

УДК.664.653.122.; 664.653.124.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН

Янаков В.П., к.т.н.,

Ивженко А.В., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел/факс (0619) 421-306.

Антропова Л.Н., к.т.н.

*Донецкий национальный университет экономики и торговли имени
Михаила Туган-Барановского.*

Тел/факс (0619) 421-306

Аннотация — статья посвящена анализу формирования одного из направлений проектирования тестомесильных машин. Конструктивная эволюция развития данного вида техники направлена на снижение энергозатрат в процессе замеса теста и повышения его качества, как конечного продукта реализуемой технологической операции.

Ключевые слова — процесс, тестомесильная машина, качество, производство, параметр, свойства.

Постановка проблемы. Целью данной статьи является анализ направлений проектирования тестомесильных машин. Условия реализации энергетического воздействия на разнообразное сырьё хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств затрагивают широкий спектр энергозатрат в процессе реализации технологической операции. В последующем это даёт возможность программировать качественные показатели выпускаемой продукции в процессе осуществления представленной технологической операции [1].

Целью воздействия тестомесильной машины на перемешиваемое сырьё хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств является получение заданного уровня однородности конечного продукта технологического процесса. Приобретение тестом определённых свойств зависит от энергозатрат и технологических свойств сырья. Определение условий и границ энергетического воздействия тестомесильной машины приводит к определению её функциональных возможностей при производстве хлебопекарных, макаронных и кондитерских изделий. С другой стороны, определение

технических возможностей и недостатков тестомесильных машин даёт возможность устанавливать конструктивные особенности данного типа пищевого оборудования [2].

Анализ последних исследований. Целью повышения эффективности работы тестомесильных машин является использование разнообразного спектра технических, технологических и конструктивных решений, особенностью которых является широкое варьирование процессов взаимодействия исходных компонентов (сырья) технологического процесса приготовления продукции.

Михоник Л.А. проводила исследования повышения качественных свойств хлебобулочных изделий путём применения пшеничной муки высокого выхода. Проанализированы технологические характеристики пшеничной муки высокого выхода. Получены данные о перспективе применения данного типа сырья в производстве хлеба с оздоровительными свойствами. В исследовании применялись следующие виды сырья: пшеничная обойная, второго сорта, тмин, подкислитель "Эффективный". Все виды сырья соответствовали требованиям действующей нормативной документации. Подобраны методики для определения химического состава и показателей качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции. Однако в работе не раскрыты вопросы хлебопекарных свойств муки 1 сорта в сравнении с хлебопекарными свойствами муки обойной и второго сорта [3].

Полякова А.В. проводила исследования по обоснованию целесообразности применения растительных добавок антиоксидантного действия для повышения качества изделий из листового теста. Получены данные о характеристике объектов и методов исследования сырья и готовых изделий, а также общий план проведения теоретических и экспериментальных работ. Изготовление пробных образцов листового теста проводили с применением машины для раскатки МРТ-60М. Отбор проб для исследования, определение кислотности, содержание влажности, золы, сухих веществ осуществляли по общепринятым методикам, согласно действующим ДСТУ. Проведенный анализ показал приоритетные направления в этом аспекте, которые направлены на улучшение качества и стабильности жирового компонента для продолжения срока хранения продукции, улучшения технологических свойств муки, а также снижения энергоёмкости и повышения пищевой ценности листовых изделий. Однако в работе не высветлены вопросы по определению количества карбонатных соединений в жировом компоненте изделий [4].

Столярчук П.Н. проводила исследования по применению арбузной голонасенной муки при производстве мучных кондитерских

изделий. В ходе исследований применяли арбузную голонасенную муку, полученную способом экструзии согласно с ТУ У 15.6-01597997-001:2007 "Мука арбузная голонасенная" и дополнительные материалы и сырьё соответствовали требованиям действующих нормативно-технических документов. Данные позволили научно обосновать рациональное применение ГГБ в технологии приготовления изделий из песочного теста. Изучены его органолептические свойства и физико-химические показатели качества. Исследования коэффициента набухания показали, что арбузная мука может набухать и удерживать в два раза больше влаги от её массы при температуре 20⁰С. Однако в работе не высветлены вопросы коэффициента набухания ГГБ в зависимости от времени гидратации [5].

