

УДК.664.64.014.

Исследование затрат энергии на работу в период замеса теста тестомесильной машиной периодического действия.

Ялпачик Ф.Е. к.т.н., доц.

Янаков В.П., инженер.

Таврійська державна агротехнічна академія.

Тел. (0691) 42-13-06

Анотація – Стаття посвящена аналізу установлення оптимальних енергетических параметров замеса теста. Нахождению взаимосвязи между показателями тестоприготовления, энергетическим балансом тестомесильной машины конфигурацией рабочего органа и свойствами теста. Реализации полного теоретического описания уравнений баланса энергии, рабочего органа тестомесильной машины.

Ключові слова - энергетика, параметр, уравнение, цикл, оборот, критерий, смешивание, скорости вращения, тесто.

Постановка проблеми. Проведение единой технической политики в условиях резкого повышения требований к интенсификации производственных процессов и улучшения качественных показателей хлебобулочной продукции, показывает актуальность новых научно-технических решений, которые отвечают требованиям сегодняшнего дня. При этом основной целью модернизации и нововведений является улучшение технологических параметров компонентов, без значительных энергетических затрат. Режим перемешивания значительно влияет и на дальнейших этапах технологического процесса. Установление оптимальных параметров замеса выполняется с учётом конечных результатов - критериев качества теста.

Аналіз останніх досягнень. В своих исследованиях И.М. Ройтер, В.Г. Юрчак, Н.И. Березин [1] показали - снижение удельного расхода энергии при замесе теста с

38 до 30 Дж/г связано с увеличением содержания муки в опаре с 30 до 65%. При этом достигались оптимальные увеличения брожения теста с 60 до 45–30 мин.

К.С. Булена [2] установил взаимосвязь между конфигурацией рабочего органа, свойствами теста и параметрами процесса замеса теста. Он изучал рабочие органы: пальцевого, поршневого, овального, пруткового типа. В результате проведения научного поиска было доказано:

- удельная энергия 20-45 Дж/кг является достаточной для выхода продукции максимального качества, это условие соблюдается для рабочих органов различной конфигурации;

- равные затраты удельной энергии на образование теста не позволяют получить идентичное качество;

- геометрические параметры рабочих органов в значительной степени влияют на свойства тестовой массы.

C. S. Andress, R.C. Hoseney, P.L.Fenney [3,4] провели серию опытов заключающихся в применении пластификации при замесе теста. В результате на 30%, (20кДж/кг), удалось уменьшить расход энергии, добиться высокого качества выходного продукта. При этом, была определена зависимость энергоёмкости рабочих органов от их формы - прутковые давали минимальную, а овальные максимальную.

Чешский учёный Н.В. Форман [2] в своей работе рассмотрел конструкции рабочих органов и их связи с интенсивностью процессов происходящих при замесе теста. Он установил, что расход энергии на замес теста зависит от формы рабочего органа. Минимальную энергоёмкость имел рабочий орган с сечением активного элемента в виде треугольника. Им также установлено, что при треугольной форме рабочего органа затраты энергии в два раза меньше при замесе теста, чем рабочим органом других типов.

Формулювання мети статті(постановка завдання). Целью данной статьи является определение оптимального баланса между энергозатратами, технологией замеса теста и качеством готовой продукции.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие цели исследований:

- определить направления в исследовании энергетики замеса теста;
- дать анализ тенденций в теории энергетики замеса теста;
- дополнить концепцию научных взглядов по энергетике замеса теста;
- обосновать дальнейшее совершенствование системы энергозатрат.

Основна частина. Разработка и обоснование энергосберегающих, технологичных, эффективных и рациональных конструкций тестомесильных машин периодического действия обуславливают актуальность научного поиска. За базу изучения технологических изменений происходящих в период замеса теста была принята трех стадийная модель замеса теста разработанная действительным членом Академии инженерных наук Украины, д.т.н. проф. А.Т. Лисовенко [5,6,7].

