

6. Махинько В.М., Хлоп'яча Ю., Савченко С. Особливості технології виготовлення хлібобулочних виробів з диспергованого зерна // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. - 2008. - №6. - С. 15-16.
7. Пат. 2344611 Россия, МПК51 А21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба: Орел. ГТУ, Корячки на С.Я., Кузнецова Е.А., Гончаров Ю.В., Бобров А.В. №2007126494/13; Заявл. 11.07.2007; Опубл. 27.01.2009 Бюл. №3
8. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А. Инновационная технология хлеба из пророщенного зерна пшеницы. // Хранение и переработка зерна . - 2009. - №3. - С. 51-53.
9. Пат. 2336702 Россия, МПК А21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба из зерна пшеницы: Моск.. ГУПП, Спириин Р.И., Лабутина Н.В. №2006128794/13; Заявл. 08.08.2006; Опубл. 27.10.2008.
10. Пат. 2344610 Россия, МПК51 А21 D 13/02. Способ производства бездрожжевого зернового хлеба: Воронеж. ГТА, Магомедов Г.О., Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Резанова Л.Ю. №2007125601/13; Заявл. 09.07.2007; Опубл. 27.01.2009 Бюл. №3
11. Михонік Л.А. Вплив тривалості замішування тіста з борошна із суцільно змеленого зерна пшениці на технологічний процес та якість хліба. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України.-2008. - №6. - С. 7-10.
12. Ялалетдинова Д.И., Сидоренко Г.А., Попов В.П. Технология зернового хлеба с применением электроконтрактного энергоподвода. // Кондитерское и хлебопекарное производство. - 2009. - №4. - С. 34-36.
13. Козубаева Л.А., Кузьмина С.С. Товароведная оценка зернового хлеба // Хранение и переработка зерна . - 2008. - №7. - С. 61-62.
14. Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Иванова Г.С., Костюченко І.В. Використання непродовольчого зерна пшениці в технології зернового хліба. // Наукові праці. - 2009. - випуск №36, том.1 С. 198-202.
15. Тертычная Т.Н. Разработка нового способа производства зернового хлеба // Хранение и переработка зерна . - 2009. - №3. - С. 53-56.
16. Пономарева Е.Л. Научные и практические основы технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием сбивных полуфабрикатов: Автореферат дис. докт. техн. наук. - Москва., 2009. – 50 стр.
17. Пат. 2348178 Россия, МПК А21 L 1/105. Способ получения продуктов из зерна: Орлов. ГТУ, Румянцева В.В., Ковач Н.М., Шеламова Т.Н., Орехова Д.А. №2007146005/13; Заявл. 10.12.2007; Опубл. 10.03.2009.
18. Пат. 2266654 Россия, МПК7 А21 D 13/02. Способ приготовления хлеба из различных видов зерновых культур: Воронеж. ГТА, Саніна Т.В., Алехина Н.Н., Скорынина В.В. №200413819/13; Заявл. 05.08.2004; Опубл. 27.12.2005 Бюл. №36.
19. Пат. 2341085 Россия, МПК51 А21 D 8/02. Способ производства зернового хлеба из зерна тритикале: Орел ГТУ, Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Черепица Л.В. №2007110259/13; Заявл. 20.03.2007; Опубл. 20.12.20068 Бюл. №35.
20. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Черепнина Л.В., Щербакowa А.А. Использование зерна тритикале в технологии зернового хлеба. // Хранение и переработка зерна. - 2008, - №1 С. 42-43.
21. Новикова А.Н. Современная технология хлеба из целого зерна пшеницы: Автореферат дис. кан. техн. наук. – Москва., 2004. – 20 стр.
22. Пат. 2292720 Россия, МПК51 А21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба: Орел. ГТУ, Кузнецова Е.А., Корячки на С.Я., Пригарина О.М. №2005131646/13; Заявл. 12.10.2005; Опубл. 10.02.2007 Бюл. №4.
23. Р. Карл Хосни / Зерно и зернопродукты. - О.: Профессия , 2006. – 330 с.
24. Иоргачова Е.Г., Новые виды мучных изделий на основе композитных смесей / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки, А.С. Иванова. - Тезисы докладов VII Международной Конференции «Техника и технология пищевых производств» 21-22 мая 2009 г. – Могилев, Республика Беларусь. – 2009г. - с.123.
25. Пат. 2262854 Россия, МПК7 А21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба: Алт. ГТУ, Злочевский В.Л., Козубаева Л.А., Кузьмина С.С. №2003116565/13; Заявл. 03.06.2003; Опубл. 27.10.2005 Бюл. №30.
26. Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Иванова А.С. Технология хлеба на основе целого зерна пшеницы. // Харчова наука і технологія – 2009. - №1 С.75-79.

