

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -38-1-85-94
УДК. 664.653.122.; 664.653.124

Янаков В. П., канд. техн. наук, доцент¹

Возняк А. В., канд. техн. наук, доцент²

¹ Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна, e-mail: yanakov@i.ua

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: voznyak@donnuet.edu.ua

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА ХЛЕБОПЕКАРНОГО ТЕСТА

UDC 664.653.122.; 664.653.124

*Yanakov V. P., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*

*Vozniak A. O., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor²*

¹ Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine, e-mail: yanakov@i.ua

² Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: voznyak@donnuet.edu.ua

DOUGH BAKING TECHNOLOGIES COMPLEX RESEARCH ANALYSIS

Цель — комплексное исследование технологий замеса теста для хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств. Исследование заключается в изучении влияния изменения энергетического воздействия тестомесильной машины и нового метода её управления.

Методы. В работе использованы метод анализа, синтеза, системный и сравнительный анализ.

Результаты. Обосновано направление выбора технологий замеса теста для хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств. Определены направления интенсификации работы тестомесильных машин и агрегатов. Выявлены проблемы, с которыми сталкиваются в процессе приготовления указанных видов теста. Описаны технические показатели тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия. Установлены технологические показатели рецептуры приготовления белого хлеба «Таврический п/с». Приведена программа определяющая профиль сечения месильного органа новой конструкции модернизируемой тестомесильной машины. В результате программирования получено уравнение, полином восьмого порядка, описывающие поверхность сечения месильного органа тестомесильной машины. В последующем, в ходе эксперимента были установлены технологические показатели, подтверждающие правильность предложенной научной гипотезы.

Ключевые слова: тестомесильная машина, технология, замес теста, месильный орган, энергетическое воздействие.

Постановка проблемы. Развитие новых энергосберегающих методов хлебопекарных, макаронных и кондитерских технологий, а также усовершенствование применяемых процессов приготовления теста даёт возможность проанализировать реализацию и конструктивное исполнение тестомесильных машин и агрегатов. Дальнейшая адаптация режимов замеса к требованиям стандартов позволяет максимально увеличить производство теста. Этот подход показан на рис. 1.

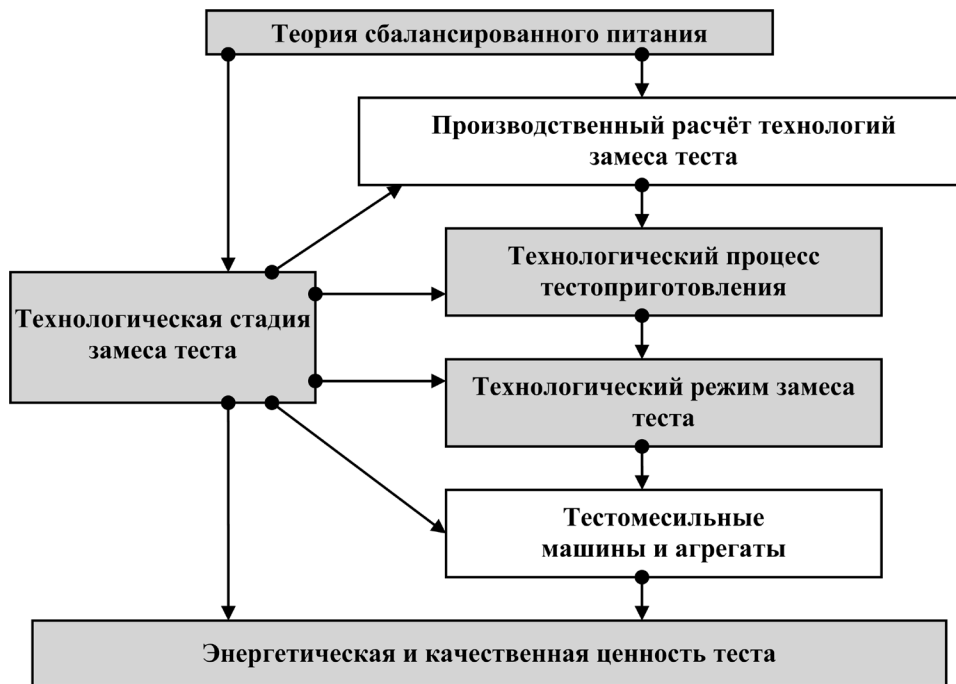


Рисунок 1 — Обоснование выбора технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста

Финансовые возможности пищевого предприятия и его экономическая ориентация по сегменту рынка выпускаемой продукции позволяют проводить политику качества. В результате последующий производственный расчёт технологий замеса позволит объединить эти идеи в целостный методологический подход. Он основан на базе установления и осуществления научно аргументированных технологических процессов.

