

Микропроцессорные программируемые системы управления

для сварочных машин группы А

Современные требования к качеству сварных соединений для изделий металлургической, авиационной, автомобильной и других высокотехнологичных отраслей промышленности, кроме обязательной аттестации персонала, оборудования и приборов, включают, как правило, еще и требования по обязательному контролю, диагностике и визуализации состояния оборудования и технологических параметров во время выполнения сварочного процесса. В статье рассмотрено оборудование для решения указанных задач в сварочных машинах группы А.

**Евгений Щевелев
Николай Зуев
Владимир Горкунов
Андрей Васильев
Кирилл Зуев
Алексей Кириллов**

zuev@astpskov.ru

По условиям производства к целому ряду сварных конструкций предъявляются повышенные требования по стабильности качества сварных соединений. Существующие в настоящее время средства вычислительной техники, а также надежные и точные измерительные устройства и исполнительные механизмы позволяют на высоком техническом уровне управлять процессом сварки, осуществлять его оперативный контроль, визуализацию, протоколирование и архивирование.

Специалисты ЗАО «КБ АСТ» («Конструкторское бюро по автоматизации сварочных технологий», г. Псков) создали и внедрили в производство несколько разновидностей систем управления (СУ), осуществляющих перечисленные выше функции. Среди них:

- СУ стационарными и подвесными машинами типа К-355, МСР-6301, МСР-8001, МСР-120 для контактной сварки рельсов, работающими на предприятиях ОАО «РЖД», в Китае и на Кубе.
- СУ машинами стыковой контактной сварки в металлургической промышленности (машины для сварки полос непрерывным оплавлением типа КСО-8001 на ОАО «Испат-Кармет», Казахстан, г. Темиртау; МСО-100.06 на ОАО «ММК», г. Магнитогорск; КСО-3201 на ОАО «НМЗ», г. Новосибирск).
- СУ для машин стыковой сварки колец типа МСО-100.03 в ОАО «Русполимет», г. Кулебаки и др.
- СУ для конденсаторной машины типа МТК-8502 в одном из самых крупных центров вертолетостроения в России — ОАО «Росвертол», г. Ростов-на-Дону;
- СУ для машин с выпрямлением во вторичном контуре типа МТВ, МТВР (ОАО «НПО «Иркут»; ЗАО «Завод Экспериментального Машиностроения» РКК «Энергия» им. С.П. Королева; ОАО «Улан-

Удэнский авиационный завод»; ОАО ПО «Стрела», г. Оренбург).

Эти системы управления обеспечивают выполнение следующих операций:

- удобное для оператора задание параметров режима сварочного процесса, отображаемых в специальных окнах в виде таблиц и графиков на экране монитора промышленного компьютера или графического индикатора;
- измерение, цифровое осциллографирование текущих параметров сварочного процесса с таблиц-



Рис. 1. Шкаф управления для машин типа МТВ, МТВР

- ным и цветным графическим отображением результатов и возможностью изменения масштабов графиков по обеим осям;
- отображение на экране монитора или графического индикатора состояния датчиков и исполнительных механизмов сварочного оборудования в исходном положении, рабочем режиме, при сбоях и авариях;
- допусковый контроль параметров сварочного процесса с пассивным или активным режимами отбраковки;
- протоколирование результатов каждого сварочного процесса;
- архивирование и хранение данных о выполненных сварочных соединениях с возможностью их удобного просмотра и распечатки, а также перезаписи на внешние носители информации.

Базовая комплектность разработанных СУ является универсальной и может быть использована как для модернизации оборудования, уже работающего в производственных условиях, так и для изготовления нового.

Рассмотрим более подробно систему управления для машин с выпрямлением во вторичном контуре типа МТВ-8002. Данное оборудование предназначено для сварки алюминиевых и титановых сплавов, а также жаропрочных и нержавеющей сталей и относится к классу машин для сварки деталей ответственного назначения.

Система управления этой машиной состоит из следующих основных частей:

- сварочный контроллер (разработка ЗАО «КБ АСТ»);
- промышленный компьютер с сенсорным экраном, соединенный со сварочным контроллером по отдельному каналу Ethernet.

Непосредственное управление сварочной машиной в соответствии с технологической программой, переданной ему по каналу связи из промышленного компьютера, осуществляет сварочный контроллер. Промышленный компьютер предназначен для программирования процесса сварки и обеспечения функций допускового контроля основных параметров сварочного процесса, диагностики и визуализации состояния датчиков, исполнительных устройств и механизмов машины, сбора и хранения информации о сварочном цикле.

