

# КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**В. АФАНАСЬЕВ**, д-р тех. наук, генеральный директор, **В. ЩЕБЛЫКИН**, ОАО «ВНИИКП»

ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности» (ОАО «ВНИИКП») — ведущая организация России в области комбикормового производства. Институт имеет более чем полувековой опыт работы по созданию эффективных видов продукции, технологий и оборудования для производства комбикормов и премиксов; проектированию и реконструкции комбикормовых предприятий; разработке многоуровневых автоматизированных систем и средств автоматизации управления на базе отечественной техники; разработке программных комплексов по расчету оптимальных рецептов комбикормов, премиксов, раций; исследованию качества и безопасности сырья и готовой продукции; разработке стандартов и сертификации продукции.

Проекты ВНИИКП по реконструкции и строительству заводов зерноперерабатывающего комплекса, в том числе комбикормовых и премиксных, включают в обязательном порядке создание на предприятиях автоматизированных систем управления производственными процессами. АСУ охватывают все участки: транспортные маршруты линий приема, подготовки и хранения сырья, линии основного дозирования, дозирования белково-минерального сырья, смещивания компонентов, а также линии специальной обработки комбикормов (гранулирования, экструдирования, экспандирования, микронизации, ввода жидких компонентов в смесители периодического действия или на стадии финишного напыления).

Как известно, качественные показатели комбикорма и, как следствие, эффективность его применения во многом определяются точностью дозирования и однородностью смещивания компонентов. Типовая автоматизированная технологическая линия дозирования и смещивания состоит из наддозаторных бункеров, подбункерных питателей, весового устройства, смесителя и транспортного оборудования, обеспечивающего подачу сырья в наддозаторные бункера и выгрузку готовой продукции. При необходимости добавления в корм жидких компонентов устанавливается специальное устройство по их вводу, которое работает как в автономном режиме, так и под управлением системы автоматизации цеха. Для повышения точности взвешивания порций применяется тензометрическая система, базирующаяся на элементах отечественного производства. В ней используются тензорезисторные датчики силы класса точ-

ности 0,02–0,04. Система тензометрии позволяет снизить погрешность взвешивания порций в статическом режиме и добиться точности  $\pm 0,05$ –0,1%. При этом повышается надежность работы весов.

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРЕМИКСОВ

Наиболее высокие требования к точности дозирования предъявляются при производстве премиксов. Институтом разработан типовой технологический регламент линии по производству премиксов; выпускается дозирующее и смещающее оборудование с малой погрешностью взвешивания и высокой однородностью смещивания. Применение шнековых питателей, конструктивные особенности которых обеспечивают равномерную подачу компонентов премиксов в весовое устройство, дало возможность получить высокую точность дозирования не только в статическом, но и в динамическом режиме. Огромный опыт работы в области производства премиксов позволил инженерам института создать модули дозирования микрокомпонентов. В состав каждого модуля входят до трех узлов дозирования. Весовые устройства имеют различную грузоподъемность, которая выбирается в соответствии с весом дозируемых порций микрокомпонентов. В зависимости от наименьшего веса требуемых по рецепту доз компонентов и от их общего веса максимальная грузоподъемность весов может составлять от 5 до 50 кг. Соответственно наибольшему пределу взвешивания выбирается дискрета индикации показаний веса порций, которая изменяется в диапазоне 1–5 г.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) выполняется на базе отечественных микронтроллеров, разработанных специально для систем управления комбикормовыми и премиксными заводами. Контроллеры технологических процессов, которыми комплектуются автоматизированные системы управления ОАО «ВНИИКП», оснащены модулями входных дискретных сигналов переменного тока напряжением от 24 до 220 В и модулями выходных сигналов с нагрузочной способностью 16 А при напряжении 220 В, что дает возможность непосредственного включения автоматизации в электротехническую схему и управления магнитными пускателями.

Основное достоинство данной системы управления — наличие системы операторского программирования (полностью отечественная разработка). Оператор без привлечения разработчиков может вводить изменения в

программу работы контроллеров. При изменении состава оборудования в систему управления легко включаются дополнительные механизмы и удаляются ненужные, корректируется время заполнения и разгрузки весовых бункеров, смесителей, время открывания или закрывания перекидных клапанов и задвижек. Причем для таких изменений не нужна дополнительная аппаратура (программаторы): они вносятся при помощи пульта или ЭВМ оператора.

