольное перемещение, то скорость сварки изменяться не может – она задана установленными шестернями.

Как видим из описания, приведенного выше, в А – 1416 не изменяются сварочная скорость, подача сварочной проволоки и сварочное напряжение / ток на всех этапах – на этапе поджига дуги, на основном этапе сварки и на этапе заварки кратера. Только опытный оператор – сварщик может изменять сварочное напряжение / ток на этапе заварки кратера, вращая ручку датчика на пульте управления.

С помощью А – 1416 можно сваривать прямолинейные швы или круговые швы при проведении соответствующих доработок для использования вращателя объекта сварки. Для ограничения перемещений в продольном и вертикальном направлениях в схему управления введены соответствующие концевые выключатели.

В режиме управления РУЧНОЙ для перемещения тележки кратковременно нажимается одна из кнопок с обозначением “стрелка влево” или “стрелка вправо”, а по нажатии кнопки между ними происходит останов. Скорость перемещения маршевая или рабочая выбирается тумблером с фиксацией в двух положениях. Подъем или опускание в режиме РУЧ обеспечивается по нажатии и удержанию одной из двух кнопок с обозначением “стрелка вверх” или “стрелка вниз”. Подъем или опускание прекращаются при отпускании этих кнопок. Аналогично используются две “толчковые” кнопки для управления подачей сварочной проволоки в режиме РУЧ.

4. Установки серии АД416.

В исполнительной механической части установок серии АД416 использован модульный принцип построения, а сами модули имеют разные возможности. Можно выбрать модули перемещения по требуемой величине перемещения и перемещаемых масс, модули подачи сварочной проволоки по требуемому диаметру проволоки, модули питания сварочной проволокой по требуемому объему (запасу) катушки проволоки. Также можно выбрать сварочные горелки по требуемому сварочному току и защите зоны сварки – флюсовая или газовая.

В большинстве случаев используются три модуля перемещения:

продольного сварочного перемещения – координата X;

поперечного перемещения относительно сварочного – координата Y;

вертикального перемещения – координата Z.

Эти модули перемещают сварочную горелку над объектом сварки. Если сварочная скорость объекта сварки обеспечивается вращателем, то для перемещения сварочной горелки используют модули поперечного и вертикального перемещений. В более простых применениях модуль поперечного перемещения сварочной горелки не используется.

Выше приведенное описание исполнительной части требуется для оценки ее как объекта управления в системе управления. Далее этот объект управления можно рассмотреть более детально, а модульный принцип его построения этому только способствует. Для модулей перемещения как самостоятельных составляющих объекта управления таким образом получаем:

один исполнительный электродвигатель;

два датчика ограничения перемещения – при прямом и обратном перемещениях;

один или несколько датчиков позиционирования – в зависимости от требуемого количества точек позиционирования.

При использовании счетчика перемещения в модуле сварочного перемещения для большей гибкости системы управления такая реализация осуществима крыльчаткой и двумя индуктивными датчиками или одним инкрементальным датчиком фотоэлектрического типа (англ: encoder). В этом случае датчики позиционирования отсутствуют, а для обнуления счетчика перемещения используется датчик ограничения при обратном перемещении. Такое самое решение возможно при использовании счетчика перемещения в модуле поперечного перемещения сварочной горелки.

Датчики ограничения перемещения во вращателе отсутствуют, а используются только датчики позиционирования. Если используется счетчик перемещения во вращателе, то дополнительно применяется еще датчик обнуления счетчика перемещения, а датчики позиционирования отсутствуют.

Построение системы управления на платформе PLC Micro фирмы Schneider позволяет осуществлять управление модулями перемещений этими способами.

В PLC TSX3705 дополнительно к имеющемуся модулю TSX DMZ28DR (занимает первый и второй слоты) вставлен еще один TSX DMZ28DR в третий и четвертый слоты.

Распределение дискретных входов PLC – модуля TSX DMZ28DR, который занимает первый и второй слоты, в черновике приведено ниже. В случае использования датчиков позиционирования X1 и X2 по координате X датчики располагают вертикально разнесенными, а для идентификации трех точек позиционирования можно применять анализ типа:

X1 AND X2;

X1 AND NOT X2;

NOT X1 AND X2.

