

Учет муки и готовой продукции на булочно-кондитерском комбинате

Борис Красных, Ильгиз Гильфанов

В данной статье описана реализованная АСУ ТП хлебо-булочного предприятия. Система выполняет широкий набор функций, среди которых контроль остатков муки разных сортов и свободных объемов в силосах, прихода и расхода сырья, работы оборудования и выхода готовой продукции, а также формирование отчетов разного уровня.

ВВЕДЕНИЕ

Основным исходным сырьем для хлебо-булочных предприятий, как известно, является мука. На крупных предприятиях за сутки десятки тонн муки проходят волшебный процесс превращения в батоны разных мастей, рогалики, сушки, кексы, пряники, рулеты, торты и т.п. Возрастающие объемы производства при расширении номенклатуры выпускаемой продукции, увеличение цен на муку на фоне конкурентной борьбы с другими производителями аналогичной продукции до предела обостряют проблему учета расхода и хранения этого сырья. Прибыль предприятия в немалой степени зависит от того, по какой цене и в каком количестве закуплена мука и как рационально она израсходована. Вот почему важное значение приобретает автоматизация задачи сменного и суточного учета прихода-расхода муки. В проекте хлебозаводов, введившихся в эксплуатацию в начале 70-х годов, такая автоматизация предусматривалась на основе технических средств, имевшихся в то время. На одних заводах эта автоматизация внедрялась, но плохо работала или не работала совсем, на других заводах не внедрялась, хотя была предусмотрена в проекте, как, например, в Казанском АООТ «Булочно-кондитерский комбинат».

Наиболее точно и эффективно учет муки может производиться с помощью автоматизированной системы на базе современных программно-технических средств. Именно такая сис-

тема учета расхода муки, разработанная и внедренная на Казанском булочно-кондитерском комбинате специалистами ОАО «ICL-КПО ВС», успешно и безотказно функционирует на данном предприятии уже более года.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

На крупном хлебо-булочном предприятии мука хранится в силосах. Это большие вертикальные цилиндрические емкости на 30-35 тонн исходного сырья. Полтора десятка силосов, обвязанные трубами сжатого воздуха и пневмотранспорта, представляют собой склад бестарного хранения муки (БХМ).

Доставляется мука на предприятие в муковозах. На автомобильных весах

производится начальное взвешивание муковоза. В зависимости от сорта муки емкости муковоза подсоединяют с помощью гибкого рукава-шланга ко входу определенного силоса, включается компрессор муковоза, и воздушно-мучная смесь сверху загружается в силос (рис. 1). Это процесс закачки. По окончании закачки пустой муковоз снова проходит операцию взвешивания — так определяется количество доставленной муки.

На технологические линии изготовления булочно-кондитерских изделий мука со склада БХМ поступает по трубам пневмотранспорта: открывается вентиль сжатого воздуха, включается роторный питатель определенного силоса, и воздушно-мучная смесь из



Казанское АООТ «Булочно-кондитерский комбинат»



Рис. 1. Разгрузка муковоза

нижней конусообразной части силоса, пройдя через просеиватель и десятки метров труб, оказывается в необходимом производственном бункере. Это процесс откочки муки из силоса.

В конце каждой смены снимается информация по остаткам муки в каждом силосе, после чего эти данные передаются сменным мастерам, начальнику цеха, а также в бухгалтерию. Делалось это до внедрения автоматизированной системы учета расхода муки следующим образом: оператор БХМ, поднявшись на последний этаж, с помощью карманного фонаря через люки по верхней кромке муки оценивал ее количество в каждом силосе. Такой контроль количества сырья порой приходилось делать за смену несколько раз, так как в процессе закачки-откочки необходимо постоянно представлять себе меру загруженности силосов: переполнение силосов чревато плачевными последствиями, а недогруз ведет к неэффективному использованию их объемов. Но самое главное, такая субъективная оценка количества муки дает большую погрешность определения остатков (до двух-трех тонн на силос). Дело в том, что различные сорта муки

имеют разную плотность, и если ржаной муки в силос можно загрузить до 30-31 тонны, то муки высшего сорта — до 35 тонн. Кроме того, в процессе откочки муки в нижней конусообразной части силоса образуются пустоты, порой большие по объему, которые не просматриваются сверху сквозь толщу муки даже с фонарем.