Анализ последних исследований и публикаций. На структурно-механические и физические свойства теста значительное влияние оказывает характер взаимодействия месильного органа и перемешиваемого рецептурного сырья и теста. В производственных условиях технические и технологические параметры колеблются, и возникает вопрос о возможности управления процессом приготовления теста с учётом производства выпускаемых изделий.

В своих исследованиях Паламарчук И. П. [1] пришёл к выводу, что влиять на замес теста можно несколькими путями: варьированием скорости вращения месильных валов и изменением угла поворота месильных лопастей, закреплённых на валах тестомесильных машин и агрегатов. Также его труды затрагивают вопрос применения вибрации в процессах перемешивания теста.

Н. Б. Кирич [2] изучала изменения тестоприготовления в зависимости от ряда факторов организационно-экономического механизма обеспечения. Исследования показали, что они оказывают существенное влияние на продолжительность замеса, брожения теста и воздействия на вкусовые факторы выпускаемой продукции. Автор рекомендует для улучшения качества выпускаемых изделий увеличить количество методов, факторов и компонентов в определении рецептурных свойств теста.

С. Ф. Чалый [3] проводил исследования по управлению интенсификации замеса теста на машинах при реорганизации пищевых и перерабатывающих предприятий. При повышении их эффективности изучалась взаимосвязь влияния механического воздействия месильных органов тестомесильных машин на выходные параметры хлеба. Исследования показали, что при интенсификации процесса приготовления теста у хлеба снижается упёк на 1,65 %, увеличивается эластичность корки, понижается её толщина.

О. В. Пацаган изучала поведение многокомпонентных смесей, их структурные изменения при фазовых переходах, условия видоизменения. Она считает, что на предприятиях, имеющих в своём составе устаревшее тестомесильное оборудование, интенсифи-

кацию процесса замеса теста пытаются решить за счёт повышения частоты вращения месильного органа и увеличения продолжительности замеса [4].

Цель статьи. Целью данной статьи является проведение теоретических и экспериментальных исследований технологий замеса хлебопекарного теста. В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие цели исследований:

- определить исходные технические показатели тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия;
- выбрать рецептуру выпускаемых изделий, по которой будет проводиться сравнительный эксперимент на пищевом оборудовании с двумя месильными органами;
- разработать программу профиля сечения нового месильного органа тестомесильной машины;
- оценить уровень отклонений условий, определяющих режимные показатели энергетического воздействия нового месильного органа.

Изложение основного материала. Дальнейшая интенсификация работы тестомесильных машин и агрегатов основана на внедрении в практику расчёта технологий замеса теста [5]. Их последующее внедрение в хлебопекарные, макаронные и кондитерские производства определяют возможность достичь необходимого качества выпускаемой продукции и приоритеты по сегментам рынка. В результате выбор технологий замеса проводился согласно методологии теории сбалансированного питания: предпочтение, изменение и адаптация энергетического воздействия тестомесильных машин и агрегатов на хлебопекарное, макаронное и кондитерское тесто направлен на максимальную реализацию качествообразующих процессов выпускаемых изделий, приводящий к увеличению энергетической ценности теста.

