



# Система автоматизации процесса автоклавной обработки силикатного кирпича

Александр Связов, Сергей Шишканов

В статье представлены результаты разработки и эксплуатации системы автоматизации процесса автоклавной обработки силикатного кирпича. Управление процессом осуществляется персональным компьютером по интерфейсу RS-485 с использованием модулей серии ADAM-4000 и управляющей программы ADAMView.

## ВВЕДЕНИЕ

Силикатный кирпич, являясь экологически чистым продуктом, находит широкое применение для строительства жилых и производственных помещений. Его производство состоит из ряда операций, таких как дозирование, перемешивание, формование и автоклавная обработка. Каждый из этих процессов вносит свой вклад в качество конечного продукта. При этом особо важное значение имеет заключительная операция – автоклавная обработка, обеспечивающая получение кирпича с заданными техническими параметрами.

Режим работы автоклава зависит от его конструкции и разновидности силикатного кирпича. Технология этого процесса подробно изучена [1]. Существуют различные системы управления автоклавной обработкой силикатного кирпича, использующие известные подходы и решения. Тем не менее реализация автоматизированной системы на существующем производстве требует учёта конкретных технических и экономических условий.

В ООО «Ресурс» (г. Рязань) разработана система автоматизации процесса автоклавной обработки, внедрённая на Рязанском заводе силикатных изделий. Главным её отличием является относительно низкая стоимость. В качестве управляющего элемента она использует компьютер, а для организации взаимодействия между компьютером и датчиками непрерывных и дискретных параметров и для выдачи управляющих

воздействий на исполнительные механизмы – модули распределённого ввода/вывода серии ADAM-4000 компании Advantech.

## ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

После окончания процесса прессования сырец силикатного кирпича посту-

пает для прохождения тепловлажностной обработки в автоклав. Автоклав представляет собой горизонтально расположенный стальной цилиндр с герметически закрывающимися с торцов крышками. Прочность силикатного кирпича формируется в результате взаимодействия двух процессов: структурообразования, обусловленного син-