Разработка программного обеспечения производится на языке, аналогичном языку CFC (непрерывные функциональные схемы) стандарта МЭК 61131-3 (отечественный аналог — ГОСТ Р 51841-2001). Это позволяет произвольно задавать порядок выполнения программных блоков. При разработке программы используются наборы библиотечных блоков или блоки, разработанные пользователем самостоятельно. Возможны объединение блоков в функциональные схемы, назначение им параметров и их соединение. При программировании не требуется вникать в детали (обработка алгоритмов, использование машинных ресурсов и др.), а можно полностью сосредоточиться на технологических аспектах проекта. Язык прост в изучении, нагляден и удобен для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики.

Создание программы работы оборудования на основе системы программирования состоит из следующих операций: запись в память контроллера набора необходимых алгоритмов в зависимости от того, какое технологическое оборудование используется в технологической схеме; задание взаимных логических связей между алгоритмами в зависимости от того, в какой последовательности должно включаться технологическое оборудование; задание для алгоритмов, требующих настройки работы, настроенных параметров.

Разработанная программа работы контроллера отображается при помощи блок-схемы, объединяющей и наглядно представляющей все три этапа ее разработки. Каждый алгоритм записывается в определенную ячейку памяти контроллера. Ячейка памяти с записанным в нее алгоритмом называется алгоблоком. Программа работы контроллера состоит из набора пронумерованных алгоблоков, содержащих различные алгоритмы, определяющие порядок работы конкретного вида технологического оборудования.

Типовой алгоблок представлен на рисунке 1. В качестве примера выбран алгоритм управления конвейером. Схематично изображен алгоблок №26, в котором записан адрес алгоритма А03, управляющего работой конвейера. Взаимное соединение логических входов и выходов различных алго-

блоков определяет взаимодействие и последовательность их работы, следовательно, порядок работы технологического оборудования. Настроочные входы (№02-04 и 06) определяют конкретные параметры работы технологического или транспортного оборудования.

В качестве настроенных параметров задаются: время включения и выхода в рабочий режим (разгона) оборудования; время открывания/закрывания задвижек и переключение перекидных клапанов; номер выходного канала (реле) контроллера, к которому согласно проекту подключено оборудование; номера входных каналов, к которым подключены блок-контакты пускателей, датчики блокировок работы оборудования (датчики подпора, реле контроля скорости лент норий и конвейеров), датчики уровня продукта в бункерах.

Для примера, показанного на рисунке 1, настроенные входы определяют:

- вход №02 — время, которое предоставляется конвейеру для включения и перехода в рабочий режим (разгона). В данном случае — 2 с;
- вход №06 — номер выходного канала, который должен включиться, чтобы включить пускатель конвейера. В данном случае это выходной канал (выходное реле) № 11. К этому выходному реле подключается катушка пускателя конвейера;
- вход №03 — номер входного канала, сигнал на котором проверяется через 2 с после включения выходного канала. В данном случае это входной канал №26. К нему подключаются блок-контакты пускателя конвейера;
- вход №04 — номер входного канала, сигнал на котором проверяется через 2 с после включения выходного канала. В данном случае это входной канал №27. К нему подключается датчик подпора продукта в загрузочной секции конвейера.

Добавляя, удаляя алгоблоки и алгоритмы, изменяя их связь друг с другом или параметры их настроенных входов, оператор самостоятельно может в широких пределах изменять программу работы контроллеров. Для обучения персонала работе с системой программирования требуется от нескольких часов до трех дней.

Еще одно несомненное достоинство разработанной автоматизированной системы управления — существенная дешевизна аппаратно-программных средств системы управления по сравнению с ведущими зарубежными аналогами, а также полное сервисное ее обслуживание.