Оператор БХМ в течение трудовой смены, помимо силосов, постоянно имеет дело еще со множеством другого оборудования: с несколькими просеивателями, парой десятков производственных бункеров. Все это оборудование территориально разбросано. Кроме приема доставленной муковозом муки, оператор должен вовремя заполнить определенный производственный бункер необходимым сортом муки или необходимой смесью разных сортов муки для того, чтобы не было простоя в работе следующих производственных участков технологической цепочки. Оператор должен быть постоянно начеку и вовремя выключить подачу муки в тот или иной бункер во избежание его переполнения или при возникновении аварийной ситуации. Все сказанное требует создания системы, которая бы

собрала текущую информацию о работе оборудования и отобразила бы ее в операторной в компактном и удобном для восприятия виде.

Необходимо сказать, что на данном предприятии информация собиралась и отображалась на больших мнемощитах с помощью лампочек накаливания. С этих же мнемощитов при помощи кнопок и переключателей можно было включать электродвигатели роторных и шнековых питателей, управлять кранами-переключателями, направляя муку в тот или иной производственный бункер. Но вследствие низкой надежности элементов этой лампочечно-кнопочной системы все, что осталось работоспособным к моменту разработки новой системы, — это несколько лампочек индикации переполнения бункеров и кнопки включения роторных питателей.

Функции АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Задача перед разработчиками автоматизированной системы первоначально ставилась простая: в режиме реального времени отслеживать количе-

ство муки в каждом силосе с помощью современных аппаратно-программных средств. Тривиальность технического решения этой задачи очевидна: использование тензодатчиков и тензопреобразователей, преобразование кодов АЦП в реальные значения весов, сохранение данных в электронном архиве АРМ оператора и передача этих данных в виде отчетных форм на сервер локальной компьютерной сети предприятия для бухгалтерии. Точность учета остатков муки с помощью такой системы увеличивается на порядок. Но система, постоянно сканирующая информацию о значениях веса муки в силосах, при небольшой доработке может выполнять еще ряд немаловажных функций, которые позволяют более эффективно использовать объемы силосов и в какой-то мере облегчают труд оператора БХМ. Остановимся подробнее на этих функциях.

Кроме значений веса, система может подсчитывать и выдавать на экран дисплея АРМ оператора данные о свободных объемах силосов. Для этого программа использует значение максимального веса муки данного сорта, который можно загрузить в силос. Опера-

тор имеет возможность нажатием кнопки мыши переназначать сорт перед загрузкой в пустой силос муки другого сорта. Система по назначенному сорту корректирует значение максимального веса и в дальнейшем это значение использует для подсчета свободных объемов. В результате имеется оперативная информация, владея которой, можно рационально и эффективно использовать объемы силосов. При превышении максимального веса муки в процессе закачки система сама прекратит закачку путем отключения компрессора муковоза во избежание переполнения силоса. Назначение сортов муки для силосов позволяет системе также подсчитывать общее количество наличной муки по разным сортам.

Система предоставляет оператору возможность «делить» муку с одного муковоза в несколько силосов. В этом случае оператор должен предварительно задать значение веса муки для закачки в первый силос. Когда в силос закачается заданный вес, система автоматически отключит компрессор муковоза. Емкости муковоза подключаются ко входу второго силоса, и задается новое



Рис. 2. Датчики закачки на входных трубах силосов

значение закачиваемого веса. Эти операции повторяются до тех пор, пока вся доставленная мука не будет «раскидана» в несколько силосов.

Если во входные трубы силосов встроить датчики (рис. 2), фиксирующие моменты начала и окончания закачки, то появляется возможность в автоматическом режиме определять количество закачанной за каждый сеанс муки. При появлении потока воздушно-мучной смеси срабатывает датчик, сис-

