

---

**ПИЩЕВАЯ  
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

---

**3**

---

**1983**

УДК 664.653.12.05.012-52

## Автоматический контроль замеса теста в тестомесильных машинах непрерывного действия

В. Д. КИШЕНЬКО, Е. Н. ПИВЕНЬ канд. техн. наук, Киев. технол. ин-т пищ. пром-сти

Одним из наиболее действенных методов увеличения скорости созревания теста и улучшения качества хлеба является повышенная механическая обработка теста при его замесе.

Степень механического воздействия на тесто в процессе замеса характеризуется удельной работой, которая определяется по формуле

$$A_{уд} = \frac{NT_3}{G}, \quad (1)$$

где  $N$  — полезная мощность электродвигателя тестомесильной машины, Вт;  $T_3$  — продолжительность замеса теста, с;  $G$  — масса одновременно обрабатываемого теста, г.

Полезная мощность определяется по формуле

$$N = N_1 - N_2, \quad (2)$$

где  $N_1$  — общая мощность электродвигателя тестомесильной машины, Вт;  $N_2$  — мощность электродвигателя при холостом ходе тестомесильной машины, Вт.

Определение удельной работы на замес теста в тестомесильных машинах периодического действия не вызывает затруднений, так как мощность электродвигателя и продолжительность замеса теста легко измеряются, а масса теста определяется по рецептуре. В тестомесильных машинах непрерывного действия процесс измерения удельной работы на замес теста значительно усложняется по следующим причинам: во-первых, при регулировании процесса замеса теста изменяются расходы жидких ингредиентов и муки, идущих на замес, во-вторых, продолжительность замеса теста, т. е. время пребывания элементарной частицы теста в корыте тестомесильной машины, является переменной и зависит от ряда факторов.

Предварительными исследованиями установлено, что продолжительность замеса теста в тестомесильных машинах непрерывного действия в основном определяется числом оборотов месильного вала тестомесильной машины за единицу времени, степенью заполнения корыта тестомесильной машины и реологическими свойствами замешиваемого теста. Причем степень и характер влияния указанных факторов на продолжитель-

ность замеса теста зависит от типа тестомесильной машины.

Исследования процесса замеса теста из пшеничной муки проводились в тестомесильной машине Х-26А. Был поставлен полный факторный эксперимент с рандомизацией опытов. В качестве факторов были выбраны следующие показатели:  $X_1$  — степень заполнения корыта тестомесильной машины (30—70 %);  $X_2$  — скорость вращения месильных органов (40—60 об/мин);  $X_3$  — реологические свойства теста (250—350 ед. пенетрометра). В качестве функции отклика  $Y$  определялась продолжительность замеса теста (мин).

При проведении эксперимента степень заполнения корыта тестомесильной машины определялась по уровню теста в нем, скорость вращения месильных органов тестомесильной машины — тахометром, а реологические свойства замешиваемого теста — с помощью автоматизированного пенетрометра АП-4 по методике [1].

Для установления необходимого уровня факторов согласно плана эксперимента для  $X_1$  изменялась производительность тестомесильной машины, для  $X_2$  — соотношение расходов муки — жидкая опара, для  $X_3$  — частота вращения вала тестомесильной машины.

Опыт	План эксперимента			Результаты опытов				Расчетные данные	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$\bar{Y}$	$\hat{Y}$
1	+1	+1	+1	7,4	7,0	7,1	6,8	7,08	7,06
2	-1	+1	+1	4,8	4,2	4,4	4,1	4,38	4,36
3	+1	-1	+1	13,6	13,2	13,6	13,8	13,55	13,60
4	-1	-1	+1	11,0	11,2	10,8	10,6	10,9	10,9
5	+1	+1	-1	8,3	8,2	9,0	9,1	8,65	8,66
6	-1	+1	-1	6,3	6,0	5,8	5,7	5,95	5,96
7	+1	-1	-1	14,9	14,8	15,8	15,5	15,25	15,2
8	-1	-1	-1	12,8	12,5	12,4	12,2	12,48	12,5

