



Автоматизированная система контроля массы продуктов

Владимир Перепечаенко, Сергей Шипка, Виталий Майнов, Николай Михалев

Описана автоматизированная система дозированного отпуска растительного масла в технологическом потоке маслоэкстракционного производства Одесского МЖК.

Введение

Многие пищевые производства имеют непрерывный характер технологического процесса, обеспечивающего многоступенчатую переработку сельскохозяйственного сырья в пищевые продукты массового потребления (растительное масло, сахар, спирт, молоко, крупа, мука и т.п.). Для эффективной организации этих производств необходимо постоянно контролировать как количество израсходованного сырья и полученной из него готовой продукции, так и количество промежуточных продуктов, получаемых на каждом производственном участке. Практика показала, что наибольший эффект подобный контроль может иметь в том случае, если он носит комплексный характер и учет количества продуктов ведется по их массе.

Длительное время из-за отсутствия устойчиво работающих отечественных тензометрических систем, их громоздкости и высокой стоимости в пищевой промышленности для учета количества продуктов в технологическом потоке преобладали объемные методы или механические порционные весы, которые имеют большую погрешность и неудобны в работе. Отсутствие в производстве достоверного контроля за движением массы сырья, полуфабрикатов и готовой продукции создает благоприятные условия для злоупотреблений, приводит к значительным потерям дорогостоящих продуктов и не позволяет специалистам оперативно вмешиваться в ход производства с целью устранения возникающих нарушений. Поэтому создание комплексной автоматизирован-

ной системы контроля массы на предприятиях пищевой промышленности, обеспечивающей объективный контроль и регистрацию движения массы сырья, полупродуктов и готовой продукции, является актуальной проблемой, решение которой стало возможным в настоящее время благодаря появлению на рынке соответствующих технических средств для создания локальных сетей и высокоточных измерительных тензопреобразователей.

Для решения вышеназванных задач на АО «Одесский МЖК» в 1998 году была внедрена автоматизированная система контроля массы (АСКМ) на участке маслоливной станции маслоэкстракционного производства. Система разработана на базе ПЭВМ Pentium 200, микроконтроллера и модулей ввода-вывода серии ADAM-4000 фирмы Advantech, усилителей мощности фирмы Grayhill, тензорезисторных датчиков и пневмоэлектрических клапанов.

Описание технологической установки

В качестве объекта управления используется технологическая установка, схема которой показана на рис. 1.

Масло различных сортов по мере его производства собирается в накопительных баках. Включение насоса 1 или насоса 2 обеспечивает заполнение дозирующих баков в требуемом объеме. Управление насосами производится автоматически. В верхней точке трубопроводов, подающих в баки дозаторов масло, устанавливаются обратные клапаны Ко, которые обеспечивают предотвращение подсоса масла после отключения

насосов. Для устранения пенообразования масла концы трубопроводов опущены до дна каждого из баков.

Отпуск масла производится при помощи насоса 3 или насоса 4 после подключения автоцистерны к одному из двух трубопроводов с помощью специального переносного патрубка. С целью повышения точности дозирования предусмотрены две ступени работы системы при отпуске масла: грубое дозирование и точное дозирование. Грубое дозирование обеспечивается включением клапана Кгр одновременно с включением насоса 3 или насоса 4. Точное дозирование включается за 75 кг до достижения заданной дозы отпуска масла путем открытия клапана Кт, при этом часть масла возвращается во всасывающий патрубок насоса, чем обеспечивается резкое снижение его производительности. Отключение насоса 3 или насоса 4 и закрытие клапанов Кгр и Кт производится за 6 кг до достижения заданной дозы. Долив до заданной дозы осуществляется за счет слива остатка масла из трубопровода. Величина последнего долива подбирается экспериментально для каждой системы.