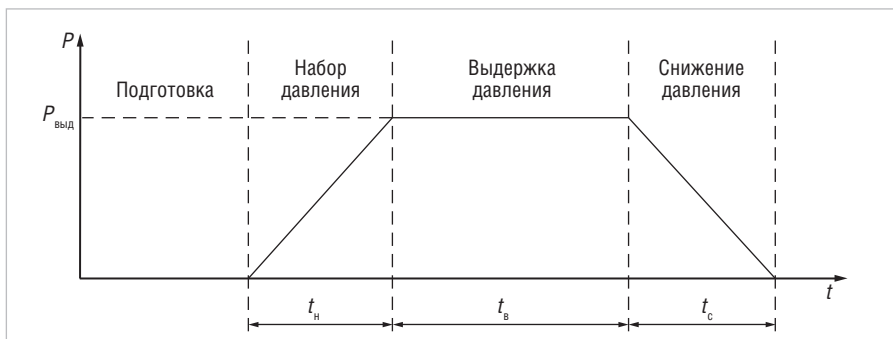


Рис. 1. Последовательность этапов автоклавной обработки

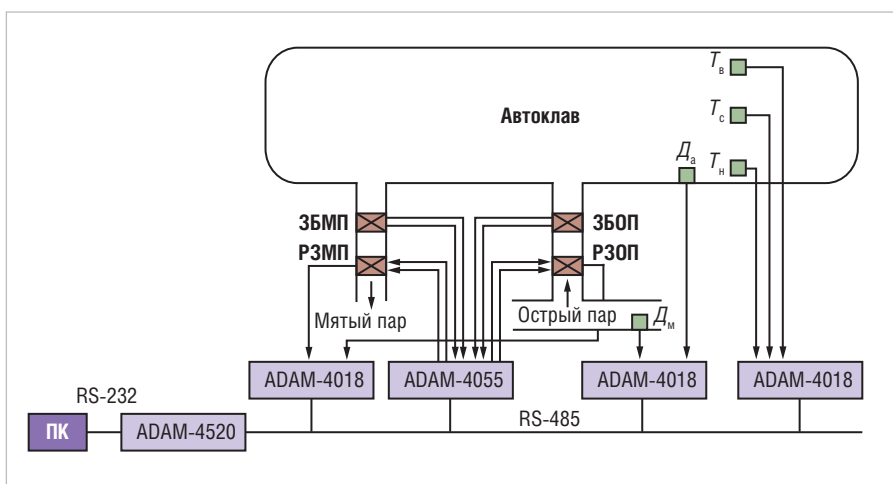


Рис. 2. Структурная схема системы автоматизации процесса автоклавной обработки силикатного кирпича

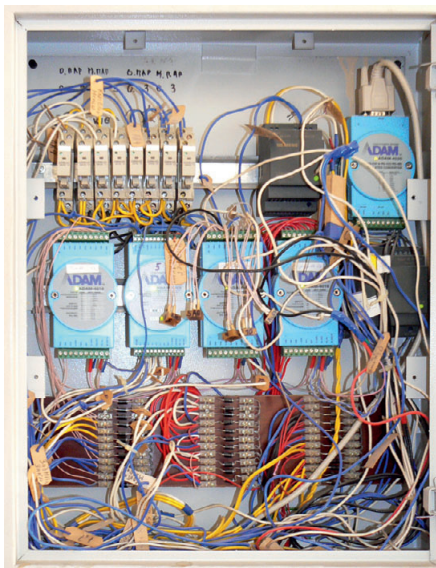


Рис. 3. Шкаф управления автоклавами

тезом гидросиликатов кальция, и деформации, обусловленной внутренними напряжениями [1]. Процесс запаривания сырца состоит из трёх последовательных этапов (рис. 1).

Первый этап (набор давления  $P$ ) длительностью  $t_H$  начинается с поступления смеси в аппарат и продолжается до выравнивания показателей температуры пара и самого изделия. Во время прохождения второго этапа (выдержка давления) температура и уровень давле-

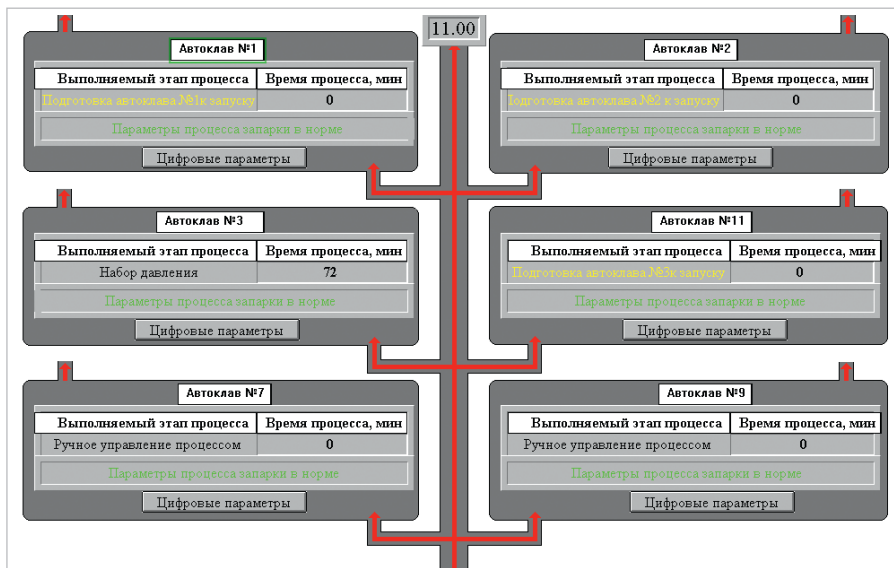


Рис. 4. Экранная форма состояния автоклавов

ния  $P_{\text{выд}}$  поддерживаются на постоянном уровне в течение времени  $t_B$ , чтобы в толще кирпича правильно начались и своевременно завершились все физико-химические процессы, а именно: выпаривание излишнего количества влаги и образование гидросиликата кальция. На этом этапе происходит затвердевание кирпича. Третий этап (снижение давления) — это остывание готового продукта после прекращения теплового воздействия на него в