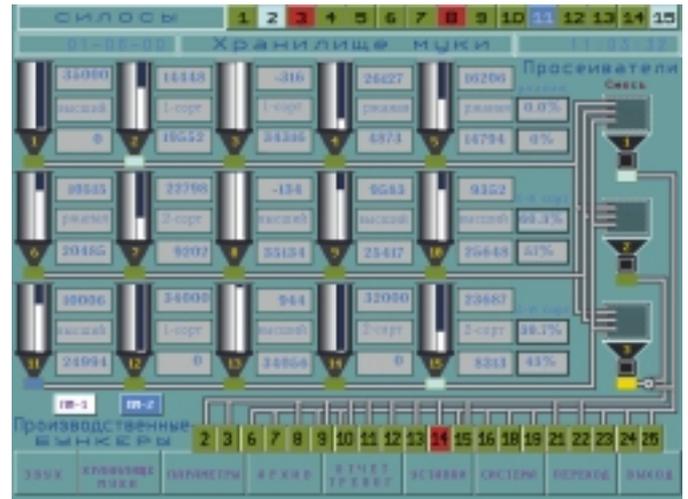
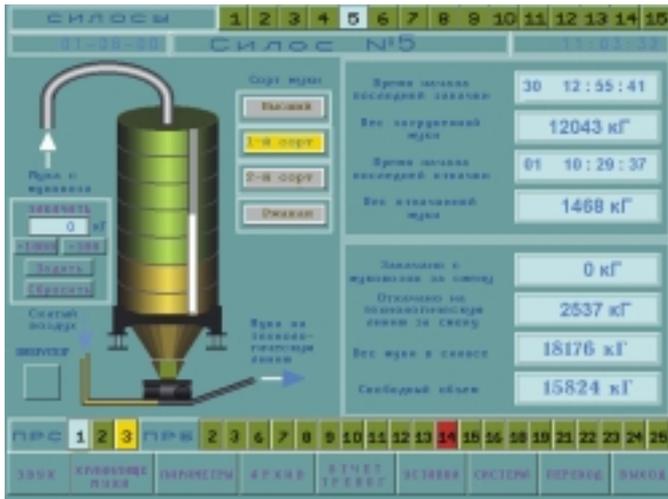


Рис. 3. Состояния силосов на экранах АРМ оператора

тема запоминает начальный вес силоса. В конце заправки по обратному срабатыванию датчика определяется конечный вес. В результате имеем вес муки, доставленной муковозом. Может сложиться ситуация, что в это время идет откачка из данного силоса. В таком случае система автоматически прерывает откачку путем отключения роторного питателя силоса с началом заправки.

Введя в систему сигналы с контактов магнитных пускателей включения роторных питателей откачки силосов, можно отслеживать в реальном времени количество откачанной муки. Эта информация позволяет оператору держать под контролем процесс заполнения производственных бункеров и скорость откачки.

Система подсчитывает также общее количество муки, закачанной в данный силос и откачанной из силоса за смену, за сутки, а также суммарное количество муки одного сорта по силосам. Эта информация отображается на экране дисплея, а также заносится в отчетные формы для бухгалтерии.

Для изготовления некоторых видов продукции требуется засыпать в произ-

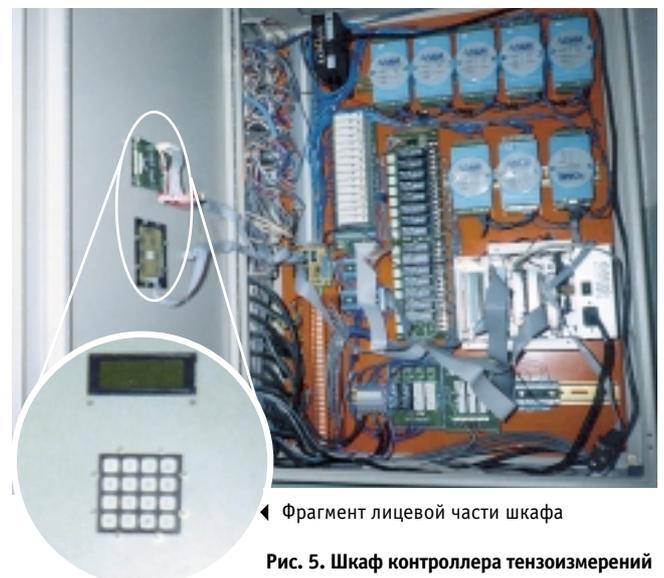
водственный бункер смесь из разных сортов муки. При этом важно точно соблюдать заданное процентное соотношение сортов. Прежде это соотношение определялось буквально по цвету полученного теста. Естественное желание получить более качественную продукцию приводило к перерасходу более дорогих сортов муки. Как уже было отмечено, система имеет возможность определять количество откачанной муки в процессе откачки. При одновременной откачке из более чем одного силоса с разными сортами муки система использует эти данные для определения процентного соотношения сортов. У оператора перед глазами имеется текущее процентное соотношение, и он может оперативно регулировать скорости откачки из силосов, приводя процентное соотношение к требуемому (рис. 3). Процентные соотношения сохраняются в архиве для последующего анализа, если в этом возникнет необходимость.