Система управления дозаторами обеспечивает отпуск двух типов масла — нерафинированного и рафинированного. К нерафинированному маслу относятся следующие сорта: прессовое 1, прессовое 2 и экстракционное, которые подаются в систему из разных баков. Для отпуска нерафинированного масла используется бак 1 полезной емкостью 7900 кг, для отпуска рафинированного масла — бак 2 полезной емкостью 1800 кг. Система обеспечивает от-

пуск масла в трех режимах: непрерывном, порционном и раздельном.

Непрерывный режим работы максимально автоматизирован и используется при отпуске масла в автоцистерны любой емкости в виде одной дозы. Порционный режим применяется при отпуске заданной дозы масла по частям, например в тех случаях, когда неизвестна емкость автоцистерны или отпуск масла производится в автопоезд. Раздельный режим используется при необходимости обеспечения быстрого отпуска масла малыми дозами нескольким покупателям. В первых двух режимах масса наливаемого в дозирующие баки масла равна массе сливаемого из них масла, в последнем режиме масса наливаемого в дозирующий бак масла больше массы масла, сливаемого отдельным покупателям.

Система управления дозаторами имеет достаточную надежность и удобна как в работе, так и при отладке, метрологической аттестации и поверке системы. Этому способствуют резервирование функций в системе и установка локальной станции с местным индикатором и средствами ручного управления в производственном помещении рядом с дозирующими баками. Погрешность отпуска масла не превышает 0,1%.

Структурная схема АСКМ

Структурная схема системы АСКМ приведена на рис. 2

Система имеет двухуровневую структуру. При этом нижний уровень реализуется локальной станцией, на которой установлены микроконтроллер, индикатор для отображения текущих значений массы в баках и средства ручного управления насосами и клапанами. Верхний уровень реализован на базе ПЭВМ и используется для управления системой. Связь между локальной стан-

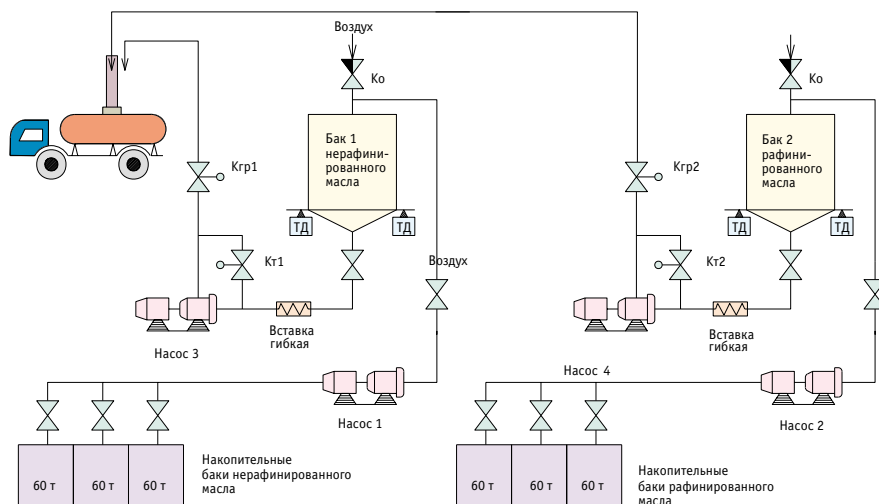


Рис. 1. Технологическая схема установки дозированного отпуска растительного масла потребителям на АО «Одесский МЖК»

Условные обозначения:

Кгр — клапан «грубого» налива,
Кт — клапан «точного» налива,
Ко — клапан обратный,
ТД — тензодатчик.

цией и ПЭВМ обеспечивается по интерфейсу RS-232, связь между микроконтроллером и модулями ввода/вывода осуществляется по интерфейсу RS-485.

