

## Література

1. Щелкунов Л.Ф., Дудкин М.С., Корзун В.Н. Пища и экология. – Одесса: «Оптимум», 2000. – 517 с.
2. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винокурова и др. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.

УДК 664.654.65

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЛЮЛЕЧНЫХ РАССТОЙНЫХ ШКАФАХ

Орлович А.Е., канд. техн. наук, профессор, Спорыш В.В., инженер  
Кировоградский национальный технический университет

*Существующие методы и средства контроля параметров среды расстойных агрегатов люлечного типа не исключают появление дефектов тестовых заготовок. Предлагается микропроцессорная система измерения параметров микроклимата в люлечном шкафу, позволяющая проводить оценку распределения рабочих параметров среды в расстойном шкафу. При этом своевременно фиксируются нарушения технологического режима и уменьшается вероятность выпуска некачественной продукции.*

*Existent methods and controls of parameters of environment of the prover do not eliminate appearance of defects pieces of dough. The microsystem of measuring of parameters of the microclimate is offered in the prover, allowing to conduct the estimation of distributing of operating parameters of environment in the prover. In this time violations of the technological mode are fixed and probability of issue of bad quality products diminishes.*

Ключевые слова: расстойный шкаф, люлечный, тестовая заготовка, температура, влажность, микропроцессорная

Тенденция развития украинского рынка хлеба последних лет – укрупнение и концентрация производства. Это позволяет ускорить реконструкцию предприятий, оптимизировать логистику, снизить себестоимость продукции и, тем самым, повысить доходность производства. Более 80 % хлебобулочных изделий производится на крупных хлебозаводах, где, как правило, установлены линии выпечки хлеба, с применением для окончательной расстойки тестовых заготовок расстойных агрегатов люлечного типа. Цель расстойки заготовок – восстановление нарушенной при формовании структуры теста и обеспечение разрыхления тестовой заготовки за счет выделения диоксида углерода, а так же достижение объема и формы, практически соответствующих готовому изделию.

Параметры среды расстойных камер, как правило, составляют: температура (35...40) °С, относительная влажность (75...85) %. Расстойные агрегаты люлечного типа имеют сложную конфигурацию (рис. 1. шкаф Г4-РШВ) и очень важно, что бы эти параметры были одинаковыми по всему объему расстойного шкафа, в противном случае возможно появление различных дефектов заготовок: заветривание, залипание, нарушение структуры теста и т.д., что неизбежно ведет к дефектам при выпечке [1].

В настоящее время контроль температуры и влажности в расстойных шкафах чаще всего производится в одной постоянной точке, что не позволяет контролировать параметры среды по всему пути следования заготовки. Это связано со сложностью соединения датчиков температуры и влажности, находящихся в люльке с заготовками и измеряющим (или индицирующим) прибором. Так же трудно подать на датчики питающее напряжения при сложном движении люлек в расстойном шкафу. Свой вклад вносит так же инерционность измерения большинства датчиков, которая составляет, обычно, 60 сек и более.

Одним из динамично развивающихся направлений электроники является разработка систем беспроводной передачи данных. Существует широкий круг функциональных модулей, которые согласованно работают на расстоянии от одного до нескольких сотен метров друг от друга. Применение приемопередающих устройств, выполненных на одном кристалле, упрощает процесс прикладных разработок. Обычно системы на основе таких микросхем состоят из микроконтроллера, приемника и передатчика (или трансивера) и небольшого числа внешних компонентов [7].