В процессе откачки муки из силоса часто возникает неприятная ситуация, которую операторы именуют словом «зависание». Это значит, что в нижней час-

ти силоса перед роторным питателем организовалось пустое пространство, и мука перестает поступать в питатель и далее в трубы пневмотранспорта. Для устранения ситуации «зависания» оператору необходимо «встряхнуть» силос. Делается это включением вибраторов, прикрепленных к силосам. До внедрения системы нередко в ход пускался наш главный отечественный инструмент — кувалда. Теперь же система сама отслеживает возникновение ситуации «зависания» по признаку включенной откачки, если при этом не происходит уменьшение веса силоса с мукой. При «зависании» автоматически включится вибратор на короткое время, и такое включение будет происходить через определенные промежутки времени до тех пор, пока мука снова не начнет поступать на технологическую линию. Система известит оператора о «зависании» цветовым индикатором на экране дисплея и звуковым сигналом. Оператор имеет возможность включать вибратор самостоятельно нажатием на кнопку мыши.



Рис. 4. Упаковочные автоматы



Фрагмент лицевой части шкафа

Рис. 5. Шкаф контроллера тензоизмерений

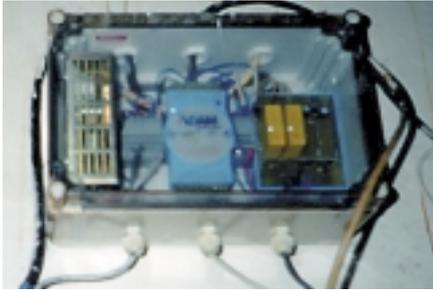


Рис. 6. Контроллер учета готовой продукции

Уменьшение веса муки в силосе при отсутствии откачки также является нестандартной ситуацией. Система отслеживает возникновение подобных явлений, выдает аварийную звуковую сигнализацию, и цветовой индикатор обозначает силос, который постигла такая печальная участь. Информация об этом заносится в отчет тревог и событий.

Учет готовой продукции, проходящей через 2 упаковочных автомата (рис. 4), — это дополнительная функция, выполняемая системой.

АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМЫ

Современный уровень поставляемой в Россию компьютерной техники для автоматизации технологических процессов позволяет решить поставленную задачу в короткие сроки и с затратами, которые окупаются в течение года за счет значительного улучшения качества учета прихода-расхода муки.

Из этих технических средств скомпонованы:

- контроллер тензоизмерений (рис. 5), установленный непосредственно на складе БХМ;
- контроллер учета готовой продукции (рис. 6), расположенный в производственном цехе рядом с упаковочными автоматами;
- АРМ оператора (рис. 7), находящееся этажом выше в операторной.

В качестве АРМ весовщика, расположенного в операторной механических весов, используется обычный офисный компьютер.

При выборе тензодатчиков рассматривались датчики, производимые фирмами «Тензо-М» и Scaimte. Для определения времени начала заправки муки с автомуковоза и фиксации начального и конечного весов были выбраны специализированные радиолокационные датчики движения РДД, предназначенные для контроля наличия (отсутствия) движения потока продукта в пневматическом транспорте.



Рис. 7. Внешний вид шкафа АРМ оператора и его содержимое

Учет готовой продукции на упаковочных автоматах осуществляется просто, если есть соответствующий электрический сигнал (например, сигнал с электрического ножа для запайки упаковки). Если упаковочный автомат механический, то проблема усложняется выбором подходящего датчика, вырабатывающего импульс при прохождении упакованной продукции, места его расположения и настройкой его чувствительности.

Функциональная схема автоматизированной системы учета муки и готовой продукции представлена на рис. 8.