В составе АСКМ используются следующие устройства:

- программируемый микроконтроллер ADAM-4500;
- модуль ввода аналоговых сигналов от тензодатчиков ADAM-4016 (2 шт.);
- модуль вывода дискретных сигналов для управления исполнительными устройствами ADAM-4050;
- модуль ввода аналоговых сигналов для отслеживания колебаний питающего напряжения ADAM-4012;
- модуль последовательного интерфейса RS-485 PCL-745B;
- индикатор вакуумно-флуоресцентный (2×20 символов) фирмы IEE;
- тензорезисторные датчики TBC-2 (по три штуки под каждым баком) соот-

ветствующей грузоподъемности (5 тонн и 1 тонна);

- модули коммутации цепей постоянного тока (3... 60 В, I_{max}=3,5 А, 4 шт.) и модули коммутации цепей переменного тока (24...280 В, I_{max}=3,5 А, 6 шт.) фирмы Grayhill;
- монтажные панели фирмы Grayhill (3 шт.) для установки до четырех модулей коммутации на каждой из них.

Модуль PCL-745B устанавливается на материнской плате ПЭВМ, тензодатчики — под дозирующими баками, а остальные модули — в навесном шкафу фирмы Schroff/Hoffman.

Основные технические решения

Задача создания АСКМ осложнялась тем, что взвешивание масла должно производиться в динамике при заполнении и при опорожнении баков, а точ-

ность отсечки потока масла зависит от времени реакции системы и быстрого действия исполнительных устройств. С учетом этого в системе реализованы следующие технические решения:

- программа взвешивания и дозирования размещена в памяти микроконтроллера;
- программа работы микроконтроллера начинает функционировать сразу после подачи на микроконтроллер электропитания, производит циклическое измерение массы по каждому баку, выполнение команд от ПЭВМ и индикацию на табло полученных результатов;
- для метрологической стабильности в систему встроена специальная подсистема на базе модуля ADAM-4012 для корректировки результатов измерения массы при колебаниях напряжения в сети электропитания системы;
- для передачи аналоговых сигналов низкого уровня от тензодатчиков используется измерительный кабель с высококачественным медным экраном и малым сопротивлением медных жил.

Для обеспечения оперативности и надежности контроля реализованы следующие особенности системы:

- каждый отпуск масла регистрируется в базе данных в формате Access97, при этом запоминается информация о покупателе, номере автомашины, массе и сорте отпущенного масла, дате и времени отпуска;
- пользователю предоставлены следующие возможности по работе с базой данных: просмотр записей, удаление записей и всей базы данных (по паролю), формирование отчета по согласованной с пользователем форме;
- в ПЭВМ размещены две программы управления отпуском масла: тестовая программа, которая позволяет произвести отладку системы и выявить ее параметры, и базовая программа, которая обеспечивает выполнение всех функций системы.

Внешний вид локальной станции и основного пульта управления системой на базе ПЭВМ в заводских и лабораторных условиях показан на рис. 3, дозатор масла — на рис. 4.

Основные функции АСКМ

Использование в системе современной ПЭВМ, операционной системы Windows 95 и языка программирования Visual Basic 5.0 позволило существенно расширить традиционные функции систем контроля и организовать графический интерфейс общения оператора с системой.

АСКМ реализует следующие функции:

- автоматическое измерение массы локальной станцией с заданной циклическостью;
- отображение результатов измерения массы на индикаторе локальной станции;
- автоматическое заполнение и слив масла из бака в одном из трех режимов (непрерывном, порционном или раздельном) с индикацией процесса на мнемосхеме системы, демонстрируемой на экране монитора ПЭВМ;
- автоматическая регистрация всех операций по отпуску масла в базе данных системы;
- просмотр записей базы данных на экране монитора с возможностью удаления по паролю отдельных записей или всей базы данных;
- автоматическая сортировка в базе данных и формирование отчетов о реализации масла по согласованной с пользователем форме за любой период времени, возможность просмотра отчета на экране монитора и распечатки его на принтере;
- демонстрация работы системы с использованием встроенных в нее имитаторов;
- ручное управление заполнением баков и сливом масла по показаниям местного индикатора при отладке, метрологической аттестации и поверке системы;
- автоматическое аварийное отключение системы при нажатии на экране