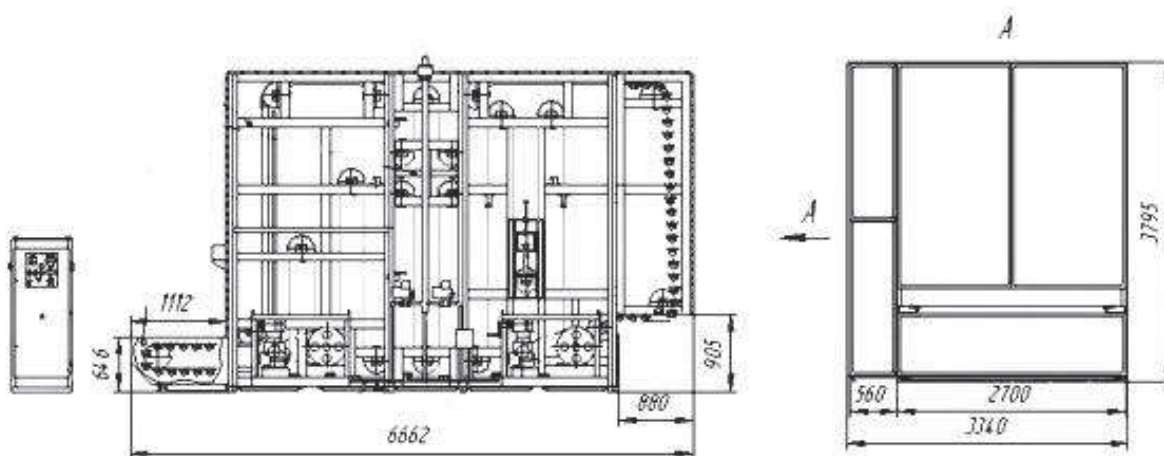


Рис. 1 – Устройство шкафа расстойного Г4-РШВ

Реализация устройства требует организацию радиоканала передачи данных (WLAN), а так же применение малогабаритного универсального RISC-микроконтроллера для считывания данных с датчиков и передачи информации по радиоканалу в индицирующий и запоминающий узел. При помещении измерительного модуля в люльку расстойного шкафа появляется возможность производить последовательные замеры температуры и влажности по всей траектории перемещения заготовки. Это позволяет выявить разнородность среды внутри шкафа и принять меры по их устранению.

В качестве датчика температуры предлагается использовать миниатюрные полупроводниковые датчики, действие которых основано на измерении частоты колебаний встроенного термозависимого автогенератора. Такие датчики откалиброваны на заводе-изготовителе и передают результат измерения в градусах Цельсия двоичным кодом. Примером могут служить импортные DS18S20(1) и DS18B20(2), снабженные разработанным фирмой Dallas однопроводным (1-Wire) интерфейсом. Диапазон измерений достаточно широк ( $-55...+125$  °C), точность измерения выбирается программно (0.5, 0.25, 0.125, 0.0625 °C – от одного до четырех двоичных знаков после двоичной точки) [11].

В качестве датчика влажности предлагается использовать датчик фирмы Honeywell серии НН. Преимущества датчиков влажности Honeywell: использование емкостного метода измерения, широкий диапазон измерения (0...100% отн. влажн.), наличие встроенной интегральной схемы обработки сигнала (ASIC), усиленный линейный выходной сигнал, возможность прямого подключения к АЦП, лазерная подгонка параметров, малый ток потребления, привлекательная стоимость. Датчики поставляются с калибровочным паспортом, что позволяет упростить процесс наладки измерительного комплекса [9].

Для организации радиоканала предлагается использование модулей компании Nore RF, которая разрабатывает и производит радиомодули, действующих в диапазонах 315, 433, 868, и 915 МГц. Данные устройства используют ЧМ (частотную модуляцию) и соответствуют рекомендациям FCC и ETSI. Устройства имеют невысокую цену и малые размеры (не более 3 см<sup>2</sup>). Модули сохраняют работоспособность в диапазоне температур ( $-40...+85$ ) °C. Радиомодули RFM производятся по технологии COB, в виде печатной платы с установленными компонентами и разъемом для подключения к внешним цепям. В диапазоне 433МГц удастся достичь устойчивой связи на расстоянии до 300м. при скорости передачи данных 9600бод. [7].