Этот научный подход приводит к установлению наиболее эффективного технологического режима замеса, определяющий возможность управления качеством и контролем энергозатрат в условиях интенсификации. Они реализовываются различными тестомесильными машинами и агрегатами. В период ими исполнения процессного влияния на перемешиваемое рецептурное сырьё и тесто выбор технологий замеса сталкивается с такими проблемами:

- возможность проведения производственного расчёта замеса;
- расчёт и выбор технологий приготовления теста;
- определение проблем технологической операции замеса теста;
- обоснование и аргументация технологических процессов приготовления теста;
- нахождение менее энергозатратных технологических режимов замеса теста;
- согласование и расчёт технологических стадий замеса;
- установление взаимосвязи технологий замеса и энергетической ценности теста;
- определение эволюции технологий замеса в теории сбалансированного питания.

Дальнейшее достижение поставленных целей — взаимосвязь снижения энергозатрат на производственную операцию возможно [6, 7] при проведении анализа и корректировки, а также изменения структуры энергетики воздействия на перемешиваемое сырьё. В определении направления интенсификации процессов теста определена зависимость от возможности управления процессами приготовления теста в достижении технологически обоснованного уровня теста с различной степенью однородности.

Выдвигаемые научно-практические проблемы методологии теории сбалансированного питания с вопросами: дальнейшей адаптации режимов замеса, энергосберегающих методов хлебопекарных, макаронных и кондитерских технологий, усовершенствование применяемых процессов тестоприготовления, реализации и конструктивного исполнения тестомесильных машин и агрегатов, финансовых возможностей пищевого предприятия, экономической ориентации по сегменту рынка выпускаемой продукции, расчёте технологий замеса и интенсификации работы тестомесильных машин и агрегатов. Они экспериментально проверялись на пищевых предприятиях малой мощности ППСГ «Приморский», НП «Квітень», ВАТ «МеЗТГ», ПНВП «Кермек» Запорожской области, согласно действующих норм применяемых технологий. Производственные испытания

тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия с различными месильными органами осуществлялись согласно технологии белого хлеба «Таврический п/с». Технические показатели тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия приведены в табл. 1, затраты сырья — в табл. 2.

Таблица 1 — Технические показатели тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия

№ п/п	Наименование показателей	Характеристика показателей
1	Производительность, кг/ч	550
2	Объём дежи (рабочей камеры), л	140
3	Номинальная мощность привода/ траверсы, кВт	1,5/0,37
4	Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	1245×850×1100
5	Масса, кг	375
6	Обслуживающий персонал, чел.	1 тестомес (рабочий)
7	Режим работы, смен в сутки	3
8	Стоимость тестомесильной машины, грн	8625

Таблица 2 — Затраты сырья на 100 кг теста по рецептуре белого хлеба «Таврический п/с»

№ п/п	Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей технологического процесса	Единицы измерения	Наименование изделий из пшеничной муки 1 сорта	
			Опара	Тесто
1	Мука пшеничная 1 сорт	кг	45–55	55–45
2	Дрожжи хлебопекарные импортного производства	кг	Согласно инструкции по применению	
3	Дрожжи хлебопекарные прессованные	кг	1,5 кг	—
4	Соль поваренная пищевая	кг	—	1,3 кг
5	Вода питьевая	л	25–30	По расчёту
6	Масло растительное для смазки форм	кг	—	0,3
7	Температура начальная	°С	23–25	28–32
8	Длительность брожения	мин	150–180	30–40
9	Кислотность титрованная, конечная	°Н	3,0–3,5	3,5

Технология изготовления белого хлеба «Таврический п/с» включала в себя ряд технических, санитарных и организационных мероприятий. Они содержали условия для хранения рецептурного сырья и теста, допущения по нормам ведения производственных процессов, возможности реализации условий труда и т. д. Входному контролю выпускаемой продукции подлежали все показатели применяемого пищевого оборудования. На малых предприятиях осуществлялся оперативный мониторинг, анализ и корректировка технологий и данных производства. Под теххимическим лабораторным контролем находились все этапы адаптации режимов замеса и энергосберегающих процессов хлебопекарных, макаронных и кондитерских технологий. В соответствии с нормами действующих стандартов, технических условий и санитарно-биологических требований все стадии производства имели гигиенические подтверждения и другие сертификаты.

