



# АСУ ТП бетонного завода

Роман Беляков, Юрий Ефимов, Кирилл Наранов

В статье описывается АСУ ТП бетонного завода, внедрённая в ООО «Торговый Дом Одинцово». Данная система позволила существенно снизить погрешность дозирования, ввести контроль расхода материалов на заводе и улучшить качество отгружаемой продукции.

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время на российском рынке недвижимости наблюдается постоянное увеличение количества строящихся и вводимых в эксплуатацию зданий. Такой рост неизбежно ведёт к увеличению спроса на расходные строительные материалы, среди которых одним из основных является бетон. В этих условиях каждая компания, производящая бетонные смеси, чтобы быть конкурентоспособной, должна обеспечивать высокую скорость приготовления бетона без потери его качества, что невозможно без автоматизации технологического процесса.

Несмотря на то что технология производства бетона и его рецептура в общем одинаковы, существует множество различных систем (конструкций заводов), реализующих процесс его приготовления. Поэтому, когда речь идёт об автоматизации технологического процесса или модернизации уже существующих решений, для каждой системы необходим индивидуальный под-

ход к проектированию АСУ ТП и её разработке.

Представленная в данной статье АСУ ТП была разработана и внедрена на бетонном заводе ООО «Торговый Дом Одинцово».

## ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Основными узлами бетонного завода являются три бетоносмесительные установки (БСУ), диспетчерская и лаборатория.

Функции БСУ:

- приготовление бетона (дозирование материалов согласно рецепту, выгрузка в смеситель согласно технологическому процессу);
- выгрузка бетона в автобетоносмеситель.

Функции диспетчерской:

- приём и оформление заявок;
- организация очереди, распределение и передача заявок на автоматизированные рабочие места операторов;
- контроль расхода цемента.

Основная функция лаборатории – контроль качества бетона.

Каждая БСУ имеет свою весовую систему, состоящую из тензодатчиков и подключённых к ним дозаторов. Помимо этого, в составе каждой БСУ есть два силоса (хранилища) для хранения и отгрузки активного вещества (цемент, известь). Во время выполнения заявки цемент может дозироваться только из одного из силосов. Каждая заявка состоит из циклов, количество которых определяется объёмом смесителя. Объём смесителя БСУ – 0,5 куб. м. Для загрузки инертных материалов в смеситель установка БСУ оборудована специальным подъёмником – скипом.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ТРЕБОВАНИЯ К АСУ ТП

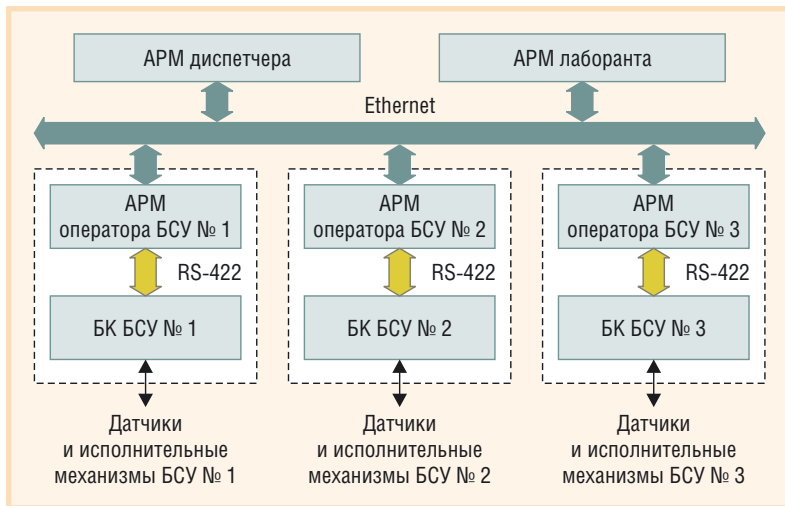
Назначение разработанной АСУ ТП – увеличение максимального объёма производства, контроль исполнительных механизмов, постоянный контроль расхода материалов.

Требования к АСУ ТП:

- уменьшение времени, затрачиваемого на приготовление бетонной смеси, с сохранением при этом технологии производства;
- сохранение данных для контроля материалов и произведённой продукции как по каждому циклу, так и по заявке в целом;
- отслеживание, выявление и обработка аварийных ситуаций на БСУ;
- управление исполнительными механизмами на БСУ;
- организация управления очередью для автоматического распределения заявок по всем БСУ;
- изменение дозировок бетонных смесей лабораторией.



