



# Автоматизированная система контроля уровня и массы цемента в силосах готовой продукции цементных заводов

Виктор Гусев, Михаил Бронин, Александр Кулешов

В статье рассмотрена автоматизированная система контроля уровня и массы цемента, которая успешно внедряется на цементных заводах. Внедрение системы обеспечило учёт готовой продукции, оптимизацию загрузки силосов, отображение архивной и текущей информации на компьютерах в сети предприятия, передачу данных в АСУ предприятия.

## ЦЕМЕНТНЫЕ СИЛОСЫ КАК ОБЪЕКТ КОНТРОЛЯ

Современный цементный завод (рис. 1) представляет собой сложный комплекс оборудования и технологий, обеспечивающий переработку сырьевых материалов (известняков, мела и др.) в цемент различных видов и марок. Цемент применяется в больших количествах в качестве основного строительного материала.

В цементной промышленности автоматизация осуществляется в широких масштабах и предусматривает технологический контроль и автоматическое регулирование параметров, дистанционное управление механизмами и сигнализацию, обеспечивая стабильную работу агрегатов. Описание принципов построения таких систем автоматизации приведено во многих источниках, в том числе и в [1]. Однако, несмотря на высокую степень автоматизации в отрасли, до настоящего времени контроль уровня цемента в силосах готовой продукции часто осуществляется с помощью обычной верёвки. При этом значения уровня получаются сильно зависящими от места проведения измерения и многих субъективных факторов.

Сложность автоматизации измерений связана с тем, что цементные силосы (рис. 2) – это бетонные конструкции высотой 27-30 метров и диаметром 10-12 метров, каждый силос вмещает до 4000 тонн продукта, а засыпаемый цемент имеет температуру 100...120°C. В таких условиях измерение уровня практически исключает применение любых датчиков, контактирующих с продуктом, а также инфракрасных и ультразвуковых датчиков.

## ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ

С 2000 года ООО «Предприятие КОНТАКТ-1» осуществляет выпуск ра-

диоволновых уровнемеров БАРС 322И (рис. 3). Приборы отлично зарекомендовали себя при решении задач бесконтактного измерения уровня сыпучих сред (цемента, извести, песка, щебня, руды, шихты, угля). При этом обеспечивается высокая надёжность и стабильность показаний в диапазоне от 0 до 30 м с погрешностью  $\pm 5$  см независимо от воздействий дестабилизирующих факторов (широкий диапазон температур, агрессивный характер измеряемой среды, запылённость). Приборы могут работать как автономно, так и в составе АСУ ТП. Одним из примеров применения уровнемеров семейства БАРС в составе системы управления является их использование в АСУ ТП цеха углеприёма обогатительной фабрики «Сибирь» [2].

На базе радиоволновых датчиков уровня БАРС 322И была разработана и успешно внедряется автоматизированная система АСК «Цемент-Завод». Структурная схема системы приведена на рис. 4.

В системе задействованы необходимые технические средства и программное обеспечение.

Технические средства:

- датчики уровня БАРС 322И (до 48 шт.);



Рис. 1. Современный цементный завод



Рис. 2. Цементные силосы



Рис. 3. Радиоволновый уровнемер БАРС 322И

- блок питания БП-240 (1 шт.) или БП-120 (до 2 шт.);
  - блок сбора и обработки данных Б1-БАРС 322 (до 2 шт.);
  - преобразователь интерфейсов ADAM-4561 (1 шт.).
- Программное обеспечение:
- сервер опроса приборов;
  - клиентское приложение;
  - сервер базы данных MySQL.

Датчики уровня БАРС 322И устанавливаются на цементных силосах. Приборы запитываются напряжением +20 В от блока питания БП-240, который изготовлен из модулей питания Siemens Logo!Power (24 В / 2,5 А), размещённых в шкафу CONCEPTLINE

400×400×220 мм фирмы Schroff. Частотные сигналы от датчиков поступают на блок сбора и обработки данных Б1-БАРС 322, который построен на базе следующих изделий фирмы Fastwel: модуля микроконтроллера CPU188-5BS, модулей ввода сигналов ТВИ-24/0С-3 и модулей вывода дискретных сигналов ТВИ-0/24С. Блок снабжён 16-кнопочной пылевлагозащищённой клавиатурой FK-3 (тоже Fastwel) и двухстрочным индикатором PC1602L (Powertip).