Внедрение новых технологий замеса зависит от эффективного воздействия на компоненты рецептурного сырья и теста тестомесильными машинами и агрегатами. Оно реализуется через функциональное воздействие месильного органа и дополнительных энергопередающих устройств в рабочей камере или деже. Подходы в проектировании и эксплуатации пищевого оборудования, ставшие стандартными, постоянно дополняются новыми. Одним из таких методов является применение компьютерных программ. Они включают в себя всестороннюю оценку показателей пищевого оборудования.

Основным элементом тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия, отвечающим, с одной стороны, за передачу электрической и механической энергии, с другой — за качество и время замеса теста, является месильный орган. Благодаря комплексному подходу можно оценить разнообразие схем, расчётов и оценок оптимизации проектирования месильного органа, суть которого направлена на снижение энергозатрат, технологичность и рентабельность производства. Для достижения полной картины проектирования месильного органа было принято:

— геометрическое и физическое проектирование параметров замеса перемешиваемого рецептурного сырья и теста;

— применение программ: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007.

Последующая реализация потенциальных возможностей применяемых технологий определяет возможность максимального расширения применяемого рецептурного сырья. Они устанавливают многокомпонентность и разнообразие сырья хлебопекарного, кондитерского и макаронного теста. В результате была составлена Программа, определяющая профиль сечения месильного органа новой конструкции тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия (табл. 3).

Таблица 3 — Программа профиля сечения месильного органа тестомесильной машины Л4-ХТВ

> restart;	(1)
with (plots):	(2)
x [0]:=0; x [1]:=5; x [2]:=10; x [3]:=15; x [4]:=20; x [5]:=25; x [6]:=30; x [7]:=35; x [8]:=40;	(3)
y [0]:=0; y [1]:=2.5; y [2]:=3.3; y [3]:=3.8; y [4]:=5; y [5]:=3.9; y [6]:=3.1; y [7]:=2.1; y [8]:=0;	(4)
n:=8;	(5)
# составляем полином	(6)
s:=0;	(7)
for i from 0 to n do	(8)
p:=1;	(9)
for i from 0 to n do	(10)
if i <> j then	(11)
p:=p*(x-x [j])/(x [i] - x [j]);	(12)
# print (p);	(13)
end if;	(14)
end do;	(15)
s:= s + y [i] *p;	(16)
# print (s);	(17)
end do;	(18)
PN:=expand (s);	(19)
plot (PN, x=0..40);	(20)
the name changecoords has been redefined	(21)

Проблематично осуществление процессов перемешивания рецептурного сырья и теста в неоднородных фазовых средах и различных условиях реализации. Оно возможно при выборе технологий замеса наиболее результативных к проблемам производства. Поэтому возникает потребность в проектировании физической модели профиля месильного органа тестомесильной машины. В качестве базовой принята методика программирования — MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007, которая позволяет:

— отобразить распределение характеристик, дающих возможность описать изменяющуюся геометрию месильного органа тестомесильной машины;

— изобразить параметры месильного органа на основе геометрических схем, расчётных алгоритмов и программ;

— задать сечения в координатной системе по всему объёму и длине месильного органа;

— обеспечить формирование геометрической модели месильного органа на базе полученных данных.

В результате программирования получено уравнение, полином восьмого порядка. Оно описывает поверхность сечения месильного органа тестомесильной машины, его объёмное исполнение, изменение по длине и профилю. Представлено в виде уравнения и рисунка:

$$PN: = -2.230666660x + 1.426014286x^2 - 0.2793933331x^3 + 0.0267356667x^4 + 0.001399599999x^5 + 0.0000408533327x^6 - 6.240000004 \cdot 10^{-7}x^7 + 3.88571428 \cdot 10^{-9}x^8$$

