ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 681.51

DOI: 10.34708/GSTOU.2020.40.72.001

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ИНТЕГРАЦИИ В СОВРЕМЕННУЮ АСУТП

© В. В. Пашаев, Ж. Д. Халпиев, Ш. А. Гацаев, М-Ш. М. Садулаев
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В статье исследуется система автоматики мукомольного производства, нуждающегося в модернизации. Рассматриваются технология переработки муки и важнейшие условия эффективного ведения драного процесса, которыми являются нормальные нагрузки на вальцовые станки и рассевы, при которых машины способны выполнять технологические функции при оптимальных условиях.

Исследованы факторы, препятствующие интеграции действующей системы в новую современную систему автоматизации с новыми информационно-вычислительными ресурсами для высококачественного управления мукомольным производством и получения разносортного помола муки.

Ключевые слова: мельница, мельзавод, ситовейка, технология производства, электронный командоаппарат, весы, информационные технологии, автоматизация, автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП).

Техническое перевооружение мукомольной промышленности в 80-90-х годах прошлого века позволило существенно повысить эффективность производства муки и потенциальные возможности мукомольных предприятий за счет внедрения высокопроизводительного технологического оборудования фирмы «Бюлер», а также воспроизведенного по лицензии этой фирмы отечественными машиностроительными заводами. Как раз начало 80-90-х годов совпало с бурным развитием и внедрением в промышленность новой микропроцессорной техники.

Результатом эффективной работы мельзавода является внедрение современных технологий, новейшего высокопроизводительного энергосберегающего оборудования, и самое главное – удовлетворение потребностей не только хлебозаводов, малых пекарен, но и изготовление

специальных заказов для кондитерских предприятий, выпуск мучных смесей из различных сортов муки и других компонентов [1, 2].

В последующем важнейшее значение приобретает создание цехов по производству смесей из различных сортов муки и других компонентов, в том числе витаминов и микроэлементов.

Такой мукомольный завод требует создания надежной информационной автоматизированной системы управления.

Исходя из современных требований, многие действующие мукомольные заводы нуждаются в глубокой реконструкции или техническом перевооружении на основе нового поколения оборудования и информационных средств автоматизации.

Отечественные типовые технологические процессы переработки зерна пшеницы в хле-

бопекарную муку пока отстают от зарубежных аналогов по материалоемкости, удельной энергоемкости, занимаемой площади, расходу воздуха, по уровню оснащения современными информационными системами автоматизации [6].

В связи с этим становится актуальным вопрос анализа информационной, преобразовательной, исполнительской и другой техники автоматизации мукомольных заводов, нуждающихся в модернизации. Используемый принцип контроля и ручного управления подачей воды для увлажнения зерна нуждающихся в модернизации мукомольных производств устарел и не может соответствовать сегодняшним реалиям. На рис. 1 представлена одна из таких установок контроля и ручного управления подачей воды, которая в свое время являлась современным техническим решением и не вызывала нареканий по работе. Однако наряду с развивающимися современными высокопроизводительными технологиями и структурами АСУТП нежелательно использовать морально и технически устаревшие технологии, которые будут тормозить производство.

Помольная смесь зерна составляется после завершения процесса кондиционирования по разработанному рецепту весовым способом. На каждом потоке зерна имеются автоматические информационно-измерительные весы.

Для управления всеми этими весами используется один электронный командоаппарат. Частота отвесов каждого веса задается технологом мельницы, что очень неудобно и требует постоянного присутствия технолога возле командоаппарата.

Рис. 1. Установка для контроля и ручного управления подачей воды в несколько увлажнительных аппаратов [3]

Характеристика цвета крупки и ее выход являются одними из наиболее важных показателей качества. Учитывая, что подготовка твердой пшеницы существенно влияет на выход и качество крупки, процессу увлажнения и отволаживания уделяется большое внимание. При этом швейцарские специалисты утверждают, что технологические свойства твердых пшениц улучшаются заметнее, чем мягких.

Большое внимание уделяется режимам измельчения зерна. Подготовленная (раздельно) по физико-механическим и технологическим свойствам пшеница и рожь и сформированная смесь требуют жестких и стабильных режимов измельчения. Это достигается устойчивой работой вальцовых станков. Постоянству режима измельчения способствуют строгое дозирование зерна, направляемого на 1 драную систему. Большое значение имеет также установление должных скоростей питающих валков по системам в зависимости от качества размалываемого продукта.

