

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЫ
С ОБЪЕМНО-ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

В статье рассмотрены вопросы совершенствования основных параметров технологического оборудования, предназначенного для смешивания гетерогенных составов с целью получения пищевого полуфабриката «тесто».

Ключевые слова: замес теста, тестомесильная машина, объемно-винтовой рабочий орган.

I.V. Matskevich, V.N. Nevzorov, N.P. Bratilova

**DETERMINATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE DOUGHING MACHINE
WITH THE VOLUMETRIC-SCREW WORKING BODY**

The issues of the key parameter improvement of the technological equipment intended for mixing of the heterogeneous compositions with the purpose of receiving the food semi-finished product "dough" are considered in the article.

Key words: dough kneading, doughing machine, volumetric-screw working body.

Введение. Тестомесильная машина – вид технологического оборудования, предназначенного для приготовления смесей из исходных компонентов, находящихся в одинаковом или различном агрегатном состоянии. В технологии пищевых производств различают два способа перемешивания: механическое и пневматическое. Выбор способа и метода перемешивания обуславливается агрегатным состоянием перемешиваемых продуктов и технологическими требованиями к полученным смесям.

Цель исследований. Совершенствование технологии замеса хлебопекарного теста на основе разработанного и запатентованного технологического оборудования.

Задачи исследований. Разработка нового высокоеффективного и энергоресурсосберегающего технологического оборудования для замеса хлебопекарного теста.

Методика и результаты исследований. Процесс замеса теста является важнейшей и сложной технологической операцией, от качества выполнения которой в значительной степени зависит дальнейший ход всего технологического процесса выпечки хлеба и хлебобулочных изделий.

В состав теста входят основные составные компоненты (мука, вода, дрожжи, соль), количество которых определяется производственной рецептурой, имеющей свою технологию приготовления теста в зависимости от наименования получаемой продукции.

Замес теста может быть осуществлен при различной затрате энергии, т.е. с различной интенсивностью механической обработки теста в месильной машине. При интенсивном замесе микромолекулы клейковины частично дезагрегируются, но затем их структура перестраивается за счет разрыва одних и образования других связей, что улучшает эластичность теста. Интенсивность механического воздействия месильно-перемешивающих лопастей на обрабатываемый продукт характеризуется главным образом скоростью их относительного движения и поверхностью рабочих инструментов.

Для приготовления теста лопасти должны совершать более сложное движение, обеспечивая и равномерное распределение всех компонентов в общем объеме, и проработку теста, и его пластификацию.

Выполненный анализ существующих конструкций современного серийно выпускаемого технологического оборудования для замеса теста, а также конструкций тестомесильных машин, защищенных патентами, показал, что наиболее широко используются в России и за рубежом конструкции тестомесильных машин, приведенные на рис. 1.

Исследования процесса замеса теста в существующем оборудовании показали, что при вращении рабочего органа с месильными лопастями происходит подъем теста вдоль стенок дежи, что приводит к образованию воронки.

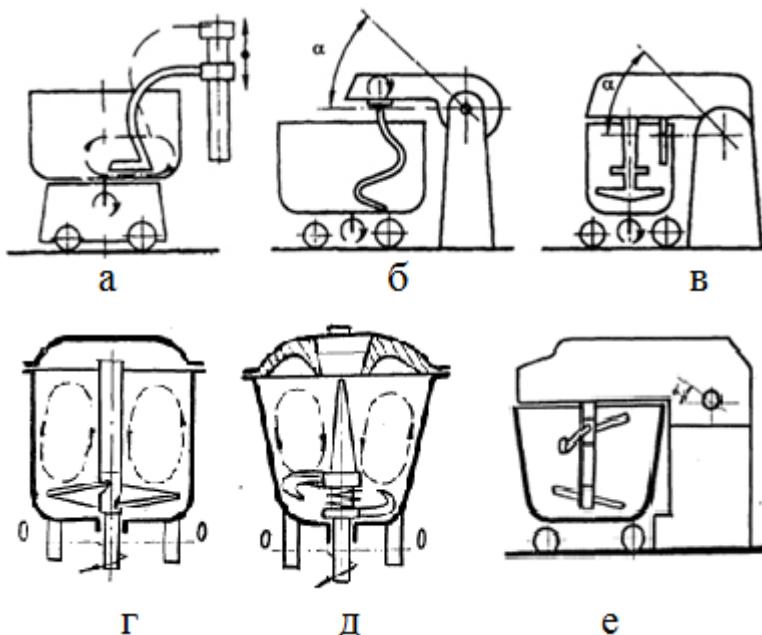


Рис. 1 . Схемы тестомесильных машин: а – машина с месильной лопастью, совершающей криволинейное пространственное движение по замкнутой кривой в виде эллипса; б – машина со спиралеобразной месильной лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси; в – машина с четырехпальцовой месильной лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси, и одной неподвижной вертикальной лопастью; г – машина с установленными на валу двумя прямыми или изогнутыми лопастями; д – машина с установленными лопастями на различной высоте; е – машина с лопастями, установленными на разных уровнях