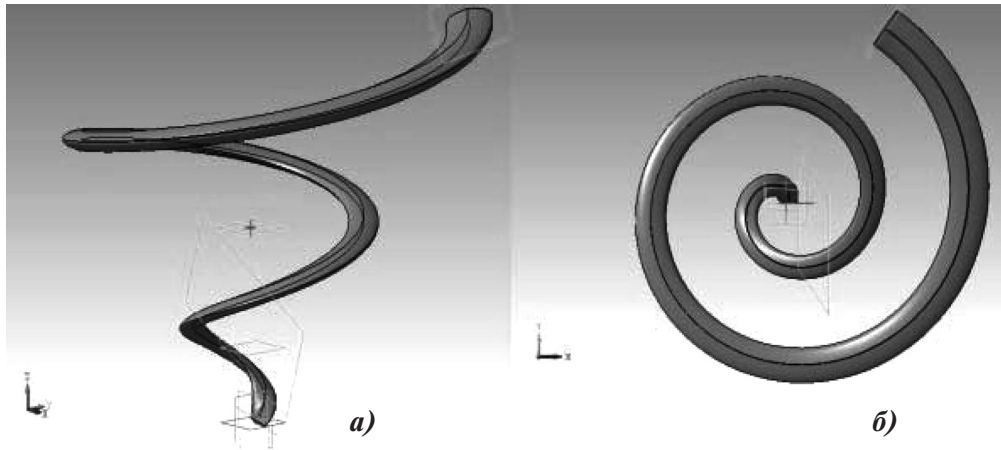


Рисунок 2 — Геометрическая модель месильного органа тестомесильной машины (программа MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007):
a — вид сбоку; *б* — вид сверху.

При проведении серии экспериментов осуществлялась оценка взаимосвязи технических и технологических показателей замеса. В результате установлена структура энергетического воздействия на компоненты рецептурного сырья и теста, а также показателей составляющих их расчёта. Последующая реализация замеса на тестомесильной машине Л4-ХТВ периодического действия осуществлялась стандартным и новым месильным органом. Отклонения параметров процессов перемешивания в рабочем объёме дежи не наблюдались.

Время энергетического воздействия, интенсивность реализации энергетического воздействия на рецептурное сырьё и тесто определялись в соответствии с разработанной методикой эксперимента. Технологии замеса осуществлялись на двух тестомесильных машинах Л4-ХТВ периодического действия одновременно. Предлагаемый месильный орган новой конструкции в серии экспериментов предлагался для замены применяемого как базовый. Одновременно проходила экспериментальную проверку система тестоприготовления. Она содержит ряд уравнений, описывающих изменения взаимосвязанных параметров качестваобразующих процессов теста. В ходе сравнительного эксперимента были достигнуты следующие технические показатели тестомесильных машин Л4-ХТВ периодического действия, которые приведены в табл. 4.

Таблица 4 — Технические показатели тестомесильных машин Л4-ХТВ периодического действия с различными месильными органами

№ п/п	Наименование показателя	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Эффект по показателю, %
		базовым	новым	
1	Затраченная мощность привода месильного органа на процесс замеса рецептурного сырья и теста, кВт	1,5	1,4	-6,7
2.	Геометрическая ёмкость дежи, л, не меньше	140	140	—
3.	Производительность тестомесильной машины, т/сутки	11,65	12,4	+6
4.	Количество приготовленного теста, т/сутки	1,053	1,174	+11,5

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Наименование показателя	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Эффект по показателю, %
		базовым	новым	
5.	Производительность по тесту, т/сутки	13,2	13,7	+3,8
6.	Обеспеченная суточная производительность печи, т/сутки	25,2	28,2	+11,2

Разница по влиянию на тесто в рабочем объеме дежи заключалась в интенсивности воздействия, основанного на системе тестоприготовления. Тесто замешивалось по стандартной технологии, с учетом рецептуры и качественных показателей рецептурного сырья. Отличительной особенностью интенсификации эксплуатируемого оборудования являлись следующие направления:

— месильный орган — добавлено движение частиц теста вдоль сечения месильного органа. В целом данная инновация воздействует на перемешиваемое рецептурное сырьё по следующим направлениям движения частиц — вверх, вниз и вдоль месильного органа, а также планетарное вдоль рабочего объема дежи;

— система тестоприготовления — установлена взаимосвязь энергетических и качествообразующих показателей замеса теста. Она дала возможность спрогнозировать достаточность энергетического воздействия в рабочем объеме дежи.