Усредненные величины отклика  $\bar{Y}$  определялись по данным четырех параллельных наблюдений, проведенных в каждой точке плана эксперимента, и приведенных в таблице. После обработки экспериментальных данных по методике [2] было получено уравнение, адекватно описывающее с 5 %-ым уровнем значимости процесс замеса теста

$$\hat{Y} = 9,78 + 1,35X_1 - 3,27X_2 - 0,80X_3. \quad (3)$$

В результате проведенных исследований на кафедре автоматизации производственных процессов КТИППа была разработана система авто-

сунке. Данная система определяет удельную работу на замес теста по выражению

$$A_{уд}(\tau) = \int_{\tau}^{\tau+T_3} \frac{N(\tau)}{G_M(\tau) + G_0(\tau)} d\tau, \quad (4)$$

где  $G_M(\tau)$  и  $G_0(\tau)$  — мгновенные расходы соответственно муки и жидкой опары;  $\tau$  — текущее время.

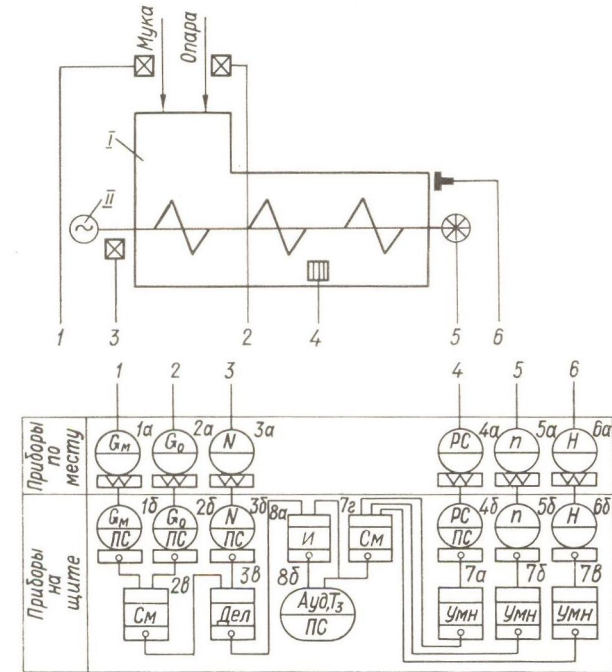
Система автоматического контроля процесса замеса теста реализована на серийно выпускаемых приборостроительной промышленностью приборах и устройствах пневматической системы «Старт». Для вычисления удельной работы на замес теста авторами разработан интегратор на элементах УСЭППА, который обеспечивает непрерывное вычисление удельной работы по выражению (4) при изменяющемся верхнем пределе интегрирования, определяемым уравнением (3).

Разработанная система автоматического контроля процесса замеса теста входит в систему автоматической оптимизации технологических процессов поточной линии производства хлеба, введенной на Броварском хлебозаводе Киевского производственного объединения хлебопекарной промышленности.

Автоматический контроль удельной работы на замес теста позволяет при переменном качестве перерабатываемой муки, использовать ее для автоматической оптимизации процессов тестоприготовления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришин А. С., Цирульников В. Д., Энкина Л. С. Исследование реологических свойств теста. — М.: ЦНИИТЭИ-пищепром, 1971. — 36 с.
2. Федоров В. Г., Плесконос А. К. Планирование и реализация экспериментов в пищевой промышленности. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 240 с.



Функциональная схема автоматического контроля процесса замеса теста:

I — тестомесильная машина; II — электродвигатель тестомесильной машины; 1а — датчик расхода муки; 2а — датчик расхода опары; 1б, 2б, 4б — вторичный прибор типа КСДЗ с выходным пневмопреобразователем; 2в, 7г — прибор алгебраического суммирования ПФ1.1; 3а — датчик электрической мощности ПОЗО; 3б — электронный автоматический потенциометр типа КСПЗ с выходным пневмопреобразователем; 3в — множително-делительное устройство ПФ1.18; 5а — тахогенератор; 5б, 6б — электропневматический преобразователь; 6а — датчик уровня; 7а, 7б, 7в — прибор умножения на постоянный коэффициент ПФ1.9; 8а — интегратор; 8б — вторичный пневматический прибор типа ПВ4.3Э.

матического контроля процесса замеса теста в тестомесильной машине непрерывного действия, функциональная схема которой приведена на ри-