течение времени  $t_C$ . После окончания этапа снижения давления готовый силикатный кирпич поступает на склад для хранения и упаковки. Для получения силикатного кирпича с заданными характеристиками необходимо обеспечить возможность задания значения давления выдержки  $P_{\text{выд}}$ , длительности набора  $t_H$ , выдержки  $t_B$  и снижения  $t_C$  давления пара в автоклаве.

Для снижения внутренних напряжений в конструкции автоклава система

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Компания ПРОСОФТ признана партнёром года TDK-Lambda

Европейское представительство компании TDK-Lambda, одного из ведущих мировых производителей источников питания, провело на Майорке конференцию дистрибьюторов.

Фирма ПРОСОФТ является официальным дистрибьютором компании TDK-Lambda и постоянно принимает участие в ежегодных конференциях партнёров. В этом



году компания ПРОСОФТ была удостоена высокого звания «Партнёр года 2011/12» и получила награду за выдающиеся показатели продаж на рынке СНГ. ПРОСОФТ, являясь одним из крупных дистрибьюторов TDK-Lambda, поставляет российским заказчикам весь спектр продукции TDK-Lambda: высокоэффективные источники питания AC/DC для использования в промышленности и в медицине, DC/DC-преобразователи, программируемые и высоковольтные источники питания для применений в испытательном и научно-исследовательском оборудовании. В партнёрстве с компанией TDK-Lambda специалисты ПРОСОФТ приобрели богатый опыт реализации проектов с применением качественных и высокоэффективных источников питания для ответственных приложений, в гражданских и оборонных проектах.

На конференции были подведены итоги развития компании TDK-Lambda за 2011/2012 год, намечены перспективы и план развития на следующие годы, проведён ряд круглых столов и рабочих встреч, в ходе которых дистрибьюторы из разных стран обсуждали общие проблемы развития рынка АСУ ТП и обменивались опытом. ●

### YASKAWA приобретает контрольную долю в капитале компании VIPA

Yaskawa Electric Corporation (YASKAWA) объявила о подписании соглашения между её европейским отделением, YASKAWA Europe GmbH (YEU), расположенным в г. Эшборн (Германия), и компанией VIPA Gesellschaft für Visualisierung und Prozessautomatisierung mbH (VIPA), расположенной в г. Херцогенаурах (Германия), в результате чего YEU приобретает контрольную долю в капитале VIPA.

Интегрируя VIPA в структуру YEU, Yaskawa реализует свой план по доукруплению портфеля своей продукции с тем, чтобы стать поставщиком комплексных решений. Сочетание ПЛК, систем ввода-вывода и устройств операторского интерфейса VIPA с собственными преобразователями частоты, сервосистемами переменного тока и робототехническими комплексами позволит YASKAWA предлагать полный спектр решений по автоматизации для разнообразных рынков.