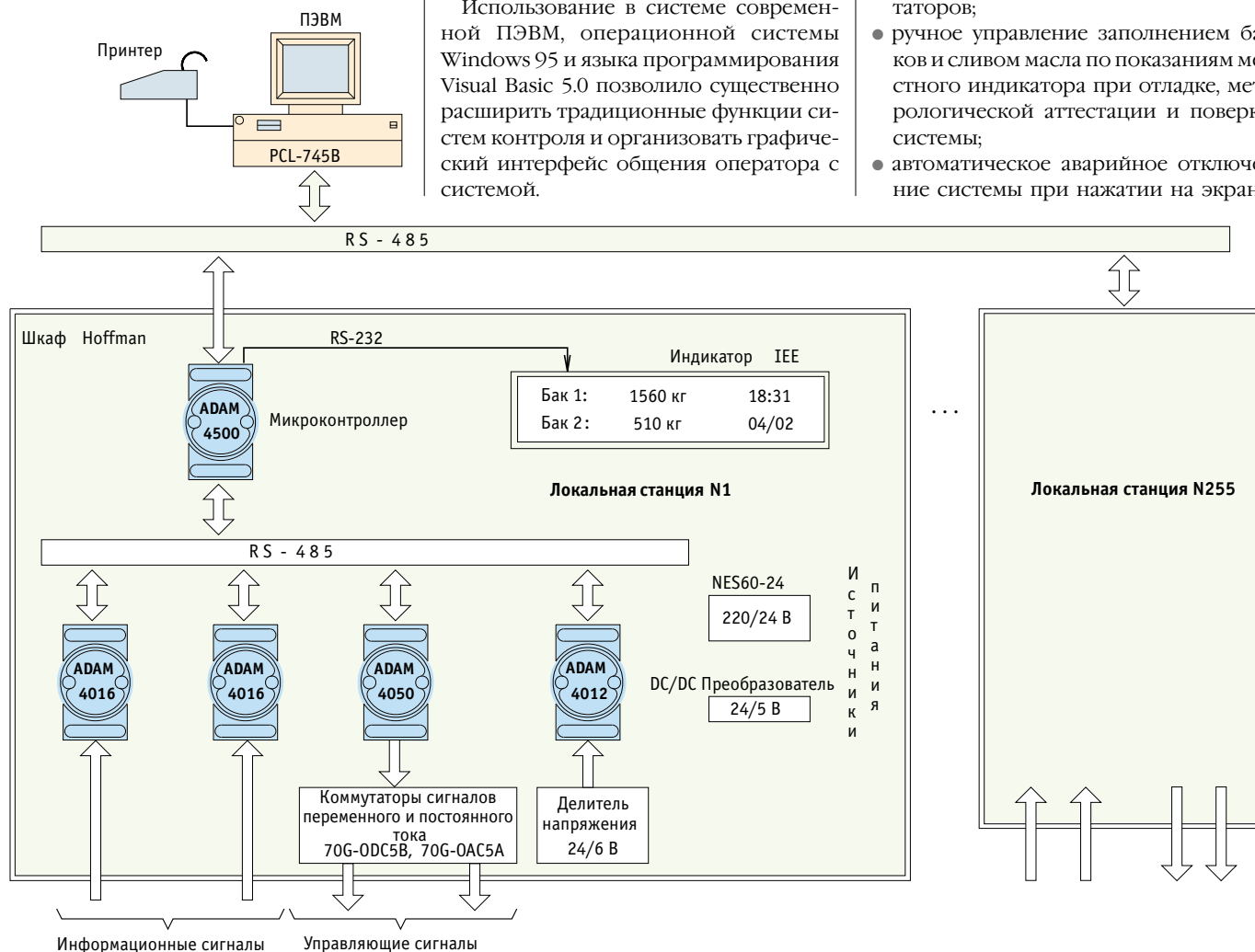


Рис. 2. Структурная схема автоматизированной системы контроля массы (АСКМ)



Рис. 3а. Локальная станция в цехе



Рис. 3б. Локальная станция и основной пульт управления системой на базе ПЭВМ при отладке в лабораторных условиях

монитора клавиши ОСТАНОВ или отсутствия изменений массы масла в баке более 4 секунд.

