

УДК.664.64.014.

Специфика определения энергетики замеса теста для расчёта тестомесильных машин.

Ялпачик Ф.Е. к.т.н.,доц.

Янаков В.П., інженер

Таврійської державної агротехнічної академії.

Тел. (0691) 42-13-06

Анотація – Стаття посвящена совершенствованию тестомесильных машин в направлении – затраты энергии на замес теста. Учёту особенностей процессов образования тестовой массы, условий достижения рациональных параметров в рабочей камере и одновременно форм месильной лопасти, её воздействие на среду, которые должны отвечать основным требованиям теории замеса.

Ключові слова – мощность, крутящий момент, рабочий орган, термодинамика, скорость движения, частота вращения.

Постановка проблемы. На структурно-механические и физические свойства теста значительное влияние оказывает характер взаимодействия рабочего органа и тестовой массы. С другой стороны, в производственных условиях эти параметры колеблются и возникает вопрос про возможность управлением процессом приготовления теста с учётом технологичных требований.

Основным элементом тестомесильной машины периодического действия является месильный орган и конфигурация рабочей камеры. При совершенствовании тестомесильных машин необходимо учитывать особенности процессов образования тестовой массы и условия для достижения рациональных параметров в рабочей камере, одновременно формы месильной лопасти и её воздействие на среду, которые должны отвечать основным требованиям теории замеса. Преимущество отдаётся таким формам месильного органа, где масса теста в процессе замеса перемещалась по сложной траектории, попадая при этом

разнообразным деформирующим воздействиям, которые обеспечивают его интенсивную обработку.

Аналіз останніх досягнень. Г.М. Медведев [1] исследовал поведение пограничных слоев теста около рабочего органа. Несмотря на независимость проведенных исследований, их выводы оказались схожи:

- при перемешивании рабочим органом вязкость теста меняется с течением времени и из-за структуры образования;
- при воздействии рабочим органом в пограничном слое тестовой массы частицы сдвигаются, причём от скорости смещения зависит вязкость;
- на снижение вязкости влияют так же температура, скорость сдвига, вибрация;
- уменьшение вязкости теста влияет на снижение сопротивления рабочему органу, а, следовательно, и энергозатрат на выполнение процесса замеса теста.

В своих трудах А.Т. Лисовенко, Л.Н. Лужин, Ю.А. Мачихин замес теста считают необходимым разделить на три этапа или стадии. Работы проводились на тестомесильной машине, с вала которой при помощи приборов снимали показания. Ими было получено подтверждение своих предпосылок на кривой консистограммы замеса, отражающей изменения колебаний нагрузки на валу тестомесильной машины в течении тестообразования. Исследование закономерностей изменений массы муки в тесте на величину времени достижения максимального крутящего момента, приводит к изменению периода воздействия на тестовую массу и затраты энергии процесса тестообразования [2,3].

Идентичные исследования проводили и зарубежные ученые D.E Smith., S.P. Buren, J.S. Amrews. В своих работах уделяли большое внимание организации внутри и межмолекулярных трансформаций в белковых молекулах теста. Выводы, полученные этими учеными, легли в основу созданной ими трехстадийной модели процесса замеса теста. [4].

Формулювання мети статті(постановка завдання). Целью данной статьи является определение направлений исследования энергетики замеса теста.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие цели исследований:

- определить направления исследований затраты энергии на замес теста;
- изучить тенденции в теории энергетике замеса теста;
- показать разнообразие научных взглядов по энергетике замеса теста;
- обусловить дальнейшее усовершенствование теории энергозатрат.

Основна частина. Основы теории процесса замеса теста разрабатывались исходя из того что, процесс замеса теста является многофакторным технологическим звеном в производстве хлеба и хлебобулочной продукции. Особенностью этого процесса является то, что его нельзя свести к примитивному перемешиванию сыпучих и жидких компонентов, т. к. входящие компоненты в процессе тестообразования изменяют свои физико-механические свойства.

Моделирование процессов замеса теста, на основании теоретических предпосылок:

- энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает бесследно: количество её неизменно. Она только переходит из одной формы в другую.

- изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе.

- невозможен процесс, единственным результатом которого была бы передача энергии путём теплообмена от тела менее нагретого к более нагретому [5].

- учёт изменения характеристики тестовой массы во времени в зависимости от её рецептуры и присущий вид внешних воздействий.

- описывание присущего вида взаимодействия месильных органов тестомесильных машин с тестовой массой, а так же влияния этих контактов на физико-биологические параметры тестовой массы.

В своих трудах А.Т. Лисовенко [2] определяет суммарные затраты мощности привода N на процесс тестообразования тестомесильных машин периодического действия определяется по уравнению:

$$N = \frac{A \cdot n}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (1.1)$$

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

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

η_1, η_2 - суммарный коэффициент полезного действия приводов тестомесильной машины.