Конструктивно СУ выполнена в виде отдельного шкафа, имеющего клеммы и разъемы для подключения входных и выходных сигналов (рис. 1). Оборудование защищено от воздействия окружающей среды. Степень защиты — IP 42.

Сварочный контроллер выполнен на современной микропроцессорной элементной базе с применением однокристальных микроконтроллеров. Эти элементы изготовлены ведущими зарубежными фирмами с обеспечением требуемой помехозащищенности за счет гальванического разделения входных и выходных сигналов. Контроллер построен по принципу распределенной структуры, со связями между управляющими модулями по CAN-интерфейсу, что позволяет значительно сократить количество проводных монтажных связей внутри самой СУ.

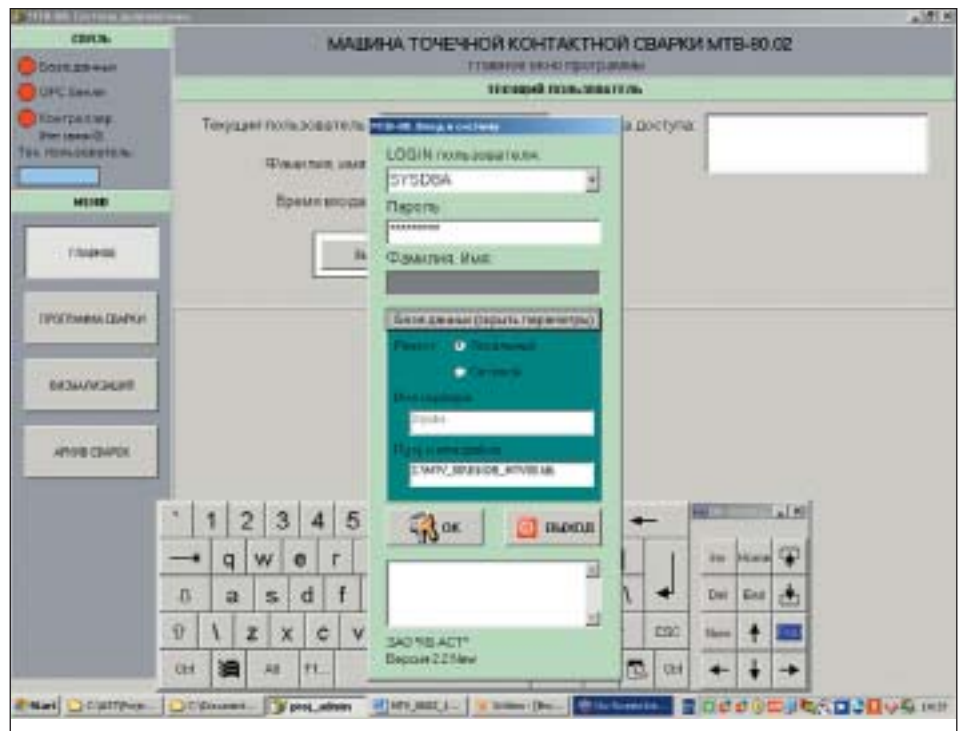


Рис. 2. Окно входа в систему

Система управления обеспечивает:

- работу сварочной машины в одиночном и автоматическом режимах, а также в режиме наладки;
- управление тиристорами, подключающими первичную обмотку трехфазного сварочного трансформатора к питающей сети;
- управление электропневматическими клапанами, подающими воздух в пневмопривод сжатия электродов;
- защиту от перегрузок по току;
- контроль температуры критичных к перегреву элементов сварочного контура;
- допусковый контроль сварочного и ковочного усилий, а также величины сварочного тока (параметры «Минимальный допустимый ток» и «Максимальный допустимый ток» задаются независимо для каждой позиции нагрева);
- подсчет числа выполненных сварок;
- возможность регистрации при сварке каждой точки следующих технологических параметров: сварочного тока (максимальное и текущее значения во время основного и дополнительного нагрева), величины сетевого напряжения (среднее



Рис. 3. Общий вид окна ввода технологической программы сварки



Рис. 4. Окно редактирования программы («Набор параметров 1»)

- режимы работы сварочной машины по току:
 - одним импульсом тока;
 - двумя импульсами тока без паузы;
 - двумя импульсами тока с паузой.
- режимы работы сварочной машины по усилию сжатия:
 - с постоянным сварочным усилием;
 - с повышенным сварочным усилием;
 - с постоянным или повышенным сварочным и ковочным усилиями с возможностью выбора момента приложения ковочного усилия.