Бетонный завод ООО «Торговый Дом Одинцово»



Условные обозначения:  
 АРМ — автоматизированное рабочее место; БСУ — бетонно-смесительная установка;  
 БК — блок контроллеров.

Рис. 1. Структура АСУ ТП бетонного завода



Рис. 2. Блок контроллера БСУ

**ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ**

Основываясь на особенностях объекта автоматизации и предъявляемых требованиях, была разработана следующая структура АСУ ТП, представленная на рис. 1.

Система состоит из двух уровней: нижнего и верхнего. Нижний уровень представлен блоками контроллеров (БК) БСУ (рис. 2), которые предназначены для получения измерительной информации с датчиков и непосредственного управления исполнительными механизмами. Верхний уровень состоит из трёх автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов БСУ, АРМ диспетчера и АРМ лаборанта. Все АРМ объединены между собой при помощи сети Ethernet. Каждая БСУ управляется с соответствующего АРМ оператора через определённый БК БСУ, так что управление исполнительными механизмами какой-либо из установок БСУ невозможно с рабочих мест других установок.

БК БСУ собран на базе контроллера RTU-188 (фирма Fastwel), к дискретным выходам которого подключены три панели релейной коммутации TBR8 (Fastwel), а к дискретным входам — плата TBI-24LC (Fastwel) для установки модулей гальванической развязки и шесть блоков ADAM-3016 (компания Advantech) для нормализации сигналов с тензодатчиков (рис. 3). Через плату TBI-24LC подключаются модули входных реле 70L-IACA (Grayhill), обеспечивающие гальваническую развязку. Устройства блока контроллера размещены в двух разных шкафах фирмы Rittal с целью разделе-

ния соединений с исполнительными механизмами и с АРМ оператора, в обоих шкафах использованы клеммные соединители WAGO. Электропитание напряжением разных номиналов (24 и 5 В) обеспечивается источниками PWR-242-A (Advantech) и EWS15-5 (Nemic-Lambda).

АРМ оператора БСУ реализовано на персональной ЭВМ (ПЭВМ). Для преобразования интерфейсов RS-422/RS-232 используется модуль ADAM-4520 (Advantech). Программное обеспечение (ПО) АРМ оператора БСУ разработано в среде графического программирования LabVIEW (рис. 4) компании National Instruments. Для организации связи между АРМ оператора и

БК БСУ применены интерфейс RS-422 и PLCNet OPC Server фирмы Fastwel. Обмен данными между всеми участниками бетоносмесительного процесса осуществляется по протоколу TCP. Для защиты от перепадов напряжения БК БСУ и АРМ оператора БСУ подключены к источнику бесперебойного питания серии ML (фирма GE Digital Energy) мощностью 500 В·А.

ПО БК БСУ и АРМ оператора БСУ реализуют следующие режимы:

- сервисный режим (калибровка весов, установка нормальных параметров исполнительных механизмов и тестовый режим);
- ручной режим ввода заявки (заявка вводится оператором вручную);