УДК 664.633.05 – 0.27.43

**ДОНСКОЙ Д.М., канд. техн. наук, доцент, ТКАЧЕНКО Т.З., канд. техн. наук, доцент,
ЛЕБЕДЕНКО Т.Е., канд. техн. наук, доцент**

Одесская национальная академия пищевых технологий

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ТЕСТА В ПОТОКЕ

В данной статье приведены сведения о методах и приборах, их устройстве и принципе действия для измерения одного из наиболее важных технологических показателей – влажности теста в потоке при непрерывных способах приготовления теста.

Ключевые слова: влажность, тесто, методы, приборы, непрерывный способ приготовления теста.

In this article are given the data of methods and devices, their device and a principle of action for measurement of one of the most important technological indicators - humidity of the dough in a stream are resulted at continuous ways of preparation of the dough.

Keywords: humidity, dough, methods, devices, continuous method of preparation of test.

Вода является одним из основных ингредиентов теста. Соотношение воды и муки оказывает существенное влияние на свойства теста (вязкость, пластичность, растяжимость, упругость и т.д.) и, в конечном итоге, на качество хлеба. Количество воды в тесте зависит от ряда факторов – сорта изделия, выхода муки и ее влажности, водопоглотительной способности и хлебопекарных свойств, содержания в тесте сахара, жира, различных добавок, способа и режима замеса теста, параметров технологического процесса, способа тестопритотвления и других факторов. Внесение воды в тесто имеет важное значение для процессов, происходящих на всех стадиях приготовления хлеба. При участии воды осуществляется сложный комплекс

биохимических реакций. От количества воды, влажности полуфабрикатов зависят процессы жизнедеятельности дрожжей, молочнокислых бактерий и других микроорганизмов, скорость их размножения, интенсивность спиртового и молочнокислого брожения. Протекание коллоидных процессов набухания и пептизации белковых веществ также определяется соотношением свободной и связанной воды в тесте [1].

С учетом важной технологической роли воды одним из основных технологических параметров, который контролируется на участке тестопритотвления, является влажность замешиваемого теста.

Частое использование непрерывных технологических схем приготовления теста на хлебопекарных предприятиях средней и большой мощности при значительных колебаниях в свойствах муки определило необходимость разработки и внедрения методов и технических средств непрерывной объективной оценки влажности теста в потоке.

Практика показала, что целесообразно использовать методы, основанные на взаимосвязи влажности теста с показателями, определение которых не встречает затруднений и легко может быть автоматизировано.

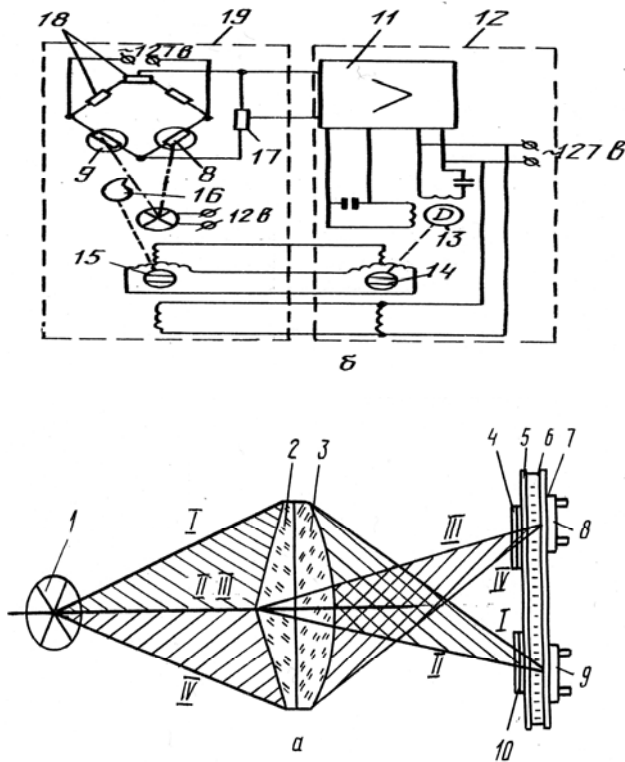


Рис. 1. Автоматический влагомер: а) оптическая схема; б) электрическая схема; I, II - лучи, образующие сравнительный канал; III, IV - лучи, образующие измерительный канал

В различных отраслях промышленности для указанных целей широко применяются методы, основанные на изменении электрических свойств продуктов с разной влажностью. Однако в хлебопекарной промышленности они применения пока не нашли.