Зайцев Н.В. считает, что одним из факторов определяющих величину воздействия месильного органа на обрабатываемую среду является угол атаки лобовой поверхности рабочего органа. Для проектирования рабочего органа необходимо определить угол атаки лобовой поверхности, определив его оптимальное значение [6]. Исходя из того, что мощность двигателя, затраченная при замесе теста, идёт на тестообразование, она описывается уравнением:

$$N = \frac{(P_0 v_0 + P_p v_p) K_1}{1000 \eta}, \quad (1.2)$$

где, P_0 – осевая составляющая равнодействующей сил сопротивления, Н;

V_0 – осевая скорость движения точки P_0 , воздействующая на лопасть, м/с;

P_p – радиальная составляющая, равнодействующих сил сопротивления, Н;

V_p – радиальная скорость движения точки контакта P_p , действующих на лопасть, м/с.

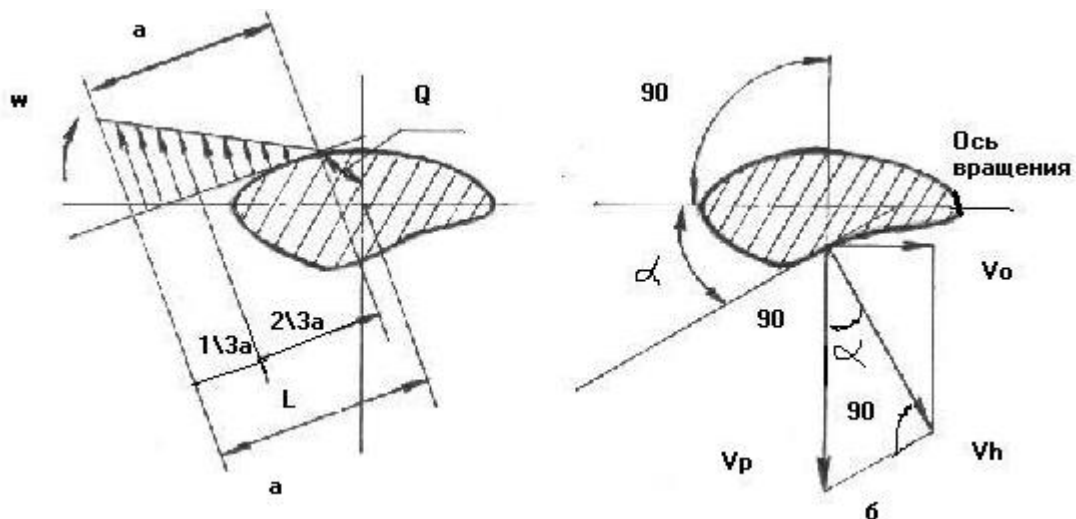


Рис.1.1. Расчётная схема: а - установления сил сопротивления воздействующих на лопасть; б - определения скорости движения точки, действия сил равнодействующих сопротивления на лопасть.

Определим её составляющие:

$$P_0 = F \left(R \rho t g^2 \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) + 2ctg \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) \right) (\sin \alpha - \mu \cos \alpha), \quad (1.3)$$

$$P_p = F \left(R \rho t g^2 \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) + 2ctg \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) \right) (\cos \alpha + \mu \sin \alpha), \quad (1.4)$$

где, F - площадь лопасти погруженной в тесто, m^2 ;

R - радиус до центра плоскости лопасти, m ;

C - удельное сцепление теста с материалом лопасти, n/m^2 ;

γ - угол внутреннего теста, $^\circ$;

α - угол наклона лопасти к оси вращения, $^\circ$;

μ - коэффициент трения теста о лопасть.

Осевая и радиальная скорость точки контакта рабочего органа с тестом определяется по уравнениям:

$$V_0 = V_p \cos \alpha \sin \alpha, \quad (1.5)$$

$$V_p = \omega R, \quad (1.6)$$

где, ω - угловая скорость лопасти, rad/c ;

$$\omega = \frac{R_1 n}{30}, \quad (1.7)$$

где, R_1 - радиус лопасти, m ;

K_1 - число лопастей;

Z - число лопастей в тестомесильной машине.

$$K_1 = (1 + z), \quad (1.8)$$

Подставив в уравнение (1.2), закономерности изменения параметров входящие в нее и проведя преобразования, получим уравнение для определения расхода мощности привода без учёта КПД передачи:

$$N = F \frac{K_1 R^2 n}{30000 \eta} \left(R \rho t g^2 \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) + 2ctg \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) \right) \left(\sin \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) \sin^2 + \mu \sin^3 \alpha \right), \quad (1.9)$$

Ауэрман Л.Я. [7] считает, что на приведение в движение тестомесильной машины без замеса теста (с пустой дежой или пустой месильной камерой) необходимо затрачивать определённую мощность. При замесе одной порции (дежи) теста необходимо затрачивать на привод тестомесильной машины мощность большую, чем при холостом ходе движения машины.

Если мощность выражать в киловаттах (κBm), а время замеса порции теста (или опары) в минутах, то расход энергии, затрачиваемой непосредственно на замес теста (обозначим его N), может быть в общем выражен формулой:

$$N = A - B, \quad (1.10)$$

где, A – общее количество энергии в $\kappa Bm/мин$ за время замеса порции теста;
 B – количество энергии в $\kappa Bm/мин$ за то же время холостого движения тестомесильной машины.