Последующая товароведческая оценка модернизации тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия определяет экономическую целесообразность предлагаемых нововведений. Оценка уровня отклонений условий, определяющих режимные показатели энергетического воздействия нового месильного органа, базируется на комплексной реализации системы уравнений:

$$K_{\min} = K_{\min I};$$

$$K_{\max} = K_{\max I};$$

$$\Sigma K_{\min} = (K_{\min I} + K_{\min T}) / R;$$

$$\Sigma K_{\max} = (K_{\max I} + K_{\max T}) / R;$$

$$\Sigma K_{\text{сум}} = (\Sigma K_{\min} + \Sigma K_{\max}) / R;$$

где, $K_{\min I}$ — минимальное значение отклонения параметров I-го элемента изучаемой системы; $K_{\max I}$ — максимальное значение отклонения параметров I-го элемента изучаемой системы; $K_{\min T}$ — минимальное значение отклонения параметров T-го элемента изучаемой системы; $K_{\max T}$ — максимальное значение отклонения параметров T-го элемента изучаемой системы; R — количество элементов изучаемой системы; ΣK_{\min} — суммарное минимальное значение отклонения параметров I-го элемента изучаемой системы; ΣK_{\max} — суммарное максимальное значение отклонения параметров I-го элемента изучаемой системы.

Подобный подход разрешает проводить политику экономии и минимизации затрат. Дальнейшее осуществление исследований в виде комплекса научных подходов технологической стадии замеса теста является актуальной теоретической и методической основой научной концепции. На основании анализа технических показателей тестомесильных машин Л4-ХТВ периодического действия с различными месильными органами получены следующие данные:

— изменение качествообразующих показателей замеса теста и параметров энергетического воздействия тестомесильной машины находится в заданных параметрах и гарантирует получение выпускаемой продукции;

— показатель улучшения работы пищевого оборудования находится в пределах от +3,8 % до +11,5 %;

— показатель минимального значения производительности по тесту тестомесильной машины +3,8 % связан с тем, что в технологическом такте её работы она не постоянно осуществляет процесс перемешивания рецептурного сырья и теста;

— показатель максимального значения количества приготовленного теста +11,5 % связан с тем, что за счёт интенсификации тестоприготовления сокращёно время замеса теста;

— показатель комплексной оценки работы тестомесильной машины Л4-ХТВ в целом улучшен по 5-ти данным и суммарно составляет 39,2 %;

— показатель тестомесильных машин Л4-ХТВ периодического действия с различными месильными органами технической оценки её работы составляет 7,84 %.

Дальнейшая организация работы пищевого оборудования зависит от сложности реализации процесса перемешивания, высоких стандартов потребительских свойств теста, отборе результативных тестомесильных машин и агрегатов. В производственном расчёте технологий замеса теста и их аппаратурного осуществления (тестомесильных машин и агрегатов) определяют последующее протекание качествообразующих процессов в выпускаемой продукции. При этом во время оценивания работы и управления тестомесильной машины Л4-ХТВ сталкиваются с проблемами теории сбалансированного питания.

Выводы. В результате проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований проведено исследование технологий замеса хлебопекарного теста:

1. Установлены технические показатели тестомесильной машины Л4-ХТВ периодического действия.

2. Определены затраты сырья на 100 кг теста по рецептуре белого хлеба «Таврический п/с». По данной технологии проведена серия экспериментов.

3. Разработана программа профиля сечения месильного органа тестомесильной машины Л4-ХТВ. Полученная программа описывает поверхность сечения месильного органа тестомесильной машины, его объёмное исполнение, изменение по длине и профилю. Она описывает геометрическую модель месильного органа тестомесильной машины.

4. Установлены технические показатели тестомесильных машин Л4-ХТВ периодического действия с различными месильными органами.

5. Проведена оценка уровня отклонений условий, определяющих режимные показатели энергетического воздействия нового месильного органа, которая базируется на комплексной реализации системы уравнений.

Список літератури / References

1. Паламарчук И. П. Научно-технические основы разработки энергосберегающих вибромашин механического воздействия пищевых и перерабатывающих производств : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.18.12. «Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств». К. : Национальный ун-т пищевых технологий, 2008. 45 с.