Закрытие сделки зависит от одобрения соответствующих антимонопольных органов. ●

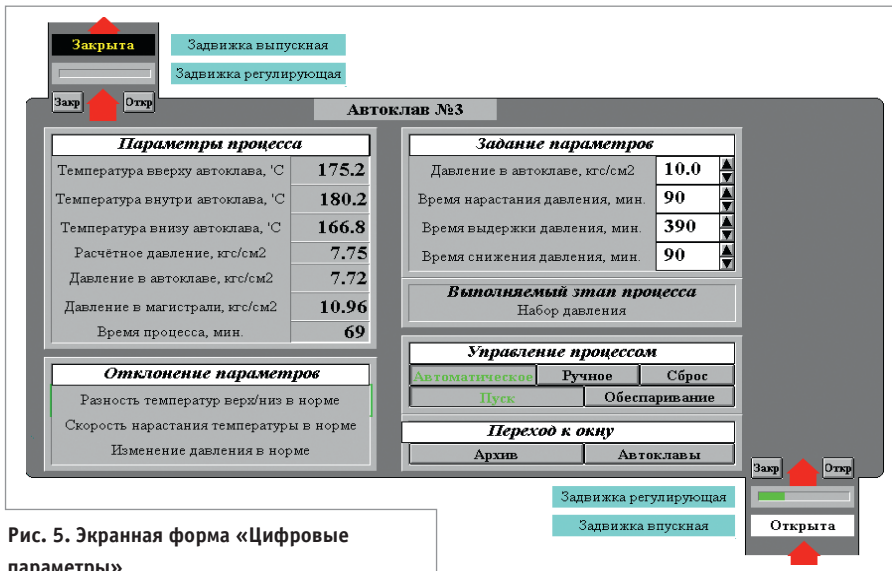


Рис. 5. Экранная форма «Цифровые параметры»