В шкафу контроллера тензоизмерений размещены:

- каркас MicroPC, содержащий процессорную плату 5066, плату ввода-вывода дискретных сигналов 5600-48 и сетевую карту Ethernet — плату 5500;
- модули ADAM-4016 — преобразователи тензосигнала — и плата модулей гальванической изоляции ADAM-3864 фирмы Advantech;
- модули опторазвязки 70G-IDC5 и твердотельные нормально замкнутые реле 70-OAC5A5 фирмы Grayhill, установленные на панелях MPB-16;
- интерфейсная плата 2010 для жидкокристаллического дисплея LCD-4 20 и клавиатуры KP-1;
- клеммные колодки WAGO.

Как видно, основную функциональную нагрузку в контроллере несут изделия фирмы Octagon Systems.

Сигналы с радиолокационных датчиков движения поступают на модули ввода дискретных сигналов 70G-IDC5. Нормально замкнутые твердотельные



реле 70-OAC5A5 включены последовательно в цепи отключения магнитных пускателей электродвигателей роторных питателей откачки муки. Такие же реле управляют отключением магнитных пускателей, подающих питание на компрессоры муковозов.

На жидкокристаллический дисплей, расположенный на дверце шкафа, выводится информация о текущих значениях веса муки в силосах, а также диагностическая информация об исправности каналов тензоизмерений. Переключение отображения с одного канала на другой производится при помощи клавиатуры KP-1, расположенной также на дверце шкафа контроллера.

Источник бесперебойного питания Back-UPS Pro 280 (фирма APC) дает возможность защитить аппаратуру контроллера от бросков напряжения сети. Программный драйвер контроллера, работающий с UPS через второй последовательный порт платы 5066, отключает контроллер от UPS при пропадании напряжения питания на время более 10 минут, чтобы не разрядить батарею UPS ниже допустимого предела.

АРМ оператора собрано на базе шасси промышленного компьютера PC-610 фирмы Advantech. Имеет в своем составе плату процессора PCA-6154, сетевой адаптер и две платы ввода-вывода дискретных сигналов PCL-731. Часть дискретных сигналов, обрабатываемых системой, а именно сигналы от датчиков верхних уровней производственных бункеров и бункеров просеивателей, сигналы включения электродвигателей роторных питателей откачки