Palamarchuk, I. P. (2008). *Nauchno-tekhnicheskkiye osnovy razrabotki energosberigayushchikh vibromashin mekhanicheskogo vozdeystviya pishchevykh i pererabatyvayushchikh proizvodstv* [Scientifically and technical bases of development of vibromachine of mechanical action with economy of energy in food and processing productions. Abstract of Grand PhD in Engineering sciences thesis]. Kyiv, National University of food technologies Publ., 45 p.

2. Кирич Н. Б. Организационно-экономический механизм обеспечения стабильного развития перерабатывающих предприятий (на примере ГАК «Хлеб Украины») : автореф. дис. ... д-ра экон. наук : спец. 08.00.04. «Экономика и управление предприятиями» Н. Б. Кирич. К. : Национальный ун-т пищевых технологий, 2008. 45 с.

Kirich, N. B. (2008). *Organizatsionno-ekonomicheskiiy mekhanizm obespecheniya stabil'nogo razvitiya pererabatyvayushchikh predpriyatiy (na primere GAK «KHleb Ukrainy»)* [The organization — economics factors that provide constant development of the society (on the example of recycling enterprise of agro-industrial complex SJSC “Khlib of Ukraine”). Abstract of Grand PhD in Engineering sciences thesis]. Kyiv, National University of food technologies Publ., 45 p.

3. Чалый С. Ф. Автоматизированное управление бизнес-процессами (модели, методы и технологии): автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.13.06 «Автоматизованные системы управления и прогрессивные информационные технологии». Х. : Харьковский нац. ун-т радиоэлектроники, 2007. 32 с.

Chalyj, S. F. (2007). *Avtomatizirovannoye upravleniye biznes-protsessami (modeli, metody i tekhnologii)* [Automated management by business-processes (models, methods and technologies. Abstract of Grand PhD in Engineering sciences thesis]. Kharkiv, National University of Radio-electronics Publ., 32 p.

4. Пацаган О. В. Статистическая теория многокомпонентных смесей: фазовые переходы и критические явления : автореф. дис. ... д-ра физ-мат. наук : спец. 01.04.02 «Теоретическая физика». Л. : Институт физики конденсированных систем, 2008. 34 с.

Patsahan, O. V. (2008). *Statisticheskaya teoriya mnogokomponentnykh smesey: fazovyye perekhody i kriticheskiye yavleniya* [Statistical theory of multicomponent mixtures: phase transitions and critical behavior]. Abstract of Grand PhD in Physico-mathematical sciences thesis]. Lviv, Institute of Condensed Matter Physics Publ., 32 p.

5. Янаков В. П. Обоснование параметров и режимов работы тестомесильной машины периодического действия : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.12. «Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств» В. П. Янаков. Дн. : Донецкий нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, 2011. 20 с.

Yanakov V. P. (2011). *Обоснование параметров и режимов работы тестомесильной машины периодического действия* [Rationale of parameters and operating modes of the kneading machine periodic action. Abstract of PhD in Engineering sciences thesis]. Donetsk, Donetsk National University of Economics and Trade named after M. Tugan-Baranovsky Publ., 20 p.

Мета — комплексне дослідження технологій замісу тіста для хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництва. Дослідження полягає у вивченні впливу зміни енергетичного впливу тістомісильної машини і нового методу її управління.

Методи. У роботі використано метод аналізу, синтезу, системний та порівняльний аналіз.

Результати. Обґрунтовано напрям вибору технологій замісу тіста для хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництва. Визначено напрями інтенсифікації роботи тістомісильних машин і агрегатів. Виявлено проблеми, з якими стикаються в процесі приготування зазначених видів тіста. Описані технічні показники тістомісильної машини Л4-ХТВ періодичної дії. Встановлено технологічні показники рецептури приготування білого хліба «Таврійський п/с». При проведенні серії експериментів здійснювалася оцінка взаємозв'язку технічних і технологічних показників замісу тіста в тістомісильній машині Л4-ХТВ періодичної дії зі стандартним і новим місильним органом. Показник поліпшення роботи тістомісильної машини знаходиться в межах від +8 % до +11,5 %. Показник мінімального значення продуктивності виробництва тіста тістомісильною машиною + 3,8 % пов'язане з тим, що в технологічному такті її роботи вона не постійно здійснює процес перемішування рецептурного сировини і тіста. Показник максимального значення кількості приготованого тесту +11,5 %, пов'язаний з тим, що за рахунок інтенсифікації приготування скорочено час замісу тіста. Показник комплексної оцінки роботи тістомісильної машини Л4-ХТВ в цілому покращено 5 даними і сумарно складають 39,2 %. Показник тістомісильних машин Л4-ХТВ періодичної дії з різними місильними органами технічної оцінки її роботи становить 7,84 %.