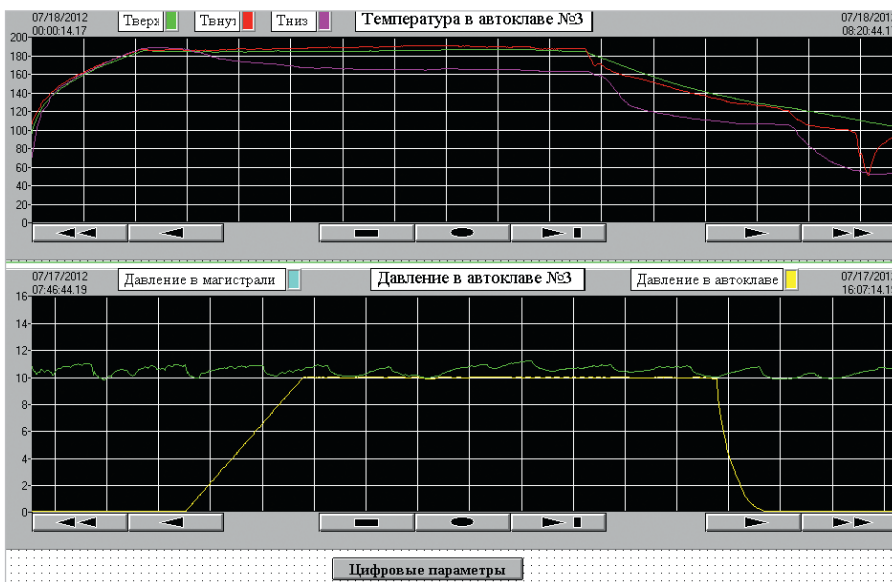


Рис. 6. Экранная форма текущего архива

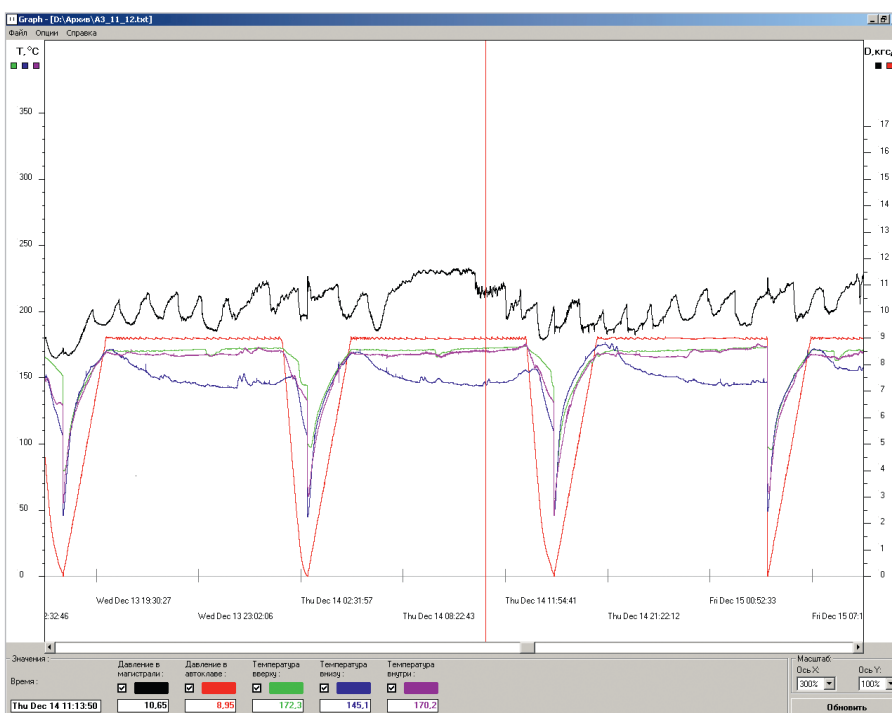


Рис. 7. Экранная форма программы Graph

должна обеспечивать контроль температуры сверху, внутри и внизу автоклава, скорость нарастания давления в нём и скорость нарастания температуры, разность температуры сверху и внизу автоклава. В ходе процесса автоклавной обработки необходимо контролировать положение выпускной и регулирующей задвижек безопасности и регулирующей задвижки острого и мягкого пара.

### АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Структурная схема системы в части контура управления автоклавом приведена на рис. 2 (на схеме показан контур управления только одним автоклавом, управление другими автоклавами организовано аналогично).

В каждом автоклаве контроль температуры осуществляется тремя термопарами:  $T_{\text{в}}$  – сверху,  $T_{\text{с}}$  – в середине и  $T_{\text{н}}$  – внизу. Все эти термопары подключены к модулю аналогового ввода ADAM-4018. Состояние задвижек безопасности острого пара (ЗБОП) и задвижки безопасности мягкого пара (ЗБМП) определяется по сигналам соответствующих концевых выключателей, поступающим на модуль дискретного ввода-вывода ADAM-4055. Регулирование набора давления в автоклаве производится регулирующей задвижкой острого пара (РЗОП), а снижение давления – регулирующей задвижкой мягкого пара (РЗМП). Положение РЗОП и РЗМП контролируется посредством модуля ADAM-4018, настроенного на измерение напряжения. Управление задвижками РЗОП и РЗМП осуществляется с выходов с открытым коллектором модуля ADAM-4055 через электромеханические реле фирмы Omron. Контроль давления в автоклаве и подающей магистрали производится измерительными преобразователями SITRANS P серии Z фирмы Siemens ( $D_{\text{а}}$  и  $D_{\text{м}}$ ), подключёнными к модулю ADAM-4018. Модули ввода-вывода ADAM объединены по интерфейсу RS-485 и через интерфейс преобразователь (RS-232/RS-485) ADAM-4520 подключены к COM-порту персонального компьютера (ПК). Фотография шкафа управления шестью автоклавами, выполненного на базе конструктива фирмы Schroff, приведена на рис. 3.

В качестве управляющей используется программа ADAMView фирмы Advantech.

Шесть автоклавов объединены в группу, управление ими осуществляется с одного компьютера. Состояние процессов во всех шести автоклавах, подключённых к компьютеру, контролируется с помощью общей экранной формы, показанной на рис. 4. Для каждого автоклава отображаются его номер, выполняемый этап процесса, время выполнения процесса, а также соответствующими сообщениями сигнализируется об отклонениях процесса пропарки от нормы. Из данной формы, нажав кнопку «Цифровые параметры» в поле определённого автоклава, можно перейти на одноимённую форму контроля и управления процессом пропарки выбранного автоклава (рис. 5).

В разделе «Задание параметров» экранной формы конкретного автоклава оператором устанавливаются давление на этапе выдержки с шагом 0,1 кгс/см<sup>2</sup>, время набора, выдержки и снижения давления с шагом 1 минута.