Блок Б1-БАРС 322 обеспечивает выполнение следующих функций:

- приём частотных сигналов от датчиков БАРС 322И (до 24 шт.);

- пересчёт значений частоты в значения уровня по калибровочным точкам;
- вычисление объёма продукта по вводимым тарифовочным таблицам;
- ведение архива (240 записей с заданным периодом);
- ведение журнала событий;
- отработка до двух уставок уровня по каждому каналу с формированием выходного сигнала «открытый коллектор» при их срабатывании;
- обмен данными с ПЭВМ по интерфейсу RS-485 (протокол ModBus RTU).

Программное обеспечение для блока выполнено на языке Borland C++ 5.02.

Блоки Б1-БАРС 322 поддерживают работоспособность системы при отсутствии ПЭВМ. На рис. 5 показано, как могут монтироваться блоки Б1-БАРС 322 и БП-120. Блоки Б1-БАРС 322 объединяются по интерфейсу RS-485 и через преобразователь ADAM-4561 (Advantech) подключаются к АРМ оператора. Протокол ModBus RTU даёт возможность при необходимости подключать блоки сбора и обработки данных к большинству SCADA-систем.

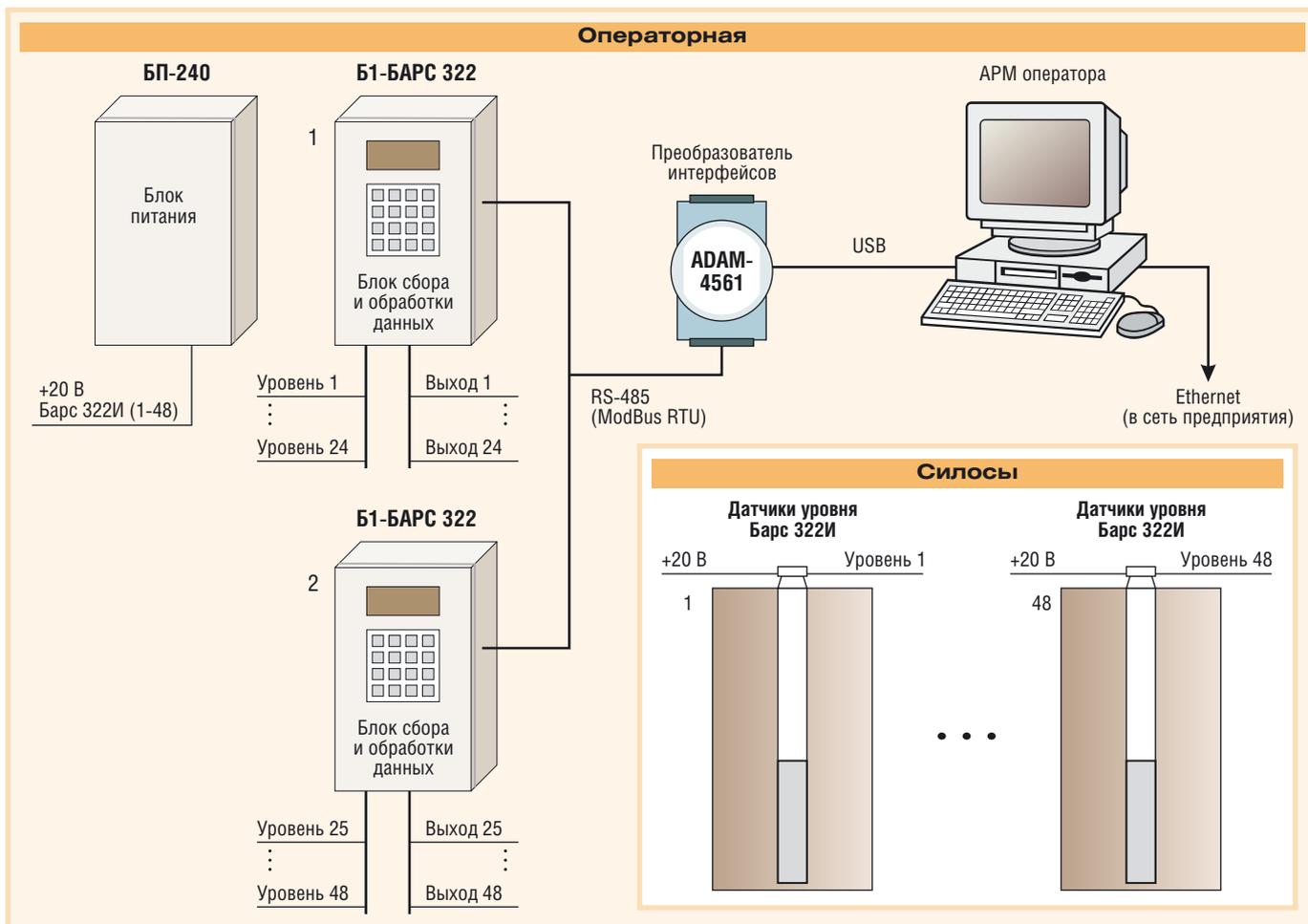


Рис. 4. Структурная схема АСК «Цемент-Завод»



Рис. 5. Монтаж блоков Б1-БАРС 322 и БП-120

На АРМ оператора могут быть установлены как все программы системы, так и отдельные части программного обеспечения (сервер опроса, клиентское приложение).

Перечислим функции основных частей программного обеспечения.

Функции сервера опроса приборов (PlantServer.exe):

- опрос блоков Б1-БАРС 322;
- пересчёт значений уровня цемента в значения массы по тарифовочным таблицам;
- сохранение данных по уровню и массе цемента в архиве;
- изменение марки цемента в силосе; ввод уставок для каждого силоса.

Функции клиентского приложения:

- отображение текущих и архивных значений уровня и массы цемента;
- просмотр журнала событий;
- создание и печать отчётов на основе текущей и архивной информации.

Функции сервера базы данных MySQL:

- ввод, коррекция и хранение таблиц, содержащих параметры настройки системы, тарифовочные таблицы, журнал событий, текущие и архивные значения уровня и массы цемента;
- регистрация и проверка прав доступа пользователей к системе;
- получение информации от сервера опроса приборов;
- предоставление информации клиентским приложениям, установленным на различных компьютерах.



Рис. 6. Экран просмотра клиентского приложения, на который выведены окна «Показания силоса» с отображением марки цемента, текущих значений уровня и массы