Датчики ограничения при прямом перемещении обозначены с начальным плюсом, а датчики ограничения при обратном перемещении обозначены с начальным минусом.

Для управления асинхронными электродвигателями переменного тока трех модулей перемещений и модуля подачи сварочной проволоки применяются частотные преобразователи (сокращенно: ПЧ) фирмы Lenze.

Это был первый проект на Украине, в котором применены частотные преобразователи фирмы Lenze для сварки.

Сигналы, обозначенные на черновике как “ГОТОВНОСТЬ <обозначение координаты>“, снимаются с релейных выходов соответствующих преобразователей, конфигурированных как готовность ПЧ.

Первые четыре дискретных входа PLC – модуля TSX DMZ28DR, который занимает первый и второй слоты, можно использовать как два реверсивных счетчика с частотой счета до 500Hz. Если частота счета превышает допустимую, то можно уменьшить скорость перемещения или уменьшить количество лопастей крыльчатки (может быть количество отверстий в диске). В случае превышения частоты счета от инкрементального датчика фотоэлектрического типа (encoder) следует выбрать датчик с меньшим числом импульсов на оборот.

Распределение дискретных входов PLC – модуля TSX DMZ28DR, который занимает третий и четвертый слоты, в черновике показано ниже. Первоначально планировалось использование более дешевого PLC – модуля TSX DEZ12D2, но в связи с нехваткой дискретных выходов от него пришлось отказаться.

В системе управления реализованы два необходимых для режима функционирования. Это режимы РУЧНОГО и АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (сокращенно: РУЧ и АУ).

Так как одновременно оба режима не могут функционировать, то с целью экономии дискретных входов можно использовать одни и те же дискретные входы, которые в зависимости от режима имеют разное назначение. На черновике ниже показано, что для выбора режима используется переключатель на два положения с фиксацией в этих положениях. Переключатели на три положения с фиксацией среднего положения в левом столбце используются в режиме РУЧ. Правый столбец кнопок и переключателей используется в режиме АУ. Между кнопками и переключателями режимов введена диодная развязка.

Переключатели режима РУЧ позволяют управлять модулями перемещения:

координаты X (обозначено горизонтальными стрелками влево и вправо);

координаты Y (обозначено наклонными стрелками влево вниз и вправо вверх);

координаты Z (обозначено вертикальными стрелками вверх и вниз).

Для удобства переключатели управления координат Y и Z заменены одним манипулятором типа “джойстик”.

Самый нижний переключатель в левом столбце в режиме РУЧ управляет модулем подачи сварочной проволоки. В основном он используется для установки требуемого вылета сварочной проволоки из горелки и для заправки сварочной проволоки.

В режиме РУЧ можно проверить функционирование установки и переместить сварочную горелку в нужное место. Этот же режим используется при выводе из аварийного состояния и ремонте установки, а также при наладке – выставлении флажков датчиков позиционирования. При этом все скорости и подача задаются малыми. Для ускорения требуется дополнительно включить переключатель УСКОР. В соответствующих преобразователях частотных Lenze как фиксированные задаются значения этих скоростей (JOG1 – малая, JOG2 – ускоренная). Скорость сварки задается регулируемым сопротивлением. Его ползунок подключен к аналоговому входу преобразователя частотного Lenze 8200SMD, выход которого подсоединен к ЭД координаты X. Скорость подачи сварочной проволоки задается регулируемым сопротивлением аналогично. Регулируемые сопротивления подключены к преобразователям частотным все время и определяют скорости в режиме АУ. Режимом РУЧ используются только фиксированные скорости, которые имеют приоритет перед заданием на