При использовании микроконтроллера серии Atmega фирмы ATMEL, датчики DS18B20, НН4000, модуль RFM12-433-D, LCD дисплей подключаются напрямую к микроконтроллеру, без использования буферных элементов, что значительно упрощает схему.

Конструктивно устройство состоит из управляющего приемо-передающего индицирующего модуля с возможностью запоминания результатов измерения, и измерительного приемо-передающего модуля. Структурная схема устройства приведена на рис. 2.

Рассмотрим измерительный приемо-передающий узел. Микроконтроллер большую часть времени находится в режиме «Сна» с малым энергопотреблением, при этом он отключает узел приемо-передатчика, датчики температуры и влажности. Через заданный промежуток времени контроллер выходит из состояния «Сна» подключает питание к датчикам температуры, влажности, на радиомодуль и через небольшой промежуток времени производит считывание данных с датчиков. Далее контроллер передает эти данные в управляющий модуль и ожидает ответа. Управляющий модуль возвращает ответ с содержанием успешности получения данных и задает период, на который необходимо «заснуть» микро-

контроллеру. Если была ошибка в передаче данных, управляющий модуль дает команду повторить посылку. Истинность передачи данных определяется по дополнительно передаваемой сумме кодов посылки. После передачи данных измерительный модуль опять «засыпает» на промежуток времени, заданный управляющим модулем. Для синхронизации положения измерительного модуля с положением загрузчика заготовок в расстойном шкафу, к управляющему модулю подключен бесконтактный датчик, срабатывающий, при подходе люльки с измерительным модулем к загрузчику заготовок в шкафу.

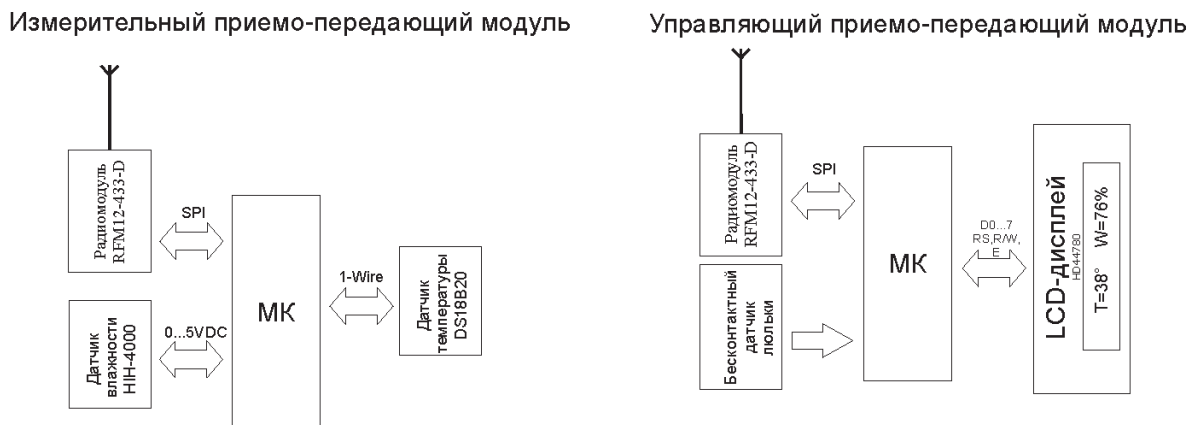


Рис. 2 – Структурная схема измерительного и управляющего модулей

Управляющий модуль после получения информации о параметрах в текущей точке расстойного шкафа запоминает их, и выводит на LCD дисплей. Перспективно применение графического дисплея для вывода более наглядной информации в виде схемы расстойного шкафа, указания текущей точки измерения на этой схеме, текущих значений температуры и влажности и графика изменения этих параметров по ходу следования люльки с датчиком.