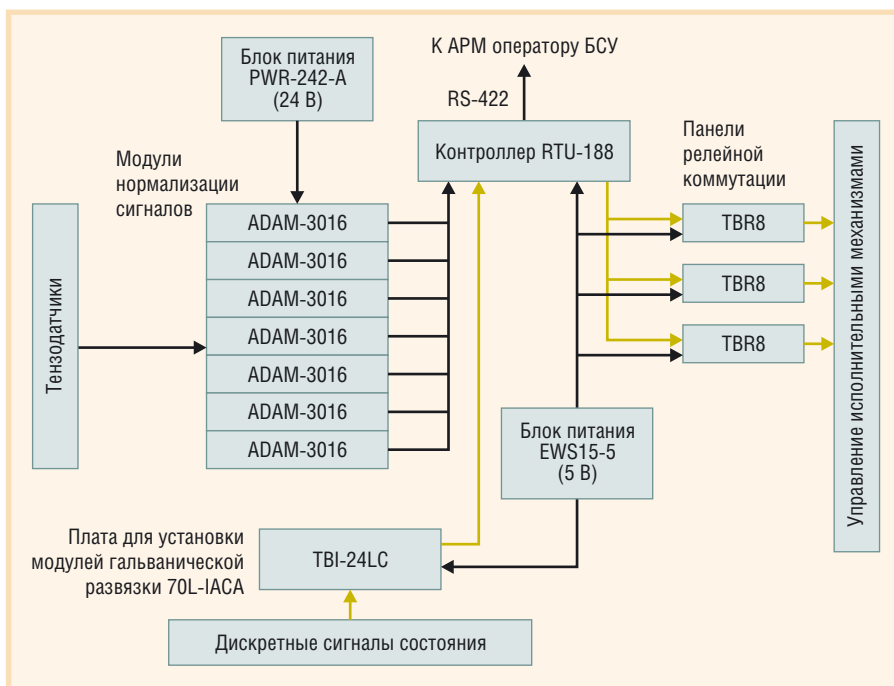


Рис. 3. Структурная схема блока контроллера

- удалённый режим ввода заявки (заявка поступает от диспетчера по сети Ethernet);
- автоматический режим выполнения заявки;
- полуавтоматический (ручной) режим выполнения заявки;
- аварийный режим выполнения заявки (выявление и обработка аварийных ситуаций);
- режим коррекции дозы по факту.

В сервисном режиме оператор БСУ вводит нормальные параметры исполнительных механизмов для автоматического выявления аварийных ситуаций при выполнении заявки. В тестовом режиме оператору предоставляется возможность управления исполнительными механизмами БСУ вне заявки для очистки бункеров и дозаторов, промывки смесителя и т.п.

В ручном режиме ввода заявки оператор выбирает смесь и самостоятельно вводит все необходимые данные по заявке, которые сохраняются в контрольных данных. В удалённом режиме ввода заявки оператору необходимо только указать номер силоса, с которого будет производиться дозирование цемента, и выбрать режим дозирования материалов (с коррекцией или без

коррекции дозы на следующий цикл), так как остальные данные вводит диспетчер при вводе заявки и постановке её в очередь.

Автоматический режим выполнения заявки заключается в том, что при выполнении заявки все действия инициируются верхним и нижним уровнями, без участия оператора. Оператор в этом режиме только контролирует ход выполнения заявки.

В полуавтоматическом режиме оператор инициирует все действия системы (команды на загрузку и разгрузку дозаторов, смесителя и т.д.). Система только набирает положенный вес в дозаторы и отслеживает возникновение различных аварийных ситуаций. В полуавтоматическом режиме для обеспечения безопасности поднятие и опус-

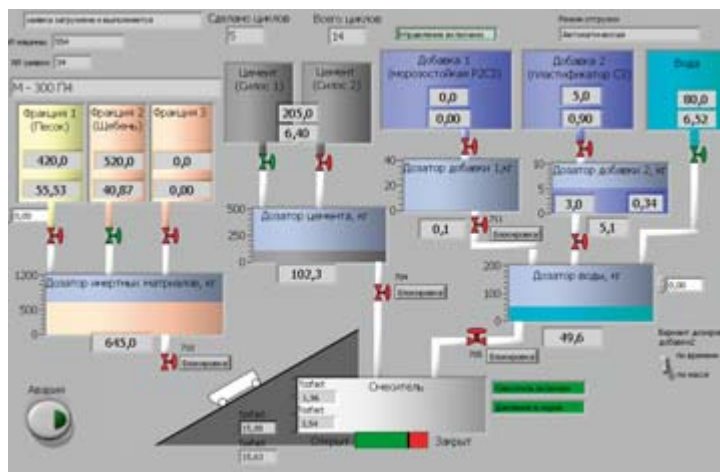


Рис. 4. Графический интерфейс АРМ оператора БСУ

кание скипа происходит по команде оператора с ручного пульта оператора БСУ. Полуавтоматический режим необходим в двух случаях: при возникновении определённых ошибок в процессе выполнения заявки и при отгрузке некоторых видов смесей.

Режим коррекции дозы по факту — это режим выполнения заявки, при котором дозировки материалов на следующий цикл рассчитываются, исходя из массы отгруженных материалов. Этот режим позволил уменьшить погрешность отгрузки материалов и про-

изведённой продукции до 1%. Сохранение контрольных данных по каждой заявке осуществляется на ПЭВМ, относящейся к определённой БСУ, и на АРМ диспетчера.