аналоговом входе. Яркость и высота символов светодиодного индикатора Lenze 8200SMD позволяют хорошо видеть текущие значения через стеклянные окошки блока управления. Электродвигатели координат Y и Z подключены к соответствующим преобразователям Lenze 8200Vector, в которых фиксированные скорости также используются только в режиме РУЧ. К аналоговым входам этих преобразователей частотных подключен специальный индукционный датчик слежения за разделкой будущего сварного соединения. Конфигурация аналоговых входов параметрами AIN1 – OFFSET (код C0413/1) и AIN1 – GAIN (код C0414/1) задана так, что образуется следящая система. Сначала разрешается слежение по вертикали и сигнал рассогласования вызывает опускание до тех пор, пока датчик не обнаружит металл объекта сварки. В результате опускание замедляется и прекращается при достижении компенсирующего уровня сигнала датчика слежения. Если объект сварки приблизить к этому датчику, то это вызовет подъем, а если удалить – опускание. Таким образом можно поддерживать необходимую высоту сварочной горелки над объектом сварки. Далее разрешается слежение по горизонтали поперечно к разделке, которое позволяет удерживать сварочную горелку над серединой разделки. Датчик слежения устанавливается впереди сварочной горелки при перемещении в направлении сварки. Такая система слежения позволяет проводить успешную сварку при небольшой кривизне стыка будущего сварного соединения. Если кривизна возрастает, то сказывается транспортное запаздывание – расстояние между горелкой и датчиком слежения. Слежение по горизонтали можно отключить переключателем ОТКЛ СЛЕД ↔ с фиксацией в двух положениях. Аналогично слежение по вертикали можно отключить переключателем ОТКЛ СЛЕД ↓ с фиксацией в двух положениях. Отключать слежение можно как до сварки, так и во время сварки в режиме АУ. При этом необходимо учитывать, что горизонтальное слежение перестает корректно работать, если не удерживается оптимальная высота датчика над объектом сварки. Также можно включать слежение во время сварки. Эти возможности, например, используются при сварке по установочным сварным соединениям, так называемым прихваткам.

Далее будем рассматривать вариант с датчиками позиционирования как более простой, так как вариант со счетчиками требует еще дополнительно операторскую панель для отображения и задания числовых величин.

В режиме АУ переключателем на три положения с фиксацией в каждом положении КОД ЦИКЛА можно задать одну из трех технологических последовательностей:

1. сварка со слежением (слежение может быть отключено полностью или частично);
2. поиск объекта сварки и разделки, автоматический промежуточный останов, сварка со слежением (слежение может быть отключено полностью или частично);
3. начальная установка (+Z, – Y, – X), позиционирование в начало поиска по датчику X1 (или: X1, middle Y, +Z), поиск объекта сварки и

разделки, автоматический промежуточный останов, сварка со слежением (слежение может быть отключено полностью или частично).

Выполнение этих последовательностей в режиме АУ начинается после нажатия кнопки ПУСК. Если во время автоматического исполнения технологической последовательности нажать кнопку СТОП, то:

- происходит немедленный останов, если нет сварки;
- при сварке – выполняется этап завершения сварки, который еще называется “заварка кратера” и затем останов.

Промежуточный останов позволяет убедиться в правильности установки сварочной горелки перед сваркой и при необходимости сместить ее рукоятками механических корректоров.

Поджиг сварочной дуги производится всегда на малом ходу (задается JOG3 в преобразователе частотном координаты X). После срабатывания датчика сварочного тока (в черновике обведен красной штрихпунктирной линией) производится переключение на задание сварочной скорости от регулируемого сопротивления. Параллельно датчику сварочного тока подключают тумблер, который в замкнутом состоянии позволяет осуществить так называемый холодный проход, то есть выполнить заданную технологическую последовательность без поджига реальной сварочной дуги. Источник сварочного тока при этом должен быть отключен. Все это позволяет технологу определить и установить требуемые скорости подачи сварочной проволоки и скорости сварочного перемещения. Конструктивно тумблер устанавливается внутри блока управления.

Завершение сварки производится всегда по датчику X2 или по нажатию кнопки СТОП.

Кнопка ПУСК имеет встроенную зеленую подсветку для индикации рабочего состояния в режиме АУ. Состояние ее индикации означает:

- подсвет постоянный после пуска – нормальная работа;
- часто мигающий подсвет – ожидание повторного пуска при промежуточном останове;
- редко мигающий подсвет – не включен переключатель поиска по вертикали при выполнении поиска.

– Кнопка СТОП имеет встроенную красную подсветку для индикации аварийного состояния. Состояние ее индикации означает:

- подсвет постоянный независимо от режима – ошибка модуля PLC или отказ датчика ограничения;
- подсвет постоянный после пуска сварки – отказ датчика сварочного тока (замкнут до запуска источника сварочного тока);
- часто мигающий подсвет – ограничение перемещения при установке в начало поиска, при поиске или при сварке;
- редко мигающий подсвет – нет срабатывания датчика сварочного тока.