Для хлебопекарной промышленности предложен метод измерения влажности теста в потоке, основанный на измерении степени поглощения конускопических сходящихся пучков инфракрасного излучения с длиной волны, совпадающей с одной из полос поглощения воды и не совпадающей с полосами поглощения других компонентов теста. Интенсивность излучения на выходной границе среды описывается законом Ламберта-Бера. При постоянной величине падающего светового потока и постоянной толщине слоя среды по двум текущим значениям величины прошедшего через слой среды светового потока можно судить об изменении содержания влаги в тесте, т.е. его влажности. Экспериментальный влагомер, основанный на этом методе, представляет собой автоматический бихроматический фильтр-фотометр (рис. 1).

Оптическая часть последнего (рис. 1, а) состоит из точечного источника инфракрасного излучения, бипризмы с линзой, интерференционного светофильтра с длиной волны 0,95 мкм в измерительном канале и интерференционного светофильтра с длиной волны 0,71 мкм в сравнительном канале, стеклов кюветы для измеряемой среды, светоприемника в измерительном канале и светоприемника в сравнительном канале. Электрическая схема автоматического влагомера (рис. 1, б) состоит из индикатора рассогласования мостовой схемы переменного тока, включающего светоприемники-фоторезисторы; измерительного и

1 - точечный источник инфракрасного излучения; 2 - бипризма; 3 - линза; 4 - интерференционный светофильтр с длиной волны 0,95 мкм; 5,7 - стекла кюветы; 6 - измеряемая среда; 8,9 - светоприемник соответственно в измерительном и сравнительном канале; 10 - интерференционный светофильтр с длиной волны 0,71 мкм; 11 - электронный усилитель; 12 - вторичный прибор; 13 - реверсивный электродвигатель; 14 - сельсин-датчик; 15 - сельсин-приемник; 16 - диафрагмирующее лекало; 17 - делитель напряжения; 18 - индикатор рассогласования мостовой схемы переменного тока; 19 - датчик влажности

сравнительного каналов; делителя напряжения и вторичного прибора, включающего электронный усилитель; реверсивный электродвигатель и сельсин-датчик. Выход усилителя вторичного прибора подключен к реверсивному электродвигателю, который механически связан с встроенным в прибор сельсин-датчиком. Последний управляет сельсин-приемником, помещенным в датчике влажности, и перемещает диафрагмирующее лекало.

Автоматический влагомер работает следующим образом. Световые лучи от точечного источника, преломляясь в бипризме, образуют два конускопических пучка, которые фокусируются линзой на внутреннюю поверхность задней стенки кюветы. Один пучок световых лучей, образованный лучами III и IV, составляет измерительный канал, а другой, образованный лучами I и II - сравнительный канал фотометрического устройства. Световые пучки на выходе из светофильтров монохроматизированы и проходят через кювету с измеряемой средой.

Инфракрасное излучение, часть которого в измерительном канале поглощается влагой теста, попадает в светоприемник 8, а другая, мало поглощаемая средой, по сравнительному каналу попадает в светоприемник 9. Напряжение сигнала разбаланса с диагонали мостовой схемы, в плечи которой включены светоприемники 8 и 9, через делитель напряжения поступает на вход электронного усилителя вторичного прибора, усиливается в нем и воздействует на управляющую обмотку реверсивного электродвигателя. Последний приводит в движение стрелку указателя вторичного прибора и якорь сельсина-датчика, а следовательно, и якорь сельсина-приемника, находящегося в датчике влажности. При этом диафрагмирующее лекало поворачивается и перекрывает световой поток в направлении приведения сигнала разбаланса индикатора рассогласования к нулю.

Угол поворота сельсина-датчика, необходимый для уравнивания световых потоков, пропорционален изменению влажности теста и фиксируется на шкале прибора. Абсолютная погрешность измерений для различных сортов изделий составляет в среднем 0,3 - 0,5 %, а без учета сортности 0,3%.

В Англии разработана конструкция датчика, в основе которой лежит метод определения влажности теста с помощью источника ионизирующего излучения. Датчик состоит из источника и детектора ионизирующего излучения с расположенным между ними каналом, по которому перемещается тесто, влажность которого требуется определить; преобразователя энергии ионизации в

электрический сигнал вторичного показывающего и записывающего прибора.

Принцип работы устройства заключается в следующем. Порция теста из тестомесильной машины, проходя в канале между источником излучения и детектором, поглощает определенную дозу излучения, попадающего на детектор, величина которой зависит от влажности теста. Изменение влажности порции теста в канале приводит к изменению поглощенной тестом энергии излучения и соответственно меняет величину сигнала датчика.

Вторичный прибор может быть отградуирован для того или иного рецептурного состава теста непосредственно в единицах влажности.