Основные функции АРМ оператора и БК БСУ:

- управление дозированием материалов, разгрузкой материалов из дозаторов и выгрузкой инертных материалов в смеситель при помощи скипа в соответствии с технологическим процессом приготовления бетонной смеси;
- сохранение контрольных данных;
- изменение (если требуется) дозировки воды для нормализации влажности выходной продукции и дозировки песка для некоторых видов смесей;
- автоматический расчёт дозровок на следующий цикл заявки;
- вывод на экран основных показателей текущей заявки;
- в случае необходимости (например, если система не отследила какую-либо ошибку) остановка автоматического выполнения заявки (данная опция активизируется по личному усмотрению оператора);
- расчёт количества циклов, исходя из введённого объёма заявки (бетона).

АРМ диспетчера (рис. 5) оборудовано ПЭВМ со встроенной платой интерфейсов RS-422/RS-485 PCI-1602A фирмы Advantech и подсоединённым к одному из COM-портов термопринтером. Плата интерфейсов используется для организации связи АРМ диспетчера с табло, состоящим из шести сегментов. Табло используется для высвечивания номера заявки, которая или уже выполняется (как при ручном режиме ввода заявки, так и при удалённом режиме), или готова к выполнению при удалённом режиме ввода заявки. На термопринтере печатается талон со всей необходимой информацией: номер заявки, государственный номер автобетоносмесителя, марка состава, объём и т.д. Вся информация о заявке сохраняется в базе данных, в которой при желании можно отследить её полный «жизненный цикл».

Одной из задач диспетчера является отслеживание количества цемента в силосах каждой БСУ для их своевременного пополнения. На экран АРМ диспетчера выводится информация о марке цемента в каждом из силосов, а также о его массе, которая рассчитывается исходя из разницы массы цемента,

отгруженного в силос при помощи перевозчика цемента, и массы цемента, израсходованного при изготовлении бетона. Такой подход позволил сэкономить на приобретении датчиков уровня для хранилищ цемента.

На экран монитора АРМ диспетчера выводится информация о состоянии каждой БСУ. Если в данный момент времени на БСУ выполняется заявка, то для задействованной установки на экране высвечиваются номер заявки, количество выполненных циклов, количество выполняемых циклов и госномер автобетоносмесителя.

Основные функции АРМ диспетчера:

- ввод (если требуется) заявки для последующей передачи её по сети;
- распечатка на термопринтере талона заявки с необходимыми данными;
- вывод номера исполняемых заявок на табло;
- контроль количества активного вещества (цемент, известь) в силосах каждой БСУ;
- контроль состояния каждой БСУ.

АРМ лаборанта – это ПЭВМ с установленным ПО. Основная функция лаборанта – оперативное изменение дозровок при изменении характеристик материалов, необходимых для приготовления бетона. Основной такой характеристикой является влажность инертных материалов, изменение которой может оказать влияние на прочность бетона. В АРМ лаборанта для удобства работы предусмотрена возможность создания и редактирования собственных групп дозровок.

Основные функции АРМ лаборанта:

- учёт влажности инертных материалов дозровок бетона и других смесей;
- работа с базой данных дозровок смесей;
- расчёт активных добавок для всех смесей;
- создание и редактирование собственных групп дозровок;
- сохранение дозровок на АРМ диспетчера и всех АРМ операторов;



Рис. 5. Графический интерфейс АРМ диспетчера

- установка пределов изменения дозировки воды по каждому виду смесей.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящий момент представленная в статье система находится в опытной эксплуатации в ООО «Торговый Дом Одинцово».

АРМ диспетчера системы поддерживает до трёх АРМ операторов, каждый из которых обслуживает определённую БСУ. Благодаря разработанной АСУ ТП удалось достичь следующих характеристик технологического процесса:

- минимальный объём заявки – 0,1 куб. м;
- максимальный объём заявки – 9,9 куб. м;
- максимальное количество циклов в заявке – 20;
- относительная погрешность отгрузки материалов – 1%;
- время функционирования системы при отключённом электропитании – до 10 мин.

Использование описанной АСУ ТП позволило:

- снизить погрешность дозирования расходных материалов, а, следовательно, и отгружаемой продукции;
- улучшить качество бетона;
- ввести контроль расхода материалов и отгружаемой продукции;
- увеличить количество видов отгружаемой продукции.

Разработанная система может применяться как целиком, так и отдельными блоками. В частности, АРМ оператора БСУ и БК БСУ могут использоваться отдельно от диспетчерской и лабораторной.

**Авторы – сотрудники группы компаний «Антрел»  
Телефон/факс: (495) 775-1721**