Им предложена система уравнений для описания энергетического баланса тестомесильной машины. За один цикл, оборот, можно представить уравнения баланса энергии, рабочего органа тестомесильной машины, [5,6,7]:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (1.1)$$

$$A_{\text{yo}} = An\tau / m, \quad (1.2)$$

$$N = \frac{A \cdot n}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (1.3)$$

$$A_1 = ab\pi\rho_m n^2 \sin^2 \alpha (\gamma_2^2 - \gamma_1^2) \left[(1-K)\pi^2 (\gamma_1^2 + \gamma_2^2) + \frac{KS^2}{2} \right], \quad (1.4)$$

$$A_2 = 0.75av\delta\rho_{\text{met}}\pi^2 n^2 (r_2^3 + r_1^3), \quad (1.5)$$

$$A_3 = \frac{t_2 - t_1}{n\tau} (m_T c_T + m_m c_m), \quad (1.6)$$

$$A_3^1 = 124a\mu m \left(\frac{r_2^4 - r_1^4}{l} + 2 \frac{r_2^3 b \sin \alpha}{f} \right), \quad (1.7)$$

$$A_4 = (0,05 - 0,1)A_1 + A_{\text{zuo}}, \quad (1.8)$$

$$A_{\text{эф}} = \frac{A_1}{A_3}, \quad (1.9)$$

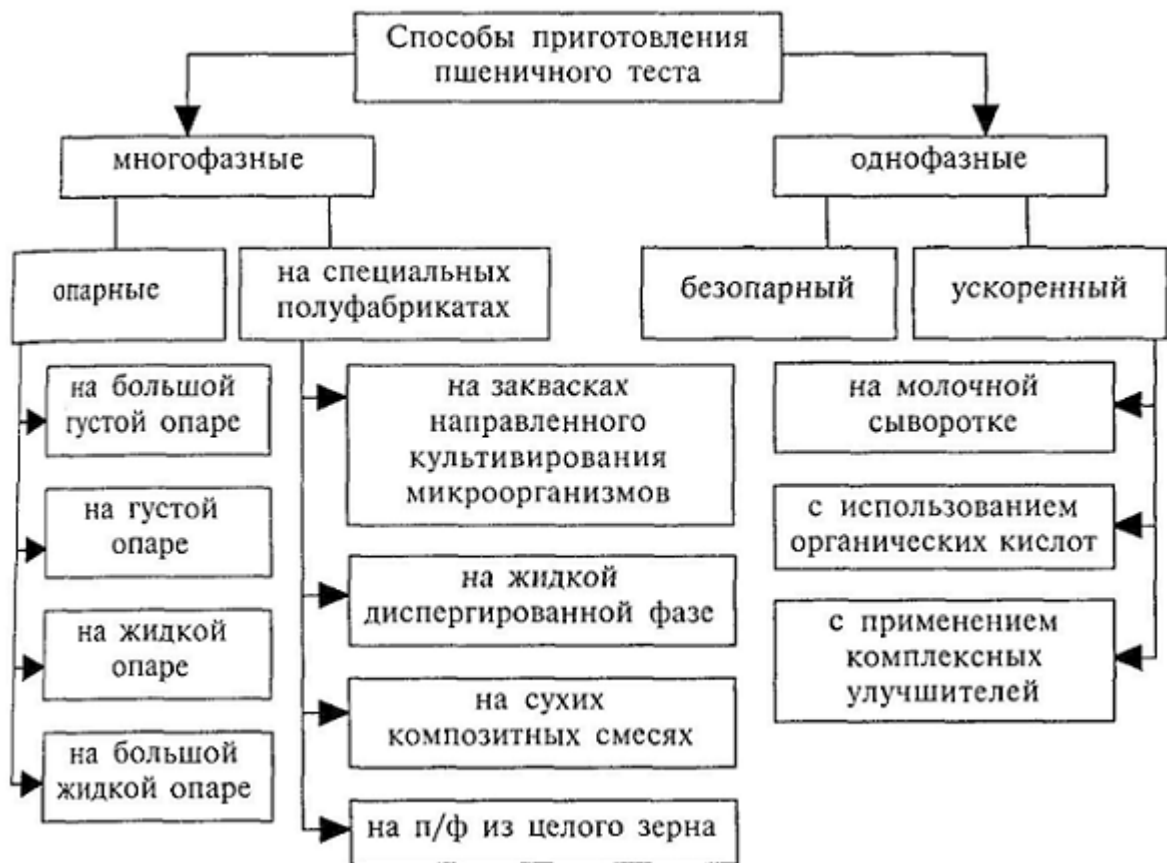
где, A - работа за один оборот рабочего органа, Дж/ об;

A_1 - работа идущая на смешивание массы компонентов, расходуемая на придание кинетической энергии частицам смеси, Дж/об;

A_2 - работа затрачиваемая на перемещение рабочих органов машины Дж/об. В начальный период замеса теста энергия затрачивается на сообщение скорости вращения подвижной части тестомесильной машины (шкивов, валов, ремней рабочих (месильных) органов и др.); преодоление отрицательного воздействия момента инерции частей привода. В дальнейшем, при постоянстве скорости вращения рабочих органов, она равна нулю.