Система программирования, контроля, диагностики и визуализации реализована в виде интуитивно понятного оконного меню. Работа программы начинается с вывода на экран окна входа в систему (рис. 2).

После ввода имени пользователя и пароля становится доступным главное меню программы, из которого можно перейти к следующим пунктам:

- ввод технологической программы сварки;
- визуализация сварочного процесса;
- работа с архивом сварок.

Далее (рис. 3) можно выбрать уже заданную технологическую программу или создать новую. Поиск существующей программы можно осуществлять как по номеру, так и по ее параметрам, например по коду изделия.

Окно редактирования программы «Набор параметров 1» разделено на 3 области: «Параметры изделия», «Циклограмма сварки» и «Параметры сварки» (рис. 4).

В области «Параметры изделия» можно задать коды изделия, узла и детали. Именно по этим параметрам (рис. 3) осуществляется поиск программ сварки. В области «Циклограмма» доступно 8 вариантов, отличающихся диаграммой усилий. Выбранная циклограмма будет показана на картинке. Возможна сварка с постоянным или переменным усилием (сварочное и ковочное усилие), а также с переменным усилием и предварительным обжимом. Задержка включения ковочного усилия ведется от начала позиции задержки тока, от конца импульса тока 1 или от конца импульса тока 2. В области «Параметры сварки» задается программа сварки, то есть таймер позиций в периодах питающей сети (20 мс) и величина тока (в процентах от максимального значения). Чтобы исключить какие-либо этапы из цикла сварки, их время следует установить равным нулю.

В окне визуализации (оно разделено на 5 областей) отображаются ход сварочного цикла, ошибки и текущие технологические параметры (рис. 5).

В левой верхней области показываются сигналы готовности, цикла, аварии, запрета включения тока с другой машины, а также счетчик сварок и результат допускового контроля для последнего заваренного участка. При возникновении аварии автоматически появляется окно аварийных сообщений, при этом надпись «Авария» и соответствующие сообщения подсвечиваются красным.

В правом верхнем углу представлена условная циклограмма сварочного процесса. Во время сварки текущая позиция цикла отображается скользящей по циклограмме

- значение во время основного и дополнительного нагрева), текущего значения усилия, максимального сварочного и ковочного усилия, время нарастания ковочного усилия, текущих значений давления в полостях пневмоцилиндра;
- чтение и сохранение поступающей из контроллера информации о сварочном процессе, представление ее в виде паспорта и осциллограммы, вывод паспортов на печать, сохранение в локальной или удаленной базе данных;
- ввод заданных значений и допусков, по которым ведется анализ годности заваренного участка;

- графическую визуализацию сварочного цикла;
- визуализацию сварочного процесса в виде графиков основных и дополнительных параметров, контролируемых при отработке режима сварки;
- ввод параметров технологической программы сварки и загрузка ее в контроллер, сохранение программ сварки в локальной или удаленной базе данных (количество программ сварки не менее 500);
- поиск среди сохраненных программ сварки, по названию детали, изделия или узла;