Контроллеры монтируются в шкафах управления (рис. 2), содержащих необходимые кабельные каналы и клеммные сборки для подключения к ним внешних кабельных линий связи. Управление контроллерами и технологическими процессами осуществляется при помощи персонального компьютера, на котором установлен программный комплекс системы управления. Программное обеспечение ЭВМ верхнего уровня управления также полностью отечественная разработка. На экране дисплея показана технологическая



Рис. 1. Схема типового алгоблока системы программирования

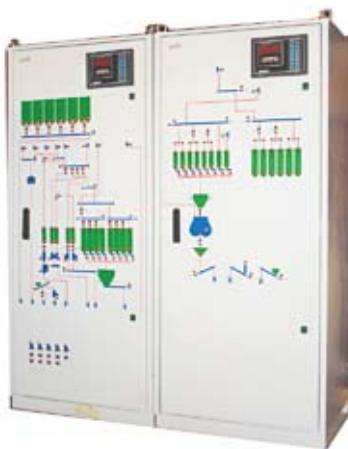


Рис. 2. Шкаф управления

схема, на которой в динамическом режиме в форме мультипликации отражаются изменения в работе оборудования. Система получает сигналы с контроллера или с другого оборудования, анализирует их и делает заключение о правильности работы оборудования. В случае его неисправности выдается сигнал тревоги (авария) и программа выключает аварийный участок. Информация о причинах отказов или сбоев в работе оборудования выводится на экран. Кроме управления производственным процессом фиксируется информация о запусках и остановах технологических линий с записью времени событий. Составляется отчет об аварийных ситуациях, отказах оборудования с указанием его наименования и о срабатывании датчиков блокировок. Ведутся архивы хода технологического процесса и возникающих аварийных ситуаций.

схема, на которой в динамическом режиме в форме мультипликации отражаются изменения в работе оборудования. Система получает сигналы с контроллера или с другого оборудования, анализирует их и делает заключение о правильности работы оборудования. В случае его неисправности выдается сигнал тревоги (авария) и программа выключает аварийный участок. Информация о причинах отказов или сбоев в работе оборудования выводится на экран.

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

При наличии на предприятии распределенной системы управления производством операторская ЭВМ включается в локальную компьютерную сеть предприятия. Функционирование распределенной сетевой системы управления начинается с решения задачи расчета рецептов. Программный комплекс расчета рецептов комбикормов, разработанный во ВНИИКП, позволяет рассчитывать оптимальные рецепты адресных кормов, ориентированные на сырье потребителя; автоматически корректировать аминокислотный состав сырья при изменении в сырье уровня сырого протеина; автоматически учитывать действие ферментных препаратов; задавать в качестве ограничений отношения показателей питательности; получать различные выходные документы (рецепты комбикормов, концентратов, премиксов; качественные удостоверения с результатами анализа; расход сырья и др.).

После расчета рецепта его параметры (наименование и процентные соотношения компонентов) по сети передаются на ЭВМ в операторскую. На экран монитора выводится окно работы с рецептом (рис. 3).

Для обеспечения корректного обмена информацией между программой расчета рецептов, программой управления и «бухгалтерской» программой (например, «1С-предприятие») в программе АСУТП создается справочник наименований сырья и готовой продукции на основе данных, получаемых из программы «1С-предприятие». На рисунке 4 показано окно такого справочника.

Важным в управлении предприятием является предоставление ежедневной информации о результатах работы производства. Это позволяет оперативно корректировать его ход. В конце рабочей смены оператор вызывает отчет о работе за смену и дает команду на формирование файла для программы «1С-предприятие». По сети файл результатов выработки продукции передается в локальную сеть предприятия и вводится в эту программу. В рамках «1С-предприятие» решаются различные учетные задачи в соответствии с возможностями данной программы. В конце каждого рабочего дня формируется отчет, который передается директору предприятия и заинтересованным службам.

Наличие информационной связи между программами расчета рецептов, управления и учета обеспечивает возможность включения системы управления технологическими процессами производства комбикормов и премиксов в единую систему управления предприятием. Эффективность такого комплексного подхода очевидна: максимальное использование преимуществ сетевого оборудования, высокая достоверность информации, минимизация человеческого фактора.

## КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ СЫРЬЯ

Кроме управления производственными процессами система управления комбикормовым предприятием вы-

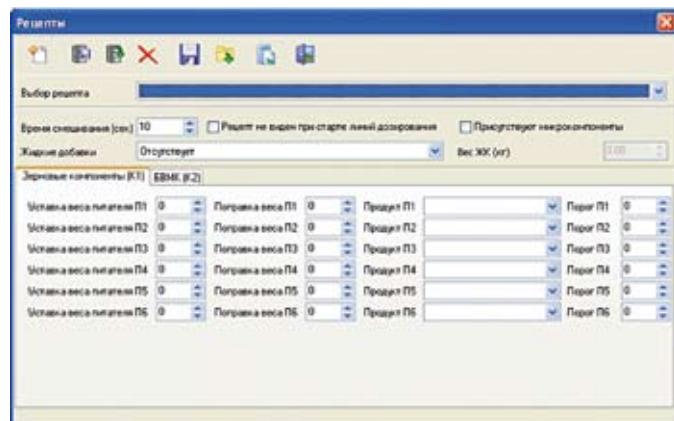


Рис. 3. Окно работы с рецептом

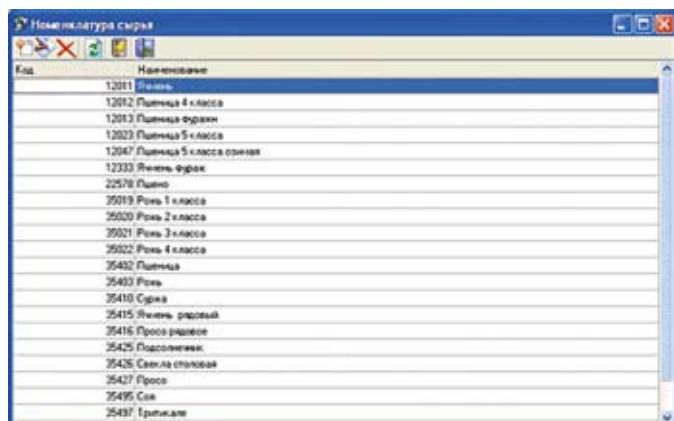


Рис. 4. Окно справочника номенклатуры сырья и готовой продукции

полняет еще одну важную функцию — дистанционный автоматизированный контроль температуры сырья при хранении его в складах силосного типа. В настоящее время предприятие по хранению и переработке зерна в соответствии с Федеральным законом № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 560 от 21.11.2013, Правилами промышленной безопасности, постановлением Правительства РФ № 390 от 25.04.2012 не могут эксплуатироваться без оснащения складов сырья силосного типа системами контроля температуры и уровня продукта. Отсутствие таких систем приводит к возникновению и развитию очагов самосогревания в силосах и бункерах.

ВНИИКП обладает большим научным потенциалом и практическим опытом в решении указанных задач. Институт занимается проектированием, изготовлением и вводом в эксплуатацию автоматизированных систем контроля температуры и уровня сырья в складах силосного типа. Системы выполнены на базе отечественной аппаратуры и программного обеспечения. Исследования и практические работы, проведенные совместно с ВНИИ противопожарной обороны, позволили разработать методы, средства обна-

ружения и подавления очагов самосогревания и самовозгорания сырья при хранении его в силосах.

Система дистанционного контроля дает возможность в автоматизированном режиме контролировать значения температуры сырья в силосе или бункере и характер ее изменения в любой промежуток времени, а также распечатывать отчеты по текущим и архивным данным в виде таблиц и графиков.

Система контроля температуры сырья выполняет следующие функции: прием данных от термоподвесок по цифровому интерфейсу; настройка термоподвесок; отображение информации о величинах измеряемых параметров и о вводимых настройках; отслеживание значений температуры до максимальных; ведение журнала событий; анализ возникновения очага самосогревания; обмен данными с ЭВМ.

Эффективность комплексного подхода к построению комплексных систем автоматизированного управления комбикормовыми предприятиями позволяет повысить безопасность и оперативность ведения технологических процессов. Максимальное использование преимуществ сетевого оборудования, высокая достоверность информации, минимизация человеческого фактора являются условиями повышения производительности труда и качества готовой продукции. ■