A_3 - работа, затрачиваемая на нагрев структурных компонентов тестовой массы и взаимодействующих с ними частей тестомесильной машины, зависит от величины внутреннего трения вязкоупругой тестовой массы, Дж/об.;

A_4 - работа воздействующая на перемещение ингредиентов и смеси. Способствует изменению молекулярно-энергетических характеристик тестовой массы, Дж/об.;



Мал.1. Схема розрахунку виробничих рецептур тіста із пшеничної муки [8].

n - частота вращения месильной лопасти тестомесильной машины, c^{-1} ;

τ - время перемешивания, c ;

m - масса компонентов, находящихся в рабочей камере тестомесильной машины, кг.;
 η_1, η_2 - суммарный коэффициент полезного действия приводов тестомесильной машины;
 a - количество месильных лопастей, шт.;
 b - ширина лопасти, м;
 π - число $\pi = 3,14$;
 ρ_m - усреднённая плотность смеси кг/м³;
 α - угол наклона лопасти, град;
 r_2 - расстояние от оси до начала месильной лопасти, м;
 r_1 - расстояние от оси до конца месильной лопасти, м;
 k - коэффициент подачи смеси, указывает на часть массы захваченную месильной лопастью движения в осевом направлении, $k=0,1-0,5$;
 S - шаг образующей наклона месильной лопасти, м.;
 δ - напряжение сопротивления теста, $\delta=800$;
 ρ_m - плотность металла месильной лопасти, кг/м³;
 t_1 - температура тестовой массы в начале перемешивания, К;
 t_2 - температура тестовой массы в конце перемешивания, К;
 m_T - масса компонентов, располагающиеся в месильной ёмкости тестомесильной машины, кг;
 m_m - масса частей тестомесильной машины, нагревающиеся при замесе теста, кг;
 C_m - усреднённая теплоёмкость перемешиваемой массы, кДж/кг;
 C_m - усреднённая теплоёмкость металла, кДж/кг;
 μ - средняя вязкость смеси, кг/м³;
 l - расстояние от месильной лопасти до дна ёмкости, м;
 f - зазор от торца месильной лопасти до корпуса месильной ёмкости, м.

Однако в предложенной системе уравнений не расписана работа затрачиваемая на гидратацию компонентов. Устраним данный недостаток. Рассчитаем работу, расходуемую на структурообразование тестовой массы, по уравнению:

$$A_4 = (0,05 - 0,1)A_1 + A_{гид}, \quad (1.8)$$

где, $A_{гид}$ - работа затрачиваемая на гидратацию компонентов, Дж/об.

Согласно первому закону термодинамики [9]:

$$\Delta U = A_5 + Q, \quad (1.10)$$

где, ΔU - изменение внутренней энергии системы, *Дж*;

Q - количество теплоты, сообщённое системе, *Дж*;

A_5 - работа, произведённая над системой, *Дж*.

в данном случае:

$$Q = 0, \quad (1.11)$$

$$A_5 = \Delta U = Q_{\text{гидр}}, \quad (1.12)$$

где, $Q_{\text{гидр}}$ - количество теплоты, полученное системой от гидратации компонентов, *Дж*;

с другой стороны Ауэрман Л.Я. [10] считает, что:

$$Q_{\text{гидр}} = \frac{TC_T \Delta t_{\text{гидр}}}{M}, \quad (1.13)$$

Для процесса замеса:

$$C_T = \frac{C_M M + B}{T}, \quad (1.14)$$

где, T - количество теста, подвергающегося обработке, *кг*;

C_m - удельная теплоёмкость теста, *кДж/кг*.

После подстановки в уравнение 1.8 уравнений 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14 получаем:

$$A_{\text{гидр}} = \frac{\Delta t_{\text{гидр}}}{M} (C_M M + B), \quad (1.15)$$

где, C_m – удельная теплоёмкость муки, *кДж/кг*;

B – количество воды по рецептуре теста, *кг*;

$\Delta t_{\text{гидр}}$ - прирост температуры за счёт гидратации;

M - количество муки в тесте, *кг*.