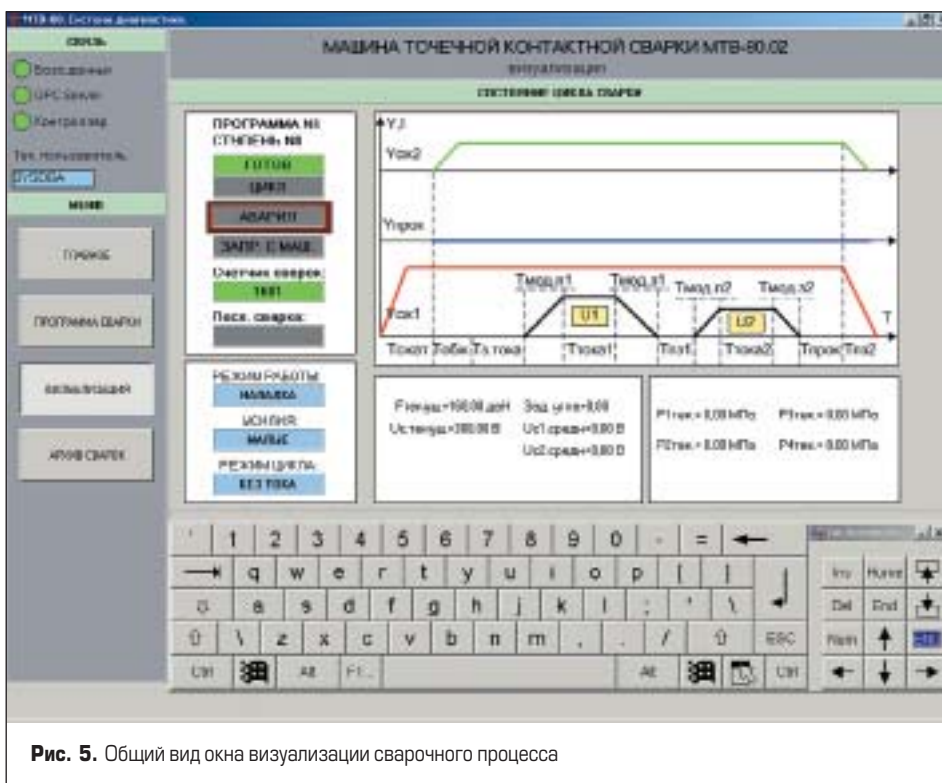


Рис. 5. Общий вид окна визуализации сварочного процесса

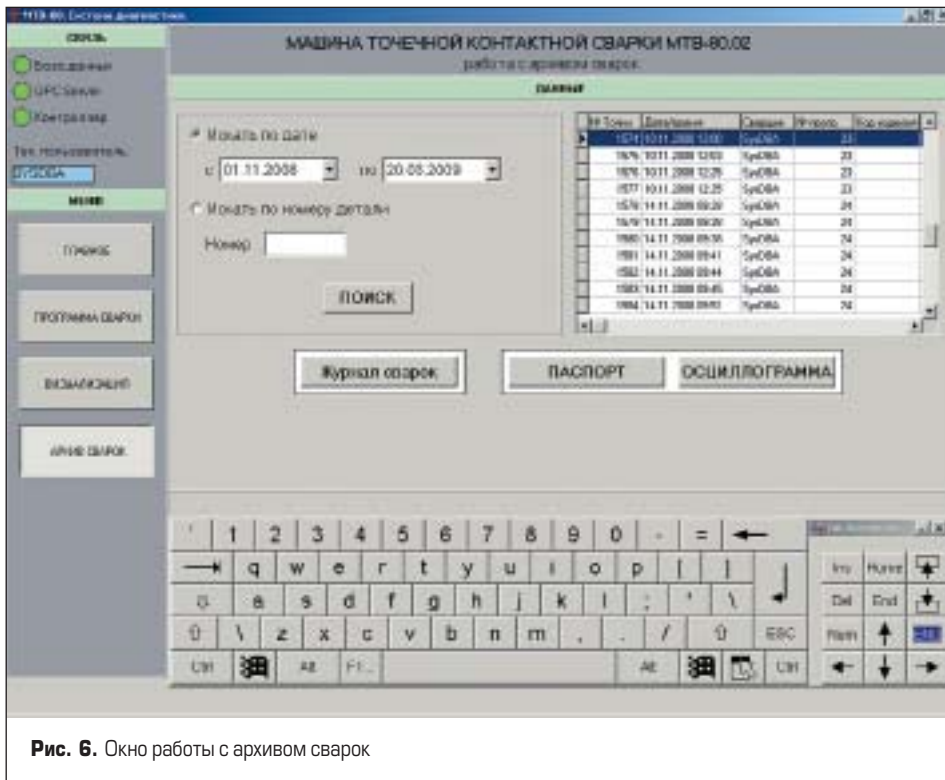


Рис. 6. Окно работы с архивом сварок

полупрозрачной полосой синего цвета. В левом нижнем углу отображается состояние машины (**Работа/Наладка**), диапазон усилий (**Большие/Малые**), режим цикла (**С током/Без тока**). В расположенное в правом нижнем углу информационное окно выводятся

текущие давления в полостях пневмоцилиндра. Область внизу посередине содержит данные о текущих усилиях и напряжении питающей сети, о среднем значении напряжения питающей сети на первом и втором нагреве во время последней сварки, а также

здатчик момента открытия (угла включения) тиристоров.

В окне работы с архивом операций (рис. 6) возможен выбор сварки по дате, просмотр паспорта и осциллограммы этой сварки, а также параметров сварочных циклов, выполненных за определенный период времени. При просмотре осциллограммы пользователю доступны широкие возможности — выбор любого участка кривой, масштабирование по любой из осей, табличное и графическое представление данных процесса и т. д.