На рисунке 2 представлен вариант электропитания устройств группы PLC и группы приводных устройств. Наличие опасного напряжения 220V

50Hz до включения установки индицируется индикатором на входе схемы. Подача электропитания в блоке управления происходит после поворота рукоятки кулачкового переключателя из положения 0 в положение 1. После этого появляется индикация о включении и включается вентилятор, если нет срабатывания защиты или не зафиксирована красная грибовидная кнопка в нажатом состоянии (после ее нажатия). Для подачи электропитания на группу PLC – устройств нажимается зеленая кнопка с подсветкой. Для подсветки этой кнопки используется вторичный источник электропитания 24VDC (сокращенно: ВИЭП).

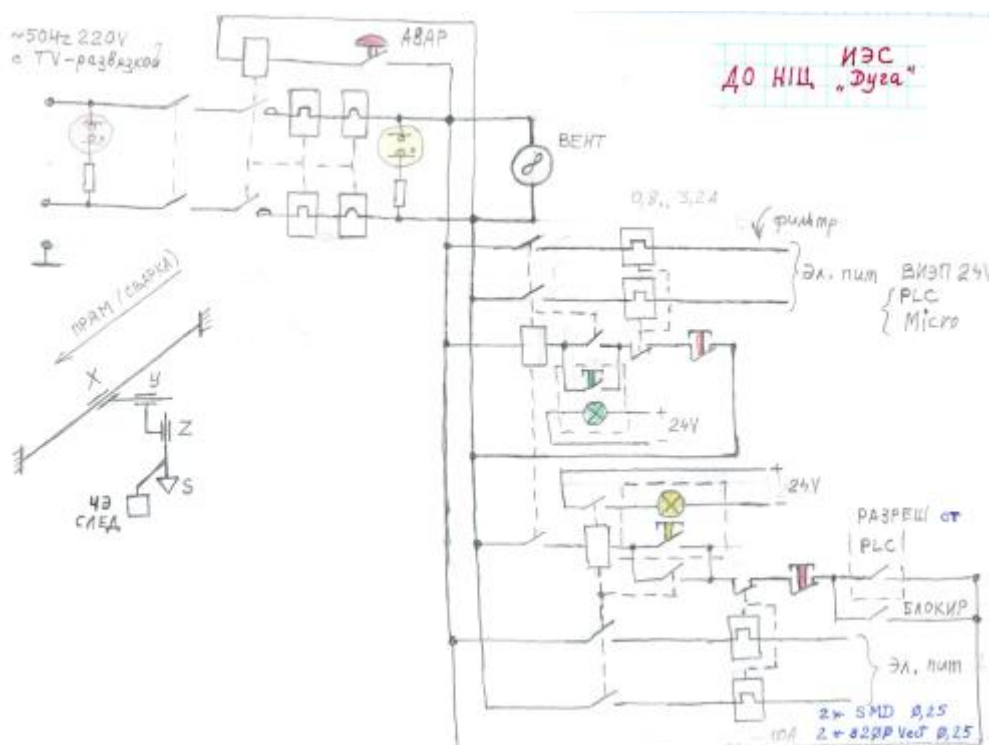


Рисунок 2 – Схема индикации о включении группы PLC – устройств

Это единственная индикация о включении группы PLC – устройств, в которую входят и вторичные источники электропитания, а сами эти устройства конструктивно расположены внутри электромонтажного ящика блока управления. Вторичные источники электропитания используются для питания дискретных входов и индуктивных датчиков, а также для питания дискретных выходов и устройств, подключенных к этим выходам. На одном таком источнике экономим, так как в PLC Micro TSX3705 есть встроенный источник 24VDC. При этом следует учитывать, что потребляемый от встроенного источника ток не должен превышать 0,4А. Для подачи электропитания приводной группы устройств нажимается желтая кнопка с подсветкой. Для подсветки этой кнопки может использоваться тот же источник, что и для зеленой кнопки. В цепи включения электропитания приводной группы устройств должны быть замкнуты контакты реле разрешения от PLC. Они будут замкнуты, если диагностическая подпрограмма в PLC не обнаружила неисправностей.