Одним из важнейших условий эффективного ведения драного процесса являются нормальные нагрузки на вальцовые станки и рассевы, при которых машины способны выполнять технологические функции при оптимальных условиях. Производительность сит регулируется их уклоном в продольном направлении [4]. Этим приемом пользуются, когда машина работает с перегрузкой или недогрузкой. Данный прием управления на данных установках практически осуществляется вручную, что очень неудобно для обслуживающего персонала. Качество макаронной крупки высшего и I сортов по белизне контролируется при помощи двух автоматических информационных цветомеров MLU-110 (рис. 2). Вторичные записывающие приборы размещены непосредственно около датчиков. Они отмечают только отклонения белизны продукта от белизны контрольного образца (эталона).

Абсолютного измерения белизны нет. На вторичном приборе технологом устанавливаются пределы допустимых отклонений между белизной продукта и эталоном.

При достижении этого предела дается звуковой сигнал и принимаются меры по корректировке технологического процесса. Данный

автоматический информационный цветомер MLU-110 давно не выпускается, хотя свою эксплуатационную надежность система доказала полувековым сроком службы. Где модернизация оборудования мукомольного производства не производилась, информационные цветомеры MLU-110 до сих пор встречаются, несмотря на их грубость показаний по современным меркам.

Рис. 2. Установка MLU-110 для контроля белизны муки в потоке [3]

Здесь важно указать, что все параметры, отражающие показатели качества зерна, муки, круп и их свойства, в наше время могли бы и контролируются современными микропроцессорными системами управления. Но, несмотря на большие возможности микропроцессорной техники, работа по определению качества помольных смесей и результатов помола проводится в специальных лабораториях мельзаводов.

Основными задачами лабораторий на мельницах являются: контроль качества зерна, поступающего на предприятия; проверка правильности составления помольных партий; контроль за ведением технологического процесса подготовки и переработки зерна; контроль качества готовой продукции; перспективные работы по подготовке новых и совершенствованию действующих технологических процессов. Затраты на лаборатории рассматри-

ваются не как накладные, а как прямые производственные расходы.

В связи с таким порядком отпадает необходимость в определении качества муки в процессе ее производства. Но все же, процедура мастера контролировать информацию белизны муки по цветомуру и мокрой пробе в сопоставлении с установленным эталоном вручную смотрится не так в наше время.

На мельницах 70-х – 80-х годов широкое применение получило централизованное управление процессами, технологическим оборудованием и транспортными машинами [1]. Пульты управления электродвигателями располагались на одном из этажей производственного помещения и представляли собой вертикальную панель, на которой смонтированы пусковые кнопки и амперметры для контроля загрузки двигателей. Как правило, на центральном пульте нет мнемосхем и приборов для контроля технологических параметров.

Как уже отмечалось, оперативный контроль расхода зерна и конечных продуктов помола на мельницах ведется при помощи автоматических ковшовых весов. Для управления этими весами фирмой «Бюлер» разработан электронный командоаппарат MZTA, названный электронным регулятором весов. Практически это электронное реле времени, управляющее электромагнитным исполнительным механизмом (рис. 4), установленным на весах. В качестве датчика, сигнализирующего о готовности веса, применено ртутное реле (рис. 3). В этом случае управление процессом взвешивания идет через релейный блок.

По данным фирмы «Бюлер», устройство MZTA обладает высокой надежностью и не

Рис. 3. Схема управления ковшовыми весами [3]:

1 – электронный командный аппарат MZTA; 2 – релейный блок; 3 – звуковой сигнал; 4 – ртутное реле; 5 – ковшовые весы; 6 – электромагнитный исполнительный механизм

влияет на точность работы весов. Выход муки контролируется информационным прибором MLU-108 (рис. 4).

Принцип работы прибора основан на регистрации отношения времени между двумя отвесами муки ко времени между двумя отвесами зерна. Запись осуществляется на бумажной ленте дискретно при скорости движения ленты примерно 50 мм/час. Наверху панели контрольного прибора установлены счетчики количества отвесов зерна и муки.

В результате на ленте образуется массив точек, позволяющий судить об отклонениях выхода муки данного сорта. Наверху панели контрольного прибора установлены счетчики количества отвесов зерна и муки.

Известно, что размольное отделение мельницы обладает большим транспортным запаздыванием (20 и более минут). В описанном устройстве производится сравнение расхода муки, выработанной из зерна, прошедшего через вальцовый станок 1 драной системы 20 и более минут назад. На первый взгляд может показаться, что регистрация выхода муки здесь производится с искажением. Но если учесть, что мельница оборудована системой автоматической стабилизации подачи зерна на 1 драную систему, то можно предположить, что система контроля выхода муки фирмы «Бюлер» может работать с удовлетворительной для оперативных целей точностью для того периода времени.

Таким образом, в фотоблоке происходит сравнение коэффициентов отражения от поверхности эталона и контролируемой муки.