Поиск по дате реализован следующим образом: в выпадающем меню следует выбрать начальную и конечную даты и нажать кнопку «Поиск». В таблице справа будут отображены все найденные точки. Также есть возможность искать сварку по номеру детали. Представление отобранных результатов возможно в виде журнала (для этого следует нажать кнопку «Журнал сварок»). В нем будет представлена краткая информация обо всех найденных точках, а именно: номер в соответствии со счетчиком сварок, дата, величина сетевого напряжения, максимальная величина основного и дополнительного тока, сварочное и ковоочное усилия, а также программа сварки (в виде числовых параметров). Заключительная информация в журнале — общее количество заваренных участков за заданный период времени и количество точек, соответствующих условиям допускового контроля.

После выбора точки можно просмотреть ее паспорт и осциллограмму, нажав на соот-

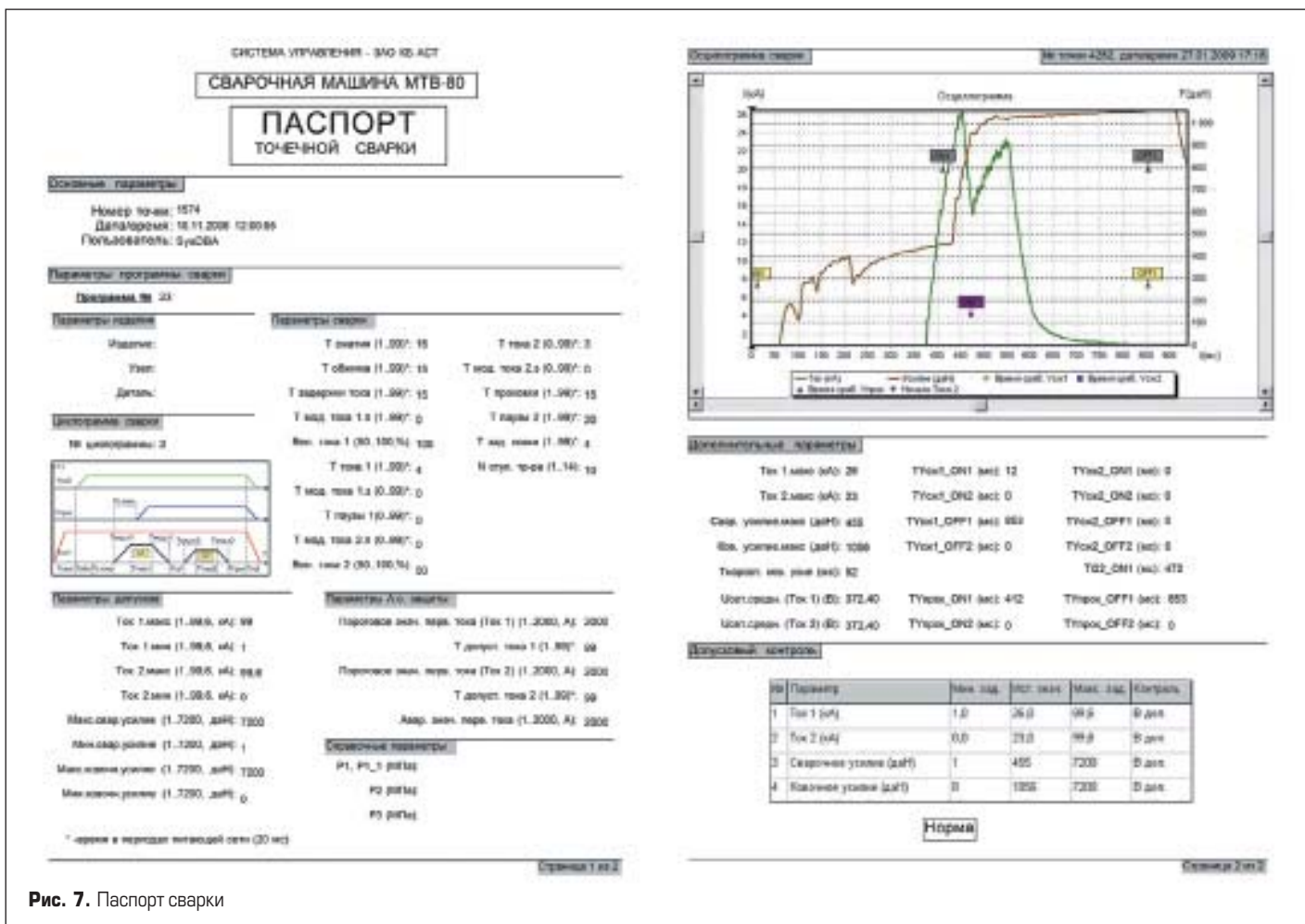
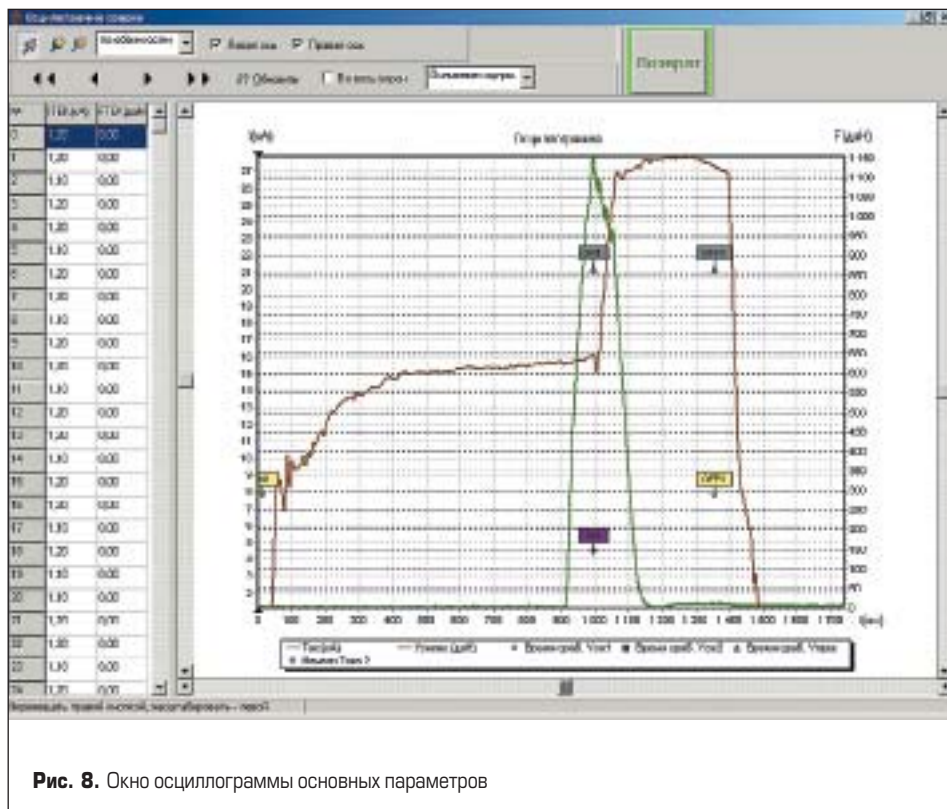