Ключові слова: тістомісильна машина, технологія, заміс тіста, місильний орган, енергетичний вплив.

Objective. The goal of the article is a complex research of dough kneading technologies and change of energy impact of the kneading bowl machine and the new method of its management.

Methods. The method of analysis, synthesis, system analysis and comparative analysis are used in the work.

Results. This writing makes an effort to define a direction of bakery, pasta and pastry dough kneading technologies choice. Directions of intensification of work of kneading machines and aggregates are determined. A few challenges are encountered when dough missing process and they are

look at. The technical indicators of the kneading bowl machine of the L4-XTV periodic action are described. The technological indicators of the recipe of white bread «Tavrishesky» were established. During a series of experiments, the relationship between the technical and technological indicators of the dough kneading in the batch mixer L4-HTV of periodic action with a standard and a new kneading organ was assessed. The improvement indicator of the dough mixing machine is in the range from +3.8 % to +11.5 %. The minimum performance indicator for the dough mixer test +3.8 % is due to the fact that in the technological step of its operation it does not constantly carry out the process of mixing the raw materials and dough. The maximum value of the amount of cooked dough +11.5 %, due to the fact that due to the intensification of the preparation the kneading time of the dough is reduced. The indicator of a comprehensive assessment of the operation of the dough mixing machine L4-HTV is generally improved according to 5 data and totals 39.2 %. The indicator of dough mixing machines L4-HTV with various kneading bodies for a technical assessment of its work is 7.84 %.

Key words: Mixing machine, technology, dough kneading, mixing organ, energy power.

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -38-1-94-101

УДК 621.325.5

Цвіркун Л. О., канд. пед. наук¹

Цвіркун С. Л., канд. техн. наук²

Островчук О. О., студентка¹

¹ Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua

² Криворізький коледж Національного авіаційного університету, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: tserg30@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІЖНОСТІ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ВІДБОРУ ЯБЛУК У ПРОЦЕСІ СОРТУВАННЯ НА КОНВЕЄРНІЙ ЛІНІЇ

UDC 621.325.5

Tsvirkun L. A., PhD in Pedagogical sciences¹

Tsvirkun S. L., PhD in Engineering sciences²

Ostrovchuk A. A., student¹

¹ Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua

² Krivoy Rog College of National Aviation University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: tserg30@ukr.net

STUDY OF CLUSTERING METHODS MATCHING FOR IDENTIFICATION AND SELECTION OF APPLES IN THE CONVENTIONAL LINE SORTING PROCESS

Мета — дослідження збіжності методів кластеризації для розпізнавання та відбору яблук у процесі сортування на конвеєрній лінії.

Методи. У роботі застосовано методи чіткої та нечіткої кластеризації для первинної налаштування підсистеми розпізнавання різновидів яблук при формуванні автоматизованого управління сортуванням плодів у потоці на конвеєрній лінії.

Результати. Зазначено, що методи і засоби алгоритмічного та інформаційного забезпечення автоматизованих систем управління не дозволяють досить ефективно ідентифікувати і відбирати яблука відповідно до їх характеристик. Унаслідок цього доволі складно отримати якісне управління технологічними процесами сортування фруктів. Розглянуто структуру системи управління сортуванням яблук з урахуванням обмеженої швидкодії виконавчого механізму, за допомогою якої вибирається декілька яблук з найкращими характеристиками. Система забезпечує оцінку розміщення об'єктів обраних різновидів з урахуванням швидкодії виконавчо-

Надійшла до редакції 20.03.2019 р. © Л. О. Цвіркун, С. Л. Цвіркун, О. О. Островчук, 2019