Примеры отображаемой при работе системы информации показаны на рис. 5, 6.

Технические характеристики АСКМ приведены в табл. 1.

Программное обеспечение

Программа верхнего уровня взаимодействует с локальной станцией, используя свойства, методы и события, предоставляемые коллекцией объектов локальных станций и дозаторов. Эти объекты создаются работающей на ПЭВМ верхнего уровня программой «Монитор локальных станций» и доступны любому клиентскому приложению в Windows 95, которое может использовать элементы управления ActiveX.

Так, например, для получения текущего веса масла в баке 1 (дозатор 1) программа верхнего уровня читает свойства «вес» объекта «дозатор», а для загрузки бака 2 (дозатор 2) используется метод «загрузка» дозатора 2, которому передаются параметры «сорт масла» и «доза загрузки».

Программа «Монитор локальных станций» периодически извещает локальную станцию о готовности к обмену. Получив от локальной станции подтверждение готовности, «Монитор локальных станций» выполняет сеанс связи, обновляя таким образом сведения о состоянии локальной станции и ретранслируя команды верхнего уровня.

Программа локальной станции состоит из инициализирующей и основной частей. Инициализирующая часть выполняется однократно после подачи питания, основная же часть выполняется циклически.

Инициализирующая часть программы производит:

- проверку наличия модулей ADAM, их типов и соответствия настроек модулей заданным;

- чтение блока команд от ПЭВМ, его обработку и выдачу ответа;
- отображение массы и режима работы на местном индикаторе.

Перспективы использования АСКМ

Предложенный вариант системы является успешной попыткой решения проблемы контроля массы жидких продуктов в технологическом потоке пищевых производств. Полученные результаты позволяют создавать различные варианты подобных систем с гарантированными показателями качества.

В зависимости от потребностей пользователя система может создаваться и в упрощенных вариантах:

- без микроконтроллера, с непосредственным управлением дозированием с клавиатуры ПЭВМ;
- без ПЭВМ для организации учета прохождения массы продукта через систему, с индикацией результатов учета на табло локальной станции и воз-



Рис. 4. Дозатор масла

- выдачу сообщения об ошибке, если модуль не обнаружен или обнаружен модуль не того типа;
 - перепрограммирование модулей, параметры которых не соответствуют заданным.
- Основная часть программы выполняет:
- чтение данных из модулей ADAM и их обработку;