Рис. 4. Автоматическое устройство информационного контроля выхода муки MLU-10N [3]

Принцип работы всей системы контроля качества муки по белизне показан на рис. 5.

От основного потока муки отводится контролируемый поток в экспонирующее устройство. Частота колебаний вибропитателя регулируется реостатом управления. Фотоблок «просматривает» поверхность муки. В фотоблок закладывается также эталон, заполненный мукой требуемого качества. Таким образом, в фотоблоке происходит сравнение коэффициентов отражения от поверхности эталона и контролируемой муки. Электрический сигнал, пропорциональный степени отклонения коэффициента отражения поверхности муки от коэффициента отражения эталона, подается на электронный блок, на котором можно определить отклонение качества муки от эталона. С электронного блока сигнал можно подать на запись во вторичный регистрирующий прибор. Кроме того, можно задать предельные значения допустимых отклонений качества муки. Установка обеспечит световую и звуковую сигнализацию в случае, если фактическое качество муки изменилось на величину, большую допустимой.

Информационный прибор MLU-110 применяется для контроля качества муки всех сортов и макаронной крупки. Вторичный самопишущий прибор устанавливается либо на пульте управления мельницы, либо в непосредственной близости с электронным блоком.

Исследования систем автоматики действующего парка старых мукомольных производств показали, что функционирующая система автоматики нуждается в полной замене.

Данные системы управления автоматики не пригодны для интеграции в единую диспетчерскую информационную систему управления производством [8, 9]. Непригодность данной системы автоматики выражается в отсутствии коммуникационных сетевых возможностей, позволяющих производить нужные манипуляции с информацией, создавать нужные иерархии структуры управления производством. Наряду с сетевыми коммуникационными недостатками есть и другие недостатки, связанные с их первобытностью. Таким образом, без внедрения современных высокоскоростных информационно-вычислительных систем автоматизаций добиться качественного многосортного помола муки на выходе невозможно.

Рис. 5. Принципиальная схема контроля качества муки при помощи установки MLU-110 [3]:

1 – основной поток муки; 2 – контролируемый поток муки; 3 – фотоблок; 4 – реостат управления частотой колебаний вибропитателя; 5 – электронный блок; 6 – блок управления (релейный блок); 7 – блок сигнализации; 8, 9 – сигнальные лампы; 10 – вторичный регистрирующий прибор; 11 – исполнительный механизм

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутковский В. А., Галкина Л. С., Птушкина Г. Е. Современная техника и технология производства муки. М.: ДеЛи принт, 2006. 319 с.
2. Вашкевич В. В., Горнец О. Б., Ильичев Г. Н. Технология производства муки на промышленных и малых мельзаводах. Барнаул, 1999. 215 с.
3. Данилин А. С., Птушкин А. Т., Чакар А. П., Базулина Л. И. Технология производства муки на мельницах Швейцарии. Серия «Мукомольно-крупяная промышленность». М.: ЦНИИТЭИ, 1983. 68 с.
4. Мухаметзянов Р. Х. Производство муки на мини-мельнице. М., Хлебпродинформ, 2000. 270 с.
5. Егоров Г. А., Линниченко В. Т., Мельников Е. М., Петренко Т. П. Практикум по технологии муки, крупы и комбикормов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 2001. 208 с.
6. Юсупова Г. Г., Бердышикова О. Н. Технология мукомольного производства. М.: ИНФРА-М, 2019. 180с.
7. Повышение эффективности деятельности предприятий мукомольной промышленности на основе системы управления качеством продукции: монография / И. П. Богомолова, Б. П. Рукин, С. Н. Нечаева [и др.]. Воронеж: Истоки, 2007. 204 с.
8. Инновационные решения в управлении качеством продукции мукомольных предприятий / Мизанбекова С. К., Богомолова И. П., Шатохина Н. М., Богомолов А. В. Т. 48. № 3, 2018. С. 152-160.
9. Внедрение scada-системы trace mode в производственные процессы на примере бестарного хранения муки / Карелина Е. Б., Благовещенская М. М., Клехо Д. Ю., Благовещенский И. Г. // Вестник ВГУИТ. № 2. 2015.
10. Мерцалов А. Н. Автоматизация процессов планирования зерновых ресурсов мукомольного производства. М.: МГУПП, 2009. 182 с.
11. Федоров Ю. Н. Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП. М.: Инфра-Инженерия, 2011. 576 с.
12. Drews E., Weipert D., D'Meyer. Orientierende Untersuchungen über die Verarbeitungseigenschaften von inländischem Triticale //Getreide, Mehl und Brot, ФРГ. 1976. V. 30. № 11. S. 285-291.
13. <https://www.ebooksread.com/authors-eng/edward-bradfield/wheat-and-the-flour-mill-a-handbook-for-practical-flour-millers-hci.shtml>

RESEARCH OF THE EXISTING LEVEL OF AUTOMATION OF THE FLOUR PRODUCTION WITH THE PURPOSE OF FURTHER INTEGRATION INTO THE MODERN APCS

© V. V. Pashaev, Zh. D. Halpiev, Sh. A. Gatsaev, M-Sh. M. Sadulayev
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny

The article examines the automation system of flour-grinding production, which needs modernization. The technology of flour processing and the most important conditions for the effective conduct of the torn process are considered, which are normal loads on roller machines and sieves, in which machines are able to perform technological functions under optimal conditions.