Распределение дискретных выходов при наличии только одного модуля TSX DMZ28DR, а вторым модулем используется TSX DEZ12D2, показано ниже в черновике. В этом случае имеется всего 12 релейных выходов, которые разделены на три группы, в каждой из которой один общий вывод. Это ограничивает возможности управления даже в одно-дуговой сварочной установке – требуются диодные развязки. Использование двух модулей TSX DMZ28DR увеличивает число выходов до 24 и для управления дискретными входами частотных преобразователей можно использовать маломощные внутренние источники постоянного тока самих преобразователей, что позволяет отказаться от внешнего вторичного источника электропитания 24VDC. Так как модули релейных выходов в отличие от модулей с транзисторными выходами не потребляют ток от ВИЭП 24VDC, то мощность ВИЭП 24VDC необходима лишь для включения электромагнитных клапанов подачи защитного газа или флюса. Так компенсируется стоимость второго модуля TSX DMZ28DR по отношению к стоимости модуля TSX DEZ12D2.

Положительным свойством при использовании PLC Micro является возможность его программирования на языке высокого уровня. Это позволяет создавать легко обзримые (до двух экранных страничек) программы и подпрограммы, а использование символьных имен переменных значительно улучшает их понимание, что важно при отладке и внесении изменений.

В случае нехватки ресурсов для создания приложения можно перейти к использованию старшей модели из линейки Micro.

Еще одним качеством PLC семейства Micro является возможность вносить изменения в приложение в его состоянии RUN без остановки технологического процесса, то есть без перевода PLC в состояние STOP.

Для сглаживания ступенек при переключении скоростей перемещения и скорости подачи, а также для устранения ударных нагрузок в механизмах во время начала движения задаются параметры времени разгона (код C0012) и времени торможения (код C0013) в преобразователях частотных Lenze 8200SMD и Lenze 8200 Vector.

В заключение оценим возможности и преимущества установок серии АД416. В результате:

- получили не одно компоновочное решение (как в А – 1416), а серию за счет модульности конструкции – это гибкая ориентация на объект сварки и технологический процесс сварки;

- можно задавать скорости перемещений и скорости подачи сварочной или п Рисунокадочной проволоки в большем диапазоне и с гораздо меньшей степенью дискретности, чем при использовании сменных шестерен (как в А – 1416);

- поджиг сварочной дуги контролируется по току;

- получили гораздо лучшие возможности по технологии сварки (можно сваривать более тонкие металлы без прожига) – на этапе поджига, основном этапе сварки и на этапе завершения сварки можно задавать разные значения технологических параметров сварки (здесь технологические

параметры – это скорость сварки, скорость подачи сварочной или присадочной проволоки, напряжение / ток сварки), а не одни и те же (как в А – 1416);

- можно осуществлять сварку неплавящимся электродом – при использовании слежения по вертикали достаточно точно удерживается зазор между электродом и объектом сварки;

- при использовании систем вертикального и горизонтального слежений за стыком можно сваривать такие криволинейные стыки, когда еще не проявляются ограничения от транспортного запаздывания (транспортное запаздывание – это расстояние между датчиком слежения и горелкой);

- имеем встроенную диагностику состояния установки;

- снижаются требования к квалификации оператора – сварщика за счет более высокого уровня автоматизации.

Две установки разных вариантов из первой партии установок типа АД416 использовались объединением “Южмаш” города Днепропетровска для сварки кольцевых и продольных швов первых на Украине башен для ветровых электростанций.

Конечно, на нескольких страничках нельзя показать весь путь проектирования системы управления, но автор попытался акцентировать внимание на опорных точках этого пути для этого проекта. Надеюсь, что после прочтения Вы достигли понимания о важности свойств и особенностей применяемой аппаратуры для эффективного их использования при создании систем управления.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете системы программного управления при дуговой сварке плавящимся электродом?

2. В каких случаях используют системы программного управления при дуговой сварке плавящимся электродом?

3. Дать краткое описание как управляется система программного управления при дуговой сварке плавящимся электродом?