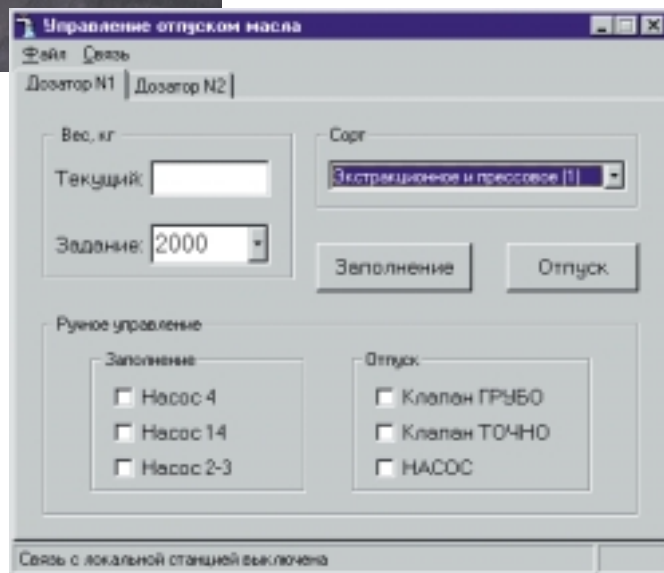


Рис. 5. Пример работы тестовой программы

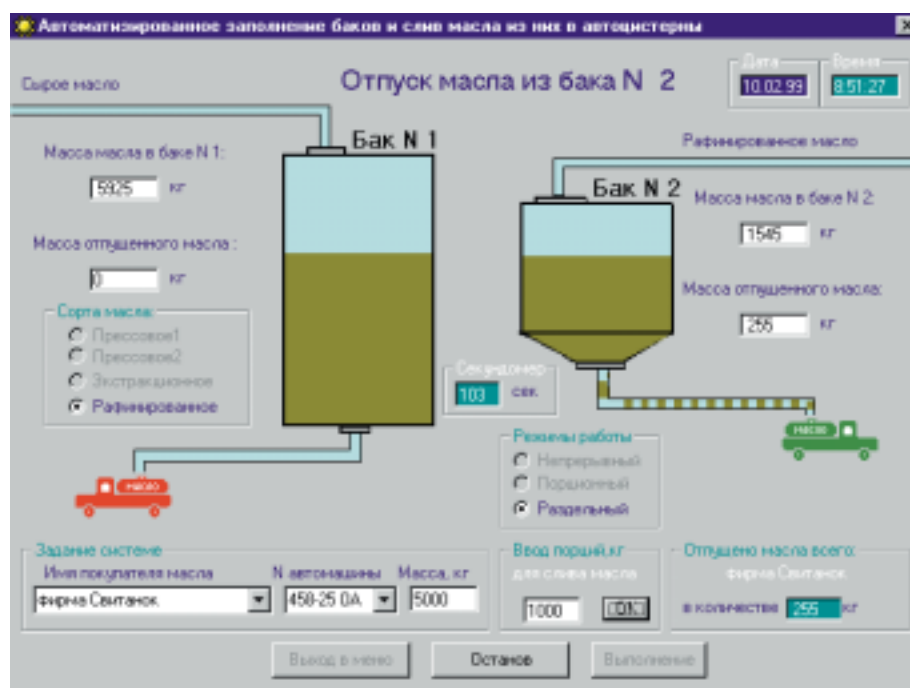


Рис. 6. Информация, отображаемая при сливе масла в автоцистерну в раздельном режиме

Таблица 1. Технические характеристики АСКМ

Наименование параметров	Значения параметров	
	Бак 1	Бак 2
1. Наибольший предел дозирования, кг	7900	1800
2. Наименьший предел дозирования, кг	30	10
3. Дискретность отсчета, кг	1,0	1,0
4. Цена поверочного деления, кг	1,0	1,0
5. Погрешность при нагрузке образцовыми гирями, кг	±1,5	±1,5
6. Производительность системы при наполнении баков, кг/с	23	18
7. Производительность при отпуске масла в автоцистерну, кг/с	17	7
8. Точность отсечки при заполнении баков дозаторов, кг	±5	±3
9. Точность отсечки при отпуске масла в автоцистерну, кг	±2	±1
10. Номинальное время измерения массы, с	0,3	0,3
11. Время установления рабочего режима системы, ч	0,5	0,5

возможностью передачи результатов учета по локальной сети в ПЭВМ.

Последний вариант будет значительно дешевле и позволит поэтапно создавать в производстве локальные станции, образующие комплексную систему контроля движения сырья, полупродуктов и готовой продукции.

В пищевой промышленности широко распространены автоматические порционные весы для учета сыпучих продуктов (зерна, семян, шрота, муки, крупы и т.п.), конструкция которых к настоящему времени физически и морально устарела. При модернизации этих весов и встраивании в них тензодатчиков станет возможным успешно использовать описанные технические решения и при учете сыпучих продуктов.

Эффект от использования данной системы очевиден. Прежде всего, высокая точность дозирования масла обеспечивает экономию отпускаемого масла. Помимо этого, интенсифицируется процесс отпуска масла, автоматизируется оформление сопроводительных документов, исключаются ошибки персона-

ла. Повышение производительности маслосливной станции имеет особо важное значение в период сезонного пика производства масла.

Опыт внедрения данной системы подтвердил высокие эксплуатационные характеристики использованных микропроцессорных средств. Полученные результаты позволили унифицировать принципиальные решения в части технического и программного обеспечения комплексных систем контроля движения материальных потоков, что минимизирует затраты при тиражировании аналогичных систем на предприятиях пищевой промышленности. ●