Винникова В.А. проводила исследования анализа современного рынка железосодержащих добавок в продуктах питания противоанемичной направленности. Отмечено, что в наше время больше половины населения страдают от железодефицитной анемии. Большинство форм связано с нарушением обмена микроэлементов, дефицитом витаминов. Разработана схема проведения теоретических и экспериментальных исследований. Однако в работе не высветлены вопросы: как во время производства предлагаемых инноваций формируются товароведческие и технологические свойства, в частности, цвет и биологическая ценность, а также как возможно обеспечить рациональное соотношение форм гемоглобина с трёх- и двухвалентным железом [6].

Определены направления современных исследований процесса реализации технологической операции замеса теста. Применение выделенных методик повышения эффективности процессного воздействия даёт возможность добиться интенсификации энергетического воздействия при одновременном повышении качества выпускаемой продукции.

Основная часть. Оценка уровня энергетического воздействия тестомесильных машин на потенциал различной качественной реализации технологий производства хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции. Нахождение критериев результативности процессов перемешивания обуславливается возможностью изменения параметров процессов образования теста. На этом этапе формулирования проблематики данной технологической операции возникает вопрос соответствия критериев развития тестомесильных машин и задач производства хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции. Исследования базовых законов, принципов, методов и критериев, на основе которых происходит развитие конструктивной эволюции данного типа пищевого оборудования —

тестомесильных машин. Анализ фундаментальных исследований формирования критериев тестомесильных машин показал, что последние получены в результате:

- оптимизации технологического процесса;
- масштабности перехода и моделирования процессов (теория подобия);
- рационального построения аппаратов;
- непрерывности процесса;
- направленности взаимодействующих потоков;
- обновления поверхности контакта фаз.

Классификация операций замеса теста: Можно классифицировать основные процессы технологической операции замеса теста следующим образом:

- механические процессы;
- гидромеханические процессы;
- тепловые процессы;
- массообменные процессы.

Приведенный перечень критериев развития тестомесильных машин и классификации основных процессов технологической операции замеса теста на сегодняшний день являются основой проектирования и совершенствования тестомесильных машин. Но следует отметить, что дальнейшее развитие данного типа техники на современном этапе уже не отвечает требованиям, выдвигаемым производством хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции.

В результате анализа методики развития тестомесильных машин были выявлены следующие критерии:

1. Критерий $K_{Т.И.}$ трудоёмкости технологической операции замеса теста, является классическим критерием. На его основе строится развитие тестомесильных машин, определяется соответствие требований к суммарной трудоёмкости (затрат времени и средств) T_C к его главному показателю эффективности Q , то есть представляет собой удельную трудоёмкость изготовления на единицу получаемой продукции:

$$K_{Т.И.} = T_C / Q. \quad (1)$$

2. Критерий K_M расхода материалов технологической операции замеса теста, является классическим критерием. Всесторонняя экономия материалов, сырья, при осуществлении энергетического воздействия тестомесильной машины является приоритетом реализации данной технологической операции. Экономия энергии внутри самой тестомесильной машины даёт возможность снизить энергозатраты при работе данного механизма, является одним из самых древних критериев. Его актуальность на протяжении всей

истории техники всегда была и остаётся весьма высокой и неизмеримой:

$$K_{M.} = G / Q. \quad (2)$$

где, **G** — масса тестомесильной машины.

Т.е. представляет собой удельную массу материалов на единицу получаемой продукции.

3. Критерий **К_{и.о.}** информационного обеспечения технологической операции замеса теста. В последнее время в связи с широким использованием вычислительной техники, лицензирования производств возросли затраты на подготовку и обеспечение технологической операции замеса теста. Затраты **К_{и.о.}** информационного обеспечения технологической операции замеса теста стали сопоставимы с затратами на **К_м** расхода материалов и **К_{т.и.}** трудоёмкости технологической операции замеса теста:

$$K_{и.о.} = S / Q. \quad (3)$$

где, **S** — затраты на подготовку и обработку информации, включающие стоимость и эксплуатацию вычислительной техники, разработку, аренду программного и информационного обеспечения и т.д.