Однако удельную теплоёмкость теста можно определить, в зависимости от влажности теста, [9]:

$$C_T = (0,4 + 0,006W)4,19, \quad (1.17)$$

где, W - влажность теста, %.

Висновки. Полученные результаты исследований позволяют прийти к следующим заключениям:

1. Определена основная цель в исследованиях энергетических затрат при различных режимах перемешивания. Установлены оптимальные энергетические параметры замеса, с учётом конечных результатов - критериев качества готовой продукции, и т.д.

2. Дан анализ взаимосвязи между улучшением технологических параметров компонентов, в период замеса, дальнейших этапов технологического процесса и модернизацией и нововведением воздействия на тестовую массу. Сформулированы направления снижения удельного расхода энергии при замесе теста

3. Определена теоретическая основа исследований энергетике замеса теста. Выявлены недостатки и преимущества существующих теорий.

4. На основании анализа всех данных полученных об энергетике замеса теста, определена целесообразность научного поиска. Интенсификация технологии тестоприготовления, на основе снижения энергозатрат, даёт возможность рационально получать тесто с высокими качественными показателями.

Література.

1. Ройтер И.М., Юрак В.Г., Березня Н.И. Влияние технологических факторов на оптимальный расход энергии при замесе теста. Хлебопекарная и кондитерская промышленность. 1980. №2. –с.24–26.

2. Контроль процесса брожения теста по выделению углекислого газа. /Черных В.Я., Пучков Л.И., Гинзбург А.Г. и др./ Хлебопекарная и кондитерская промышленность –1982.-№1.-с.22-24.

3. Address Cal Special processed bran improves bread quality. Food Process. -1985. - 46.№5. - P.44.

4. Hosney R.C., Fenney P.L. Mixing a contrary view Bakersy Pijest. -1974. -48. - P.22-28.

5. Лісовенко О.Т. і др. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробів. - К. Наукова думка. 2000.-с.282.

6. Гончаров М.Д. Оценка однородности смеси в процессе образования теста. – Хлебопекарная и кондитерская промышленность. 1964. №3. -с.3-8.

7. Tschevscher H.B., Quendt H., Heinickel U. Zur Analyse des Proesses der Weizenteigbereitung mit hoher Knetintensitat. - Backer und Konditor. 1973. №8. -S. 232-234; 1973. №9. -S.262-264; 1975. №8. -S.231-233.

8.Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. -М. ПрофОбрИздат.2001.-с.432.

9. Марон В.Е., Городецкий Д.Н. Физика, законы, формулы, задачи. - М. Вышэйшая школа. 1986.-с.207.

10. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М. Пищевая промышленность. 1984. -с.405.

УДК.664.64.014.

Research on energy spending during the dough kneading process by periodic action dough mixing machinery.

Yalpachik F.E. Yanakov V.P.

Annotation - The article analyses optimal power parameters set up during the dough kneading process. It tries to find connections between dough preparation index, energetic balance of dough mixing machinery, working body configuration and dough quality. It talks about implementation of full theoretical description of energy balance equation and working body of mixing machinery.

Рецензия на статью

УДК.664.64.014.

Исследование затрат энергии на работу в период замеса теста тестомесильной машиной периодического действия.

Ялпачик Ф.Е. к.т.н., доц.

Янаков В.П., инженер.

Таврійська державна агротехнічна академія.

Тел. (0691) 42-13-06

Статья посвящена анализу установления оптимальных энергических параметров замеса теста. Нахождению взаимосвязи между показателями тестоприготовления, энергетическим балансом тестомесильной машины конфигурацией рабочего органа и свойствами теста. Реализации полного теоретического описания уравнений баланса энергии, рабочего органа тестомесильной машины.

В ней раскрыты вопросы:

- направления в исследованиях энергетики замеса теста;
- анализ тенденций в теории энергетики замеса теста;
- дополнение концепции научных взглядов по энергетике замеса теста;
- дальнейшего совершенствования системы энергозатрат.

Научную ценность представляют вопросы:

- система уравнений для описания энергетического баланса тестомесильной машины, за один цикл.

- определение работы $A_{гид}$ затрачиваемой на гидрацию компонентов, Дж/об.

Рецензент:

к.т.н., доц. Болтянский Б.В.