С другой стороны Белинская Н.А. и Лессон Г.Х. [8] определяют иначе энергозатраты на замес теста. Мощность электродвигателя тестомесильной машины определяют по формуле:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta}, \quad (1.11)$$

где, N_1 – мощность, необходимая для замеса теста, Bm ;

N_2 – мощность, необходимая для вращения дежи, Bm ;

η – суммарный к.п.д. передаточного механизма.

Мощность, необходимую для замеса теста, определяют по формуле:

$$N_1 = \tau_{\max} g \omega (0,47m_T + Fc_0), \quad (1.12)$$

где, m_T – масса теста в деже, $кг$;

r_{\max} – максимальный радиус вращения месильной лопасти, $м^2$;

F – площадь воздействия месильной лопасти по внутренней стенке дежи, $м^2$;

c_0 – удельное сопротивление прилипанию, $кг/м^2$;

ω – частота вращения месильной лопасти, $рад/с$.

Мощность, необходимую для вращения дежи, определяют по формуле:

$$N_2 = g(m_d + m_T)v_{cp}f, \quad (1.13)$$

где, m_d – масса дежи, $кг$;

m_T – масса теста, $кг$;

v_{cp} – окружная скорость вала дежи, $м/с$;

g – ускорение силы тяжести, $g=9,8м/с^2$;

f – коэффициент трения вала в цапфе, $f=0,2-0,3$.

Окружную скорость вала дежи определяют по формуле:

$$v_{cp} = \omega r_B, \quad (1.14)$$

где, ω – угловая скорость вала дежи, *рад/с*;

r_B - радиус вала, *м*.

Висновки. Полученные результаты исследований позволяют прийти к следующим заключениям:

1. Большое значение в интенсивной механической обработке теста оказывают характер взаимодействия рабочего органа и тестовой массы, технические и технологические факторы.

2. Большинство работ носят практический характер, связанный с внедрением изобретений. Несмотря на независимость проведенных исследований, их выводы оказываются схожи. Можно проследить тенденции в теории энергетики замеса теста исследований этих учёных.

3. В производственной практике широко применяются различные расчёты энергозатрат при замесе теста. При этом определение затрат мощности носит корректирующую роль в технологических схемах приготовления теста и функциональных изменений процессов тестообразования.

4. Оптимизация расчётов энергозатрат при замесе теста, параметров рабочего (месильного) органа и технологии тестообразования, позволяет обусловить дальнейшее усовершенствование теории тестоприготовления, сократить длительность производственного цикла, повысить качество теста

Література.

1. Медведев Г.М. Технология макаронного производства.- М. –Колос.1998. - с.272.

2. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования. - М. Легкая и пищевая промышленность. 1982. -с.208.

3. Лужин Л.Н., Мачихин Ю.А. Динамика и расчёт мощности лопастных смесителей для вязкопластичных масс. – Хлебопекарная и кондитерская промышленность. 1968. №7. -с.17-20.

4. Smith D.E., Buren J.P., Andrews J.S. Some effects of oxygen and upon the physical and chemical properties of flour doughs. - Cereal Chemistry. 1957. №5. - P.337-348.

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

6. Зайцев Н.В. Технологическое оборудование хлебозаводов. – М. –Пищевая промышленность. –1967. –с.250.

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

8. Былинская Н.А., Лессон Г.Х. Механическое оборудование предприятий общественного питания и торговли. – М. Экономика. 1980. –с. 230.

УДК.664.64.014.

Specific characters of power engineering dough kneading determination for mixing machinery calculation.

Yalpachik F.E. Yanakov V.P.

Annotation - The article discusses ways of dough mixing machinery improvements in the area of energy spending on dough kneading. It gives description of peculiarities for the dough mass formation processes. Furthermore, it speaks about conditions for rational parameters in a working chamber, forms of working blade, its affect on surroundings which have to meet basic requirements of kneading theory.

Рецензия на статью

УДК.664.64.014.

Специфика определения энергетики замеса теста для расчёта тестомесильных машин.

Ялпачик Ф.Е. к.т.н., доц.,

Янаков В.П., инженер

Таврійської державної агротехнічної академії.

Тел. (0691) 42-13-06

Статья посвящена совершенствованию тестомесильных машин в направлении – затраты энергии на замес теста. Учёту особенностей процессов образования тестовой массы, условий достижения рациональных параметров в рабочей камере и одновременно форм месильной лопасти, её воздействие на среду, которые должны отвечать основным требованиям теории замеса.

В ней раскрыты вопросы:

- направления исследований затрат энергии на замес теста;
- тенденции в теории энергетики замеса теста;
- разнообразие научных взглядов по энергетике замеса теста;
- пути дальнейшего развития теории энергозатрат.

Научную ценность представляют вопросы:

- определение суммарных затрат мощности привода N на процесс змеса теста в тестомесильных машин периодического действия;
- исследования структурно-механических и физических свойств теста, характера взаимодействия рабочего органа и тестовой массы.

Рецензент:

к.т.н., доц. Мазилин С.Д.