Название раздела «Параметры процесса» говорит само за себя, и здесь отображаются текущие значения следующих показателей:

- температура сверху, внутри и внизу автоклава;
- расчётное и текущее давление в автоклаве в данный момент времени;
- давление в магистрали острого пара;
- время процесса.

В разделе «Выполняемый этап процесса» высвечивается название текущего этапа автоклавной обработки кирпича.

Раздел «Отклонение параметров» на этапе набора давления содержит информацию о соответствии норме текущих значений разности температуры сверху и внизу автоклава, скорости нарастания температуры и изменения давления. Если разность температуры сверху и внизу автоклава превышает 45°C, то выводится мигающее красным цветом сообщение «Разность температур выше нормы». Если скорость нарастания температуры превышает 1,5°C в минуту, то выводится мигающее красным цветом сообщение «Скорость нарастания температуры выше нормы». Если нарастание давления в автоклаве меньше 0,06 кгс/см<sup>2</sup>/мин, то выводится мигающее красным цветом сообщение «Нарастание давления ниже нормы». При

любом отклонении контролируемых параметров от нормы также выдаётся звуковое сообщение «Отклонение параметров от нормы».

На экранной форме автоклава также показаны состояние задвижек безопасности острого пара и задвижки безопасности мягого пара в графическом виде с соответствующей надписью («Открыто», «Переключение», «Закрыто») и положение регулирующих задвижек острого и мягого пара.

В разделе «Управление процессом» возможен выбор автоматического или

ручного режима. При выборе ручного управления необходимо нажать кнопку «Ручное». В окне «Выполняемый этап процесса» отобразится надпись «Ручное управление процессом» и появится возможность управлять положением регулирующих задвижек острого пара и мягого пара с помощью соответствующих кнопок «Закр» и «Откр». Для выбора автоматического управления необходимо нажать кнопку «Автоматическое», а затем кнопку «Пуск». Если задвижка безопасности острого пара ЗБОП открыта, а задвижка безопасно-





**www.aaeon.com**







**AEC-6920**






**Расширяемый безвентиляторный встраиваемый компьютер, процессор Intel® Core™ 2 Duo, слот расширения PCI Express**

- Безвентиляторная конструкция
- Процессор Intel® Core™ 2 Duo до 2,0 ГГц
- Слоты расширения: 1 PCI-E/ 1 PCI
- Широкий диапазон напряжений питания
- 2 Ethernet/ 4 COM/ 4 USB/ аудио/ CF-накопитель
- Устойчивость к вибрации до 5g и ударам до 50g



**AEC-6860**





**Компактный безвентиляторный мультимедийный компьютер, процессор Intel® Core™ 2 Duo**

- Безвентиляторная конструкция и компактный размер
- Процессор Intel® Core™ 2 Duo до 1,6 ГГц
- Широкие графические возможности (VGA, S-Video, DVI, LVDS)
- Поддержка LCD TV с разрешением HDTV
- Богатые коммуникационные возможности: Gigabit Ethernet, WLAN, 4 USB, 4 COM

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ААЕОН**

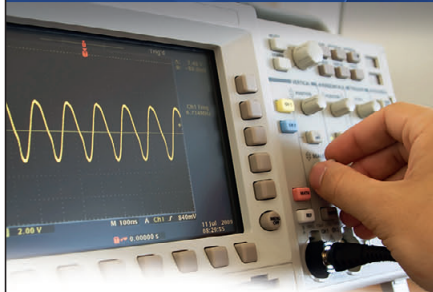


Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

**#369**



## Тестирование и измерения



- PXI/PXIe-платформы
- Модульные приборы
- Интерфейс GPIB
- Системы расширения компьютерной шины



- Платы сбора данных
- Высокоскоростные платы цифрового ввода-вывода



Безвентиляторные встраиваемые компьютерные платформы

- с PCI/PCIe-слотами расширения
- с интегрированными входами/выходами



**ADLINK**  
TECHNOLOGY INC.

#385

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
ПРОДУКЦИИ ADLINK

**PROSOFT**®



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640  
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

сти мягкого пара ЗБМП закрыта, то начинается процесс пропарки. При другом состоянии задвижек безопасности выдаётся звуковое сообщение «Проверьте состояния задвижек безопасности».