В Англии используется также метод автоматического контроля влажности теста в потоке, основанный на измерении его удельной массы [2].

Устройство работает следующим образом. Часть замешенного теста отбирается из тестоприготовительного агрегата и проходит через весовое устройство параллельно основному потоку. Весовое устройство представляет собой транспортер, под лентой которого расположен датчик. Так как объемный расход через весовое устройство постоянный, то всякое изменение сигнала датчика свидетельствует об изменении удельной массы смеси, вызванном изменением ее рецептурного состава, а значит влажности теста.

На предприятии "Пищепромавтоматика" разработан автоматический консисометр, позволяющий контролировать влажность теста в потоке на тестомесильных машинах непрерывного действия по его физико-механическим характеристикам.

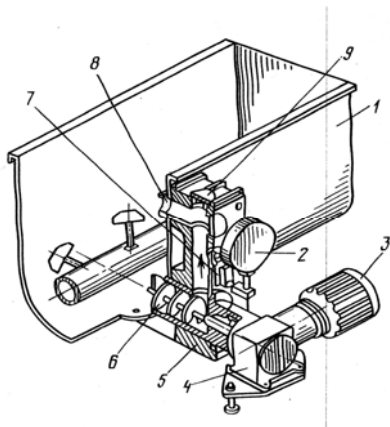


Рис. 2. Автоматический консисометр теста АО "Пищепромавтоматика":

- 1 – корыто месильной машины; 2 – манометр МЭД;
- 3 – электродвигатель переменного тока АС2-12-4;
- 4 – червячный редуктор Р4Н80А; 5 – корпус консисометра;
- 6 – шнек; 7 – мембранный разделитель; 8 – коническая насадка; 9 – крышка

Общий вид консисометра и способ его установки у тестомесильной машины показан на рис. 2.

Часть теста отбирается шнеком консисометра, имеющим переменный шаг и диаметр, из корыта месильной машины и, пройдя через полость, расположенную в литом

корпусе, поступает обратно в тестомесильную машину по каналу и трубе с конусной насадкой.

В связи с сопротивлением продвижению теста в канале и трубе с сужающейся конусной насадкой создается давление, величина которого измеряется мембранным разделителем и манометром типа МЭД. Манометр преобразует давление теста в пропорциональный электрический сигнал, поступающий к вторичному самопишущему прибору, входящему в комплект консисометра.

Шнек консисометра приводится в движение электродвигателем переменного тока АС2-12-4 через червячный редуктор Р4Н80А.

Частота вращения шнека – 65 об/мин.

Для удобства чистки проточных частей корпуса предусмотрено отверстие, закрытое в рабочем состоянии крышкой.

Для определения метрологических характеристик консисометра накопленные экспериментальные данные были обработаны методами математической статистики.

В результате обработки установлено, что на рабочем участке измерений, ограниченном допустимыми отклонениями влажности теста от номинальных значений, взаимосвязь между влажностью теста и показаниями вторичного прибора консисометра устанавливается следующей линейной зависимостью

$$W_m = ax + c, \quad (1)$$

где x – показания вторичного прибора консисометра, кгс/см²;

W_m – влажность теста, %;

a, c – постоянные коэффициенты.

Величина среднеквадратической ошибки определения влажности теста с помощью консисометра составляет 0,3%.

Н.Ф. Прокопенко создана конструкция датчика влажности теста, основанная на измерении активной мощности, затрачиваемой на замес теста в скоростной ротационной машине типа ХТП.

Датчик одновременно может выполнять функции камеры предварительного смешения ингредиентов в тестомесильных машинах непрерывного действия.

Результаты исследований, проведенные в НУПТе на экспериментальной установке, имитирующей тестомесильную машину ХТП, подтвердили тесную взаимосвязь между расходом энергии на замес или удельной работой и влажностью теста для любых режимов работы, формы и размеров месильного органа и камеры смесителя. Аналогичные результаты получены при испытаниях тестомесильной машины ВНИИХПа новой конструкции с интенсивным замесом теста [4].

Характер этой взаимосвязи как зависимости влажности теста и его реологических характеристик полностью соответствует приведенному выше линейному уравнению с учетом масштабных коэффициентов, определяемых природой измеряемых величин и конструкцией машины.

Поступила 01.2010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология хлеба. / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева – СПб.: ГИОРГ, 2005. – 559 с.
2. Патент Англии № 1023814. Конструкция прибора по определению влажности.
3. Летчик В.Я., Донской Д.М., Зуйвиченко В.С. Разработка модели динамики непрерывного замеса теста. – Тр. ин.-та «Пищепромавтоматика», 1974. - №12,13.
4. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / Под ред. Ю.А. Мачихина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.