Рис. 7. Паспорт сварки



ветствующие кнопки. Паспорт сварки представлен на рис. 7.

В паспорте отображаются следующие параметры: номер точки; дата и время сварки; фамилия сварщика; параметры технологической программы; параметры допускового контроля; истинные значения контролируемых параметров, полученные во время сварки; заключение о годности точки (если производится допусковый контроль).

При нажатии на кнопку «Печать» происходит подготовка паспорта к распечатке на принтере. Сначала на экран будет выведено окно предварительного просмотра, из которого можно либо отправить паспорт на печать, либо вернуться к предыдущему экрану просмотра паспорта.

На рис. 8 показано окно с реальной осциллограммой сварки образцов 1+1 из высокопрочного алюминиевого сплава Д19Т. Диаметр ли-

того ядра составляет 5,5 мм (согласно [1], для соединений группы А — не менее 5 мм). На осциллограмме отображено изменение тока и усилия (основных параметров сварочного процесса) во времени, а также моменты включения и выключения электропневмоклапанов. Возможно также осциллографирование таких дополнительных параметров процесса, как давления в полостях пневмоцилиндра.

Литература

1. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие / Под ред. В. В. Смирнова. СПб.: Энергоатомиздат, 2000.
2. А. с. № 671954 (СССР). Способ контактной точечной сварки высокопрочных алюминиевых сплавов / О. Н. Бокштейн, А. М. Канин, Э. Э. Хайкин, А. А. Березовский и Ю. А. Степанов // Бюл. 1979.