После набора давления в течение заданного времени процесс пропарки переходит к этапу выдержки давления, что отображается надписью «Выдержка давления» в окне «Выполняемый этап процесса». Заданное значение давления поддерживается с точностью  $\pm 0,05$  кгс/см<sup>2</sup>. Если отклонение больше этого значения, что в большинстве случаев обусловлено снижением давления в подводящей магистрали острого пара, выводится сообщение «Снижение давления ниже нормы» и выдаётся звуковое оповещение «Отклонение параметров от нормы».

После окончания этапа выдержки давления выводится сообщение «Переход к снижению давления» и выдаётся звуковое сообщение «Внимание! Этап выдержки давления закончен. Закройте впускную и откройте выпускную задвижки безопасности». Оператор закрывает впускную и открывает выпускную задвижки безопасности и нажимает кнопку «Обеспаривание». После этого выводится сообщение «Этап снижения давления» и начинается снижение давления в течение заданного времени. После окончания этапа обеспаривания выводится текстовое сообщение «Процесс пропарки закончен» и звуковое оповещение «Процесс пропарки закончен».

Из формы «Цифровые параметры» оператор, нажав кнопку «Автоклавы», может вызвать форму, на которой отображаются все подключённые к компьютеру автоклавы и протекающие в них процессы (рис. 4), а нажав кнопку «Архив», высветит форму «Текущий архив» (рис. 6).

На форме «Текущий архив» в верхнем окне показано изменение температуры сверху, внутри и снизу автоклава, а в нижнем окне — изменение давления в автоклаве и в магистрали подачи острого пара. Информация на форме «Текущий архив» позволяет качественно оценить процесс автоклавной обработки. Для более точной оценки параметров была разработана программа Graph (рис. 7). В окне этой программы могут отображаться значения давления в магистрали подачи острого пара и в автоклаве, а также температуры сверху, внутри и снизу автоклава. Для выбора

отображаемых параметров необходимо щелчком мыши поставить галочку в окошке с названием параметра. Для точной оценки параметров в определённый момент времени нужно щёлкнуть левой кнопкой мыши, и в окне экранной формы появится вертикальный маркер. В окнах, расположенных внизу под соответствующей надписью, высветятся значения параметров процесса в точке пересечения вертикального маркера с соответствующей зависимостью, а в окне «Время» отобразится время получения этих значений (время оценки параметров процесса). Вертикальный маркер можно перемещать с помощью мыши в заданную временную точку процесса. Для удобства анализа можно изменять масштаб графиков по оси X и оси Y.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение разработанной системы начато в 2005 году на Рязанском заводе силикатного кирпича в условиях действующего производства. В связи с этим подключение автоклавов осуществлялось поочередно. К концу 2008 года было подключено 10 автоклавов, управление которыми производилось с двух компьютеров. В настоящее время проводятся работы по дальнейшему расширению системы на описанных принципах до обслуживания уже 12 автоклавов.

Опыт создания и эксплуатации системы показал правильность выбранных решений, которые позволили автоматизировать процесс обработки силикатного кирпича. Внедрение автоматизированной системы привело к повышению качества силикатного кирпича на основе появившейся возможности более точного соблюдения технологических режимов и параметров, а также к росту энергоэффективности обработки кирпича за счёт снижения потребления пара. ●

*Авторы выражают благодарность директору ЗАО «Системы и комплексы» Пронину Юрию Дмитриевичу за поддержку и консультации в ходе разработки системы, а также инженеру Шукину Сергею Юрьевичу за предоставленную программу просмотра архивных данных Graph.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. — М.: Стройиздат, 1982. — 384 с.

E-mail: saa\_r@mail.ru