Возможность оценить уровень конструктивной эволюции данного типа пищевого оборудования указывает на возможность улучшения технических решений на основе комплексного критериального анализа **К**. Он выступает как зависящий от времени однотонно возрастающей функции, желаемого предела, близкого или равного единице. Определено, что на уровне экспериментальной реализации комплексного критерия **К** выполнения задач **n** развития тестомесильных машин, целесообразно произвести объединение данного подхода:

$$K = \sum_{n=1}^{\infty} n. \quad (4)$$

Дальнейшее исследование конструктивной эволюции тестомесильных машин связано с изучением и анализом истории их формирования, имеющих одинаковые или схожие функции. Анализ данного типа пищевого оборудования полагает, что варьировать энергетической и тепловой нагрузок при реализации технологической операции замеса теста, которое в последующем реализуется в качественное преобразование теста. В целом контроль энергетического баланса тестомесильных машин выглядит как комплексный критерий **К**.

$$K = f(K_{и.о.}; K_{M.}; E_{Т.и.}). \quad (5)$$

При этом из всего объёма энергетических преобразований выделены критерии, существенно влияющие на ход технологической операции замеса теста. Коэффициент суммарного энергетического баланса работы тестомесильной машины определяют коэффициенты весомости критериев

$$K = K_1 K_{И.О.} + K_2 K_M + K_3 K_{Т.И.} \quad (6)$$

где, K_1 – коэффициент весомости критерия $K_{И.О.}$

информационного обеспечения технологической операции замеса теста;

K_2 – коэффициент весомости критерия K_M расхода материалов технологической операции замеса теста;

K_3 – коэффициент весомости критерия $K_{Т.И.}$ трудоёмкости технологической операции замеса теста.

В целом уравнение комплексного критерия K конструктивной эволюции тестомесильных машин имеет вид

$$K = K_1 \frac{T_c}{Q} + K_2 \frac{G}{Q} + K_3 \frac{S}{Q} \quad (7)$$

Подвергнув анализу вывод комплексного критерия K конструктивной эволюции тестомесильных машин (уравнения 1-7), можно установить зависимость и распределение подходов при реализации проектирования данного типа техники. Проведя математическую обработку и графический анализ комплексного критерия K тестомесильных машин по выполнению задач при реализации технологической операции замеса теста, возможно наглядно определить область оптимальных значений для реализации достаточного энергетического воздействия тестомесильной машины.

Обретенные данные расчёта изменения параметров комплексного критерия K в соответствии выполнению задач технологической операции тестомесильных машин:

- критерий $K_{Т.И.}$ трудоёмкости технологической операции замеса теста;
- критерий K_M расхода материалов технологической операции замеса теста;
- критерий $K_{И.О.}$ информационного обеспечения технологической операции замеса теста.

Тщательный анализ полученных данных показывает, что применение математического моделирования в предоставленном направлении научной мысли даёт возможность проводить корректировку энергетического воздействия тестомесильных машин. Технологическая операция замеса теста рассматривается как закономерность энергетического воздействия тестомесильных машин.

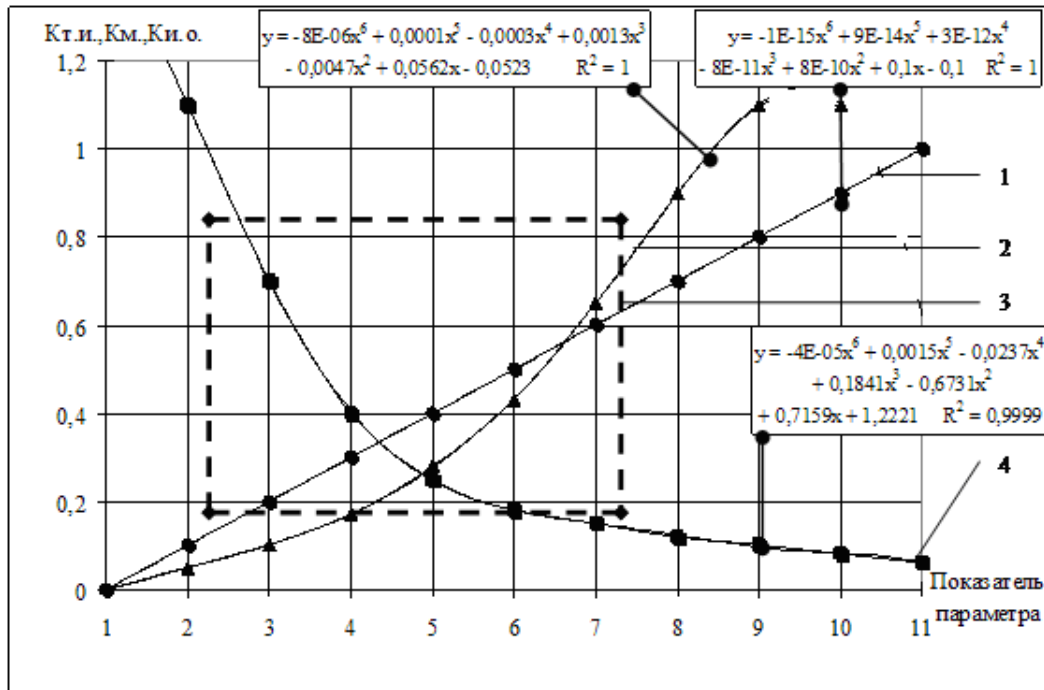


Рисунок.1. Изменение комплексного критерия K в соответствии выполнения задач тестомесильной машиной.