Постоянная времени датчика влажности составляет 15 сек, датчика температуры – 25 сек, таким образом, период замеров может составлять не более 25 сек. При времени расстойки заготовок в среднем 60 мин, количество точек измерения составит 144 шт., что более чем достаточно для составления общей картины распределения температуры и влажности в расстойном шкафу.

Экспериментальный образец управляющего приемо-передающего модуля приведен на рис. 3, измерительного модуля – на рис. 4.

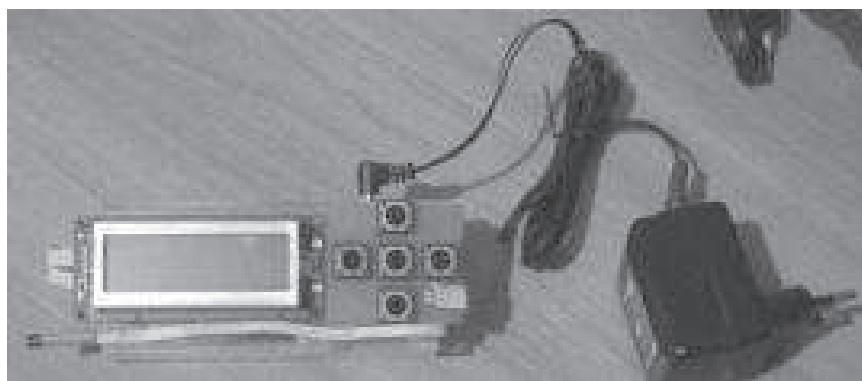


Рис. 3 – Фотография экспериментального управляющего модуля

Для питания измерительного устройства используется аккумуляторная Li-ion. батарея емкостью 2000 мАч. Благодаря тому, что измерительная часть прибора большую часть времени находится в спящем режиме, длительность эксплуатации без подзарядки составляет около 500 ч. Для реализации несомняемого модуля необходимо на люльке с модулем закрепить две поперечные металлические пластины – токосъемники, а в какой-либо одной точке шкафа – токоподающие пружинные контакты так, чтобы в одном из положений люльки имелось подключение питания на модуль через систему пружинных токопроводов. Если люлька будет находиться в этом положении всего (7-10) сек, этого будет достаточно, чтобы Li-ion батарея получила заряд достаточный для поддержания прибора в рабочем состоянии не менее нескольких часов.



Рис. 4 – Фотографія експериментального вимірювального модуля

Предложенная система измерения температуры и влажности в люлечном шкафу реализована на современной микропроцессорной элементной базе, требует минимального количества элементов и периферии, обладает малыми габаритами и незначительным энергопотреблением.

#### Выводы

1. Существующий контроль параметров микроклимата в люлечных расстойных шкафах не эффективен и не позволяет сделать вывод о распределении отклонений температуры и влажности по всему объему шкафа, что способствует появлению дефектов тестовых заготовок.

2. Предложенная микропроцессорная система анализа распределения рабочих параметров в расстойном шкафу позволяет производить своевременное обнаружение нарушений технологического режима и существенно уменьшить вероятность выпуска некачественной продукции.

#### Литература

1. Пащенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебобулочных изделий. – М.: КолосС, 2008. – 389с.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Под ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2002. – 416с.
3. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств. – М.: Высшая школа, 2001 – Кн. 2. – 703с.
4. Пащенко Л.П., Мазур П.Я. Физико-химические основы хлебопечения. – Воронеж: ВГТА, 2001. – 115с.
5. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560с.
6. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 288с.
7. Светлов С. Радиомодули HOPE-RF. Беспроводные технологии №2, 2009.
8. Hope Microelectronics CO.LTD. RFM 12 Universal ISM band FSC transceiver module. Datasheet. China 2006г.
9. Иванов И. Новые серии датчиков влажности Honeywell. Новости электроники №2, 2007.
10. Honeyweel International Incorporation. H1H-4000 series humidity sensors. Data Sheet. USA 2005г.
11. Dallas semiconductor Incorporation. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Data Sheet. USA 2005г.