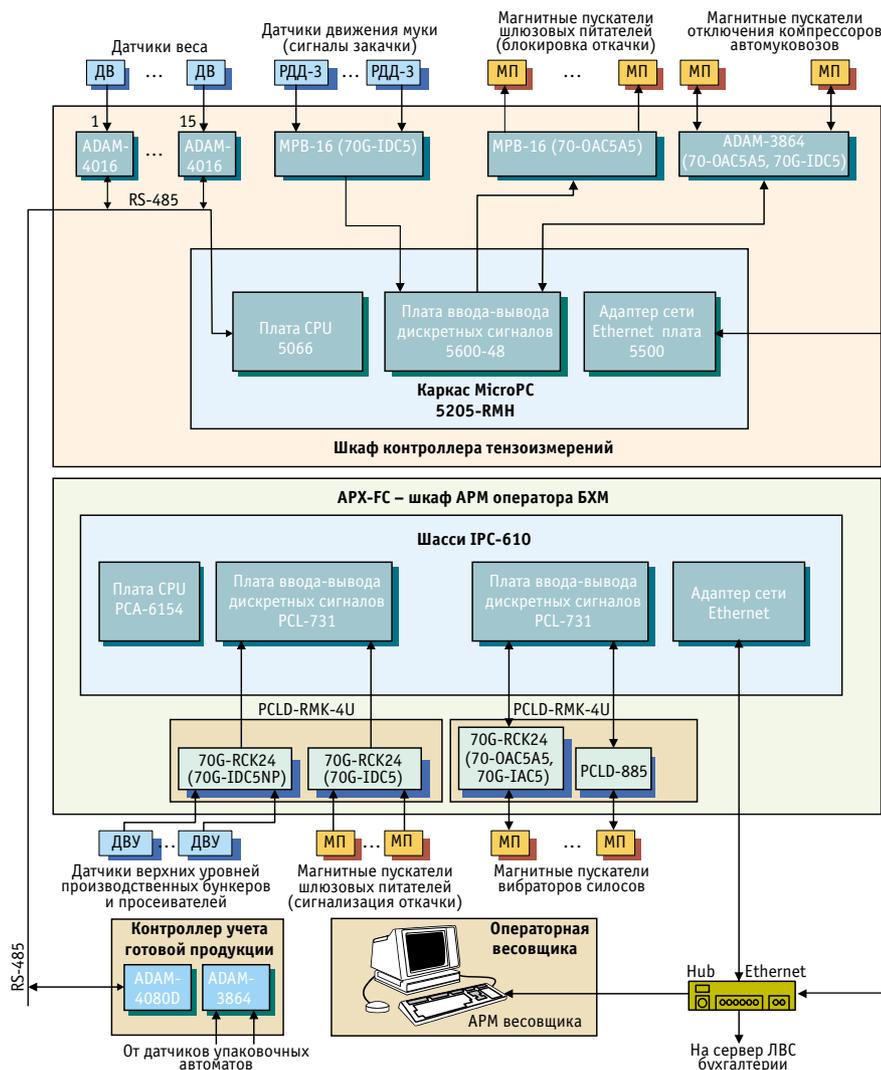


Рис. 8. Функциональная схема системы учета муки

муки, аварийные сигналы электродвигателей просеивателей муки и сигналы по управлению вибраторами силосов решено было подключить непосредственно к АРМ оператора по той причине, что источники этих сигналов близко расположены к нему. АРМ оператора, АРМ весовщика и контроллер тензоизмерений включены в общую ЛВС предприятия через 10-мегабитовый концентратор Ethernet.

В операторной в небольшом количестве присутствует мучная пыль, и нам показалось разумным разместить АРМ внутри шкафа-консоли оператора АРХ-FC фирмы Schrock с принудительной вентиляцией и фильтрацией нагнетаемого внутрь шкафа воздуха. Внутри шкафа-консоли удобно установлены 17-дюймовый монитор, коробки PCLD-RMK-4U для модулей УСО и источник бесперебойного питания Back-UPS Pro 420. На клавиатурной полке шкафа располагаются компактная клавиатура фирмы Advantech

PCA-6302, защищенная пленкой, и прецизионный манипулятор-мышь DeskTop HulaPoint фирмы Texas Industrial Peripherals со степенью защиты, превышающей требования стандарта NEMA40.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках поставленной задачи были решены следующие проблемы:

- непрерывное измерение веса муки в режиме реального времени в каждом из 15 силосов с визуализацией результатов измерений в графической и табличной форме на АРМ оператора и АРМ весовщика, подсчет общего веса муки по сортам;
- определение веса закачиваемой с автомуковоза муки с фиксацией времени начала заправки, подсчет закачанного веса по сортам;
- определение веса откачиваемой муки из силоса на технологическую линию производства хлебобулочных и кондитерских изделий, подсчет от-

качанного веса по сортам, за смену, за сутки;

- контроль процентного соотношения разных сортов муки для приготовления смеси;
- формирование часовых, сменных и суточных табличных отчетов по приходу и расходу муки и передача их по локальной вычислительной сети на АРМ бухгалтерии и начальника цеха;
- сбор и отображение информации о заполнении производственных бункеров на мониторе АРМ оператора;
- контроль режимов заправки и откачки, контроль работы электродвигателей просеивателей (включен/выключен, авария);
- автоматическое и ручное управление электровибраторами силосов;
- управление процессом заправки муки из автомуковоза, предотвращение переполнения силоса мукой и заправка в силос веса, задаваемого оператором;
- учет готовой продукции, прошедшей упаковочные автоматы за смену.

Экономический эффект от внедрения данной системы определяют следующие составляющие:

- во-первых, предприятие, имея объективную и оперативную информацию о количестве остатков муки, а также о свободных объемах в силосах, может более успешно строить политику закупки сырья;
- во-вторых, объективный подсчет количества израсходованной муки в соотношении с количеством произведенной продукции позволяет более точно подсчитывать себестоимость единицы продукции, а также выявлять непроизводительные потери;
- в-третьих, ряд функций системы дает возможность оператору БХМ более рационально производить загрузку силосов, высвобождая дополнительные объемы и не опасаясь при этом аварийной ситуации переполнения силосов;
- в-четвертых, сводится до минимума перерасход дорогих сортов муки путем более точного выдерживания процентного соотношения компонентов смеси;
- в-пятых, разнообразная аварийная сигнализация дает возможность оператору вовремя отреагировать на ситуации, которые могут повлечь за собой потерю сырья или простой оборудования. ●

Авторы — сотрудники фирмы «ICL-КПО ВС»

Телефон: (8432) 76-9071