1 – Критерий $K_{т.и.}$ трудоёмкости; 2 – критерий K_M расхода материалов; 3 – область оптимальных значений для реализации достаточного энергетического воздействия тестомесильной машины; 4 – критерий $K_{и.о.}$ информационного обеспечения

Данные математического моделирования были обработаны при помощи компьютерной программы MS Excel-2003 и представлены графически на рисунке 1. Метод графической оценки комплексного критерия K соответствия тестомесильных машин выполнению задач технологической операции даёт возможность судить о характере изменения расчётных составляющих данного комплексного критерия K на всём интервале реализации достаточного значения энергетического значения тестомесильных машин. Таким образом, структурные элементы комплексного критерия K являются монотонно-возрастающей функцией критерия $K_{т.и.}$ и критерия K_M , а также монотонно-убывающей функцией критерия $K_{и.о.}$ Интервал варьирования параметров вышеуказанных параметров лежит в интервале 2-8 точек промежутка технологической операции замеса теста.

Методы интенсификации процессов перемешивания основаны на расчёте параметров комплексного критерия K тестомесильных машин. Предоставленные закономерности проектирования и дальнейшего энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции, теоретических и экспериментальных исследований даёт возможность

определять пути дальнейшего совершенствования тестомесильных машин.

Выводы. Получены данные по систематизации изменения параметров комплексного критерия К и прогнозированию развития тестомесильных машин, применению данного научного подхода, что даёт возможность контролировать, разделять и прогнозировать развитие тестомесильных машин.

Литература.

1. *Янаков В.П.* Определение эффективности экономической оценки инноваций в тестомесильных машинах / В.П. Янаков. Состояние и условия стабильного развития аграрного сектора в условиях трансформационных процессов в мировой экономике / монография. Под ред. Ю.О. Нестречука ч.2. – Умань: “Візаві”. – 2013. – 283с.

2. *Янаков В.П.* Определение взаимосвязи технических параметров в период замеса теста / В.П. Янаков. "Совершенствование процессов и оборудования пищевых и химических производств" XV междунар. научн.-практ. конф., (г. Одеса 8–12 сентября 2014 г.) / Мин-во образ. и науки Украины, Одесс. Нац. акад. пищ. технол. – 2014. Наукові праці. № 45. т.3. – С.42–48.

3. *Михоник Л.А.* Усовершенствование технологии хлеба из пшеничной муки высокого выхода: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.01. – "Хранение и технология переработки зерна, изготовления зерновых и хлебопекарных изделий и комбикормов" / Л.В. Михоник – НУХТ., – 2008. – 20с.

4. *Полякова А.В.* Применение растительных добавок антиоксидантного действия в технологии изделий из листового теста: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.16. – "Технология продуктов питания" / А.В. Полякова – ДНУТ им Т.Барановского, - 2008. – 20с.

5. *Столярчук В.Н.* Технология изделий из песочного теста с применением арбузной голосеменной муки: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.16. – "Технология продуктов питания" / В.Н. Столярчук – ХГУПТ, – 2008. – 20с.

6. *Винникова В.А.* Формулирование качества диетической добавки "Гемовитал" и пшеничных изделий с её применением: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.15. – "Товароведение" / В.А. Винникова – ХГУПТ, – 2008. – 20с.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН

В.Янаков , А.Ивженко, Л. Антропова

Анотація — стаття присвячена аналізу формування одного із напрямків проектування тістомісильних машин. Конструктивна еволюція розвитку даного виду техніки спрямована на зниження енерговитрат у процесі замісу тіста і підвищення його якості, як кінцевого продукту реалізованої технологічної операції.

WAYS AND MEANS OF IMPROVING EFFICIENCY OF DOUGH MIXING EQUIPMENT

Yanakov V.,Ivzhenko A.,Antropova L.

Summary

The article analyzes ways and means of improving efficiency of dough mixing equipment. Selecting a design, after running analysis for pros and cons, allows narrowing down to an opportunity which offers a design of dough mixing equipment. The design offers lowering energy waste during the dough mixing and allows improving quality of the mixing as well as dough mixing outcome.