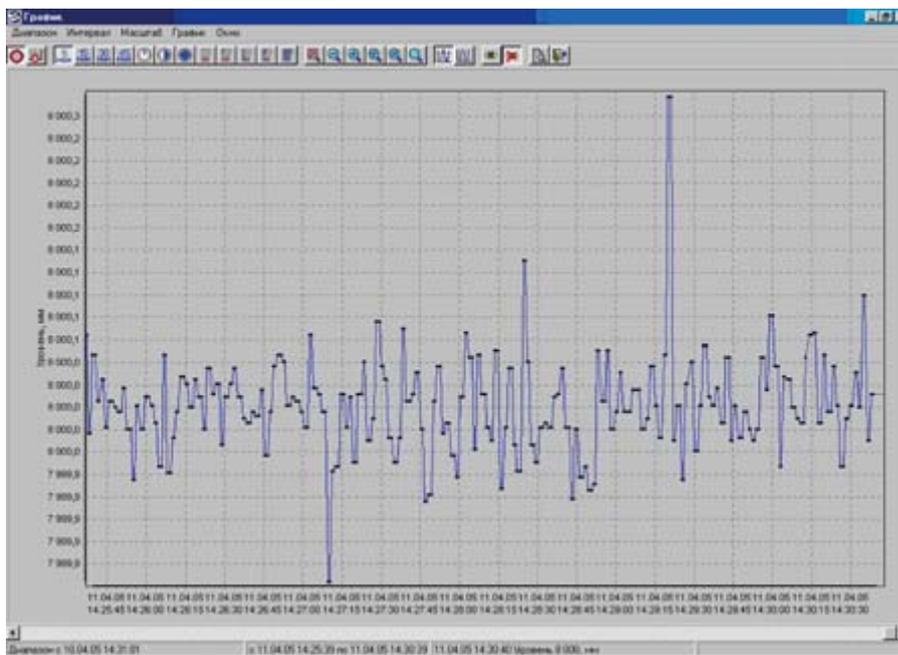


Рис. 7. Окно «График» отображает архивные или текущие значения выбранного параметра

Программное обеспечение сервера опроса и клиентского приложения выполнено на языке Borland Delphi 6.

Главной особенностью данной системы является то, что она может настраиваться для каждого конкретного цементного завода. При настройке вводится название силосов, осуществляется привязка к входам блоков Б1-БАРС 322, вводятся геометрические размеры силосов. Вычисление массы продукта для каждого силоса осуществляется по тарифовочным таблицам, которые вводятся для различных марок цемента. В системе предусмотрен ввод уставок уровня, при включении которых производится запись в журнал событий, цветовая и звуковая сигнализация. На рис. 6 показан экран просмотра клиентского приложения, на который выведены окна «Показания силоса», где отображаются теку-

щие значения уровня, масса и марка цемента.

Состояние параметров характеризуется следующими цветами:

- жёлтый — активна одна из предупредительных границ;
- красный — активна одна из аварийных границ;
- синий цвет индикатора — значение уровня в норме;
- чёрный — значение не обновляется.

Время последнего измерения отображается на всплывающей подсказке при наведении указателя мыши на поле значений уровня и массы.

На рис. 7 представлено окно «График», на котором отображаются архивные или текущие значения выбранного параметра. Наименование объекта, отображаемого параметра и его размерность приводятся в заголовке окна. При просмотре графика можно изме-

нять масштаб по обеим осям, задавать временной диапазон просмотра данных, включать/выключать отображение точек по узловым значениям. Система позволяет получить отчёт «График», который будет напечатан в том виде, в котором был выведен при просмотре.

Использование СУБД MySQL 3.23.51 для хранения архивов даёт возможность при необходимости экспортировать данные в АСУ предприятия. Одной из причин выбора именно этой СУБД стало стремление уменьшить стоимость ПО системы, так как MySQL распространяется бесплатно.

### **Опыт внедрения**

В настоящее время происходит активное внедрение АСК «Цемент-Завод» на цементных заводах. Ввод системы в эксплуатацию прошёл уже на трёх предприятиях. Ещё на трёх заводах ведётся монтаж оборудования. Внедрение системы обеспечило учёт готовой продукции, оптимизацию загрузки силосов, отображение архивной и текущей информации на компьютерах в сети предприятия, передачу данных в АСУ предприятия. Исключаются случаи хищения продукта и нарушения технологии при приёме/отпуске продукта.

Использование приборов БАРС 322И для цементного производства не ограничивается силосами готовой продукции. Были разработаны и внедрены на цементных заводах автоматизированные системы управления работой шлам-бассейнов, где эти радиоволновые уровнемеры применяются для контроля уровня шлама.

*ООО «Предприятие КОНТАКТ-1» благодарит ЗАО «Системы и комплексы» за плодотворное сотрудничество. ●*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Автоматизация производственных процессов в промышленности строительных материалов : Учебник для техникумов / Под ред. А.А. Ларченко. — Л. : Стройиздат, 1975.
2. Виктор Волков, Владимир Ивайкин, Александр Лазько, Алексей Кобелев, Сергей Мечетин. АСУ ТП цеха углеприёма обогатительной фабрики «Сибирь» // Современные технологии автоматизации. 2000. № 3.

**Авторы — сотрудники**

**ООО «Предприятие КОНТАКТ-1»**

**Телефон: (4912) 33-3324, 38-7647**

**Факс: (4912) 21-4218, 36-0240**