The factors hindering the integration of the existing system into a new modern automation system with new information and computing resources for high-quality control of flour-grinding production and obtaining various types of flour grinding have been investigated.

Keywords: mill, mill, sitoveika, production technology, electronic controller, scales, information technology, automation, automated process control system (APCS).

REFERENCES

1. Butkovskiy, V. A., Galkina, L. S. and Ptushkina, G. E. (2006) *Sovremennaya tekhnika i tekhnologiya proizvodstva muki* [Modern technology and technology of flour production]. DeLi print. Moscow. 319 p.
2. Vashkevich, V. V., Gornets, O. B. and Ilyichev, G. N. (1999) *Tekhnologiya proizvodstva muki na promyshlennykh i malykh mel'zavodakh*. [Flour production technology at industrial and small mills]. Barnaul: 215 p.
3. Danilin, A. S., Ptushkin, A. T., Chakar, A. P. and Bazulina, L. I. (1983) *Tekhnologiya proizvodstva muki na mel'nitsakh Shveitsarii. Seriya «Mukomol'no-krupyanaya promyshlennost'»* [Flour production technology in Swiss mills. Series «Milling and cereal industry»]. CRIITER. Moscow. 68 p.
4. Mukhametzyanov, R. Kh. (2000) *Proizvodstvo muki na mini-mel'nitse* [Production of flour at a mini-mill]. Khlebprodinform, Moscow, 270 p.
5. Egorov, G. A., Linnichenko, V. T., Melnikov and E. M., Petrenko, T. P. (2001) *Praktikum po tekhnologii muki, krupy i kombikormov. -2-e izd., dop. i pererab.* [Workshop on technology of flour, cereals and mixed fodders. -2nd ed., add. and revised]. Agropromizdat, Moscow, 208 p.
6. Yusupova G. G. and Berdyshnikova O. N. (2019) *Tekhnologiya mukomol'nogo proizvodstva*. [Milling technology]. INFRA-M, Moscow, 180 p.
7. Bogomolova, I. P., Rukin, B. P., Nechaeva, S. N. and others. (2007) *Povyshenie effektivnosti deyatel'nosti predpriyatii mukomol'noi promyshlennosti na osnove sistemy upravleniya kachestvom produktsii: monografiya* [Improving the efficiency of the enterprises of the flour-grinding industry on the basis of the product quality management system: monograph]. Publishing house "Istoki", Voronezh, 204 p.
8. Mizanbekova, S. K., Bogomolova, I. P., Shatokhina, N. M. and Bogomolov, A. V. (2018) *Innovatsionnye resheniya v upravlenii kachestvom produktsii mukomol'nykh predpriyatii* [Innovative solutions in product quality management of flour-grinding enterprises]. *Technique and technology of food production*. V. 48, No. 3, p. 152-160.
9. Karelina, E. B., Blagoveshchenskaya, M. M., Klekho, D. Yu. and Blagoveshchensky, I. G. (2015) *Vnedrenie scada-sistemy trace mode v proizvodstvennyye protsessy na primere bestarnogo khraneniya muki*. [Implementation of the trace mode scada-system in production processes on

- the example of bulk storage of flour]. *Vestnik VSUET*, No. 2.
10. Mertsalov, A. N. (2009) *Avtomatizatsiya protsessov planirovaniya zernovykh resursov mukomol'nogo proizvodstva*. [Automation of planning processes for grain resources of flour-grinding production]. MSUFP, Moscow, 182 p.
 11. Fedorov, Yu. N. (2011) The order of creation, modernization and maintenance of the process control system. *Infra-Engineering*, Moscow, 576 p.
 12. Drews, E. and Weipert, D. and D'Meyer. (1976) Orientierende Untersuchungen uber die Verarbeitungseigen shaften von inlandischem Triticale. *Getreide, Mehl und Brot, BRD*. V. 30, № 11. Pp. 285-291.
 13. Available at: <https://www.ebooksread.com/authors-eng/edward-bradfield/wheat-and-the-flour-mill--a-handbook-for-practical-flour-millers-hci.shtml/>