Выполненные ранее исследования [1, 2] показали, что при конструировании перемешивающих устройств определяют производительность, длительность процесса перемешивания, потребляемую энергию и мощность электродвигателей, проводят прочностные и конструктивные расчеты основных узлов и механизмов с использованием схемы, приведенной на рис. 2.

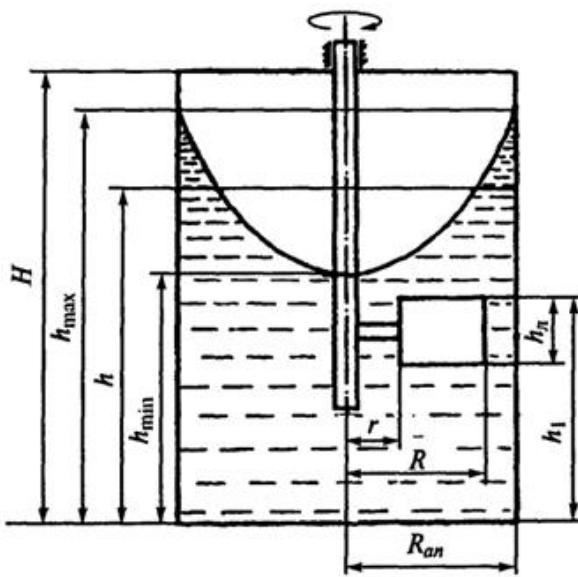


Рис. 2. Рабочая схема лопастного смесителя: H – высота аппарата; h_{\max} – максимальная высота перемешиваемой массы в аппарате; h – уровень в спокойном состоянии ; h_{\min} – минимальная высота массы в аппарате ; r – радиус вращения внутреннего края лопасти ; R – радиус вращения наружного края лопасти; R_{an} – радиус аппарата; h_1 – расстояние от дна дежи до верхнего края лопасти; h_n – высота лопасти

Уровень жидкости в спокойном состоянии h (м) определяется по формуле:

$$h = \frac{V}{\pi R_{an}^2},$$

где V – объем жидкости, м³; R_{an} – радиус аппарата, м.

Пределная угловая скорость вращения лопасти ω_{nb} (рад/с), при которой жидкость в емкости разме-рами R_{an} и H , м, налитая до уровня h , не выплеснулась через край емкости (условие невыплескивания жид-кости из аппарата) будет равна:

$$\omega_{nb} < (2/R_{an})\sqrt{g(H-h)}.$$

Пределная угловая скорость вращения лопасти ω_0 (рад/с), при которой будет выполнено условие необнажения дна аппарата, определяется как

$$\omega_0 = 2\sqrt{h/R_{an}}.$$

Определив ω_{nb} , ω_{nl} и ω_0 , выбираем $\omega_{раб}$ (рад/с).

Максимальная высота перемешиваемой массы в аппарате h_{max} (м) (рис. 2)

$$h_{max} = h + (\omega_{раб}^2 R_{an}^2 / 4g),$$

тогда высота аппарата H (м)

$$H = h_{max} + K,$$

где K – некоторый запас высоты, м.

Минимальная высота в аппарате h_{min} (м), при которой процесс будет протекать нормально, равна

$$h_{min} = h - (\omega_{раб}^2 R_{an}^2 / 4g).$$

Для того чтобы верхний край лопасти не оказался выше уровня воронки, нижний уровень h_{min} воронки в центре должен быть выше плоскости верхнего края лопасти h_1 :

$$h_{min} > h_1.$$

Таким образом, при проектировании тестомесильных машин для обеспечения технологического про-цесса тестомешения необходимо обеспечивать высоту рабочей зоны дежи дополнительной резервной вы-сотой h_p , равной

$$h_p = H - h_{min}.$$

Ввод в конструкцию дополнительной резервной высоты h_p увеличивает объем дежи на величину V_p , определяемую по формуле:

$$V_p = \pi R^2 H,$$

где R – радиус основания проектируемой дежи; H – высота дежи; π – математическая константа.

Собранный статистический материал при работе тестомесильных машин в производственных условиях позволил построить кривую убыли дополнительной резервной высоты h_p в зависимости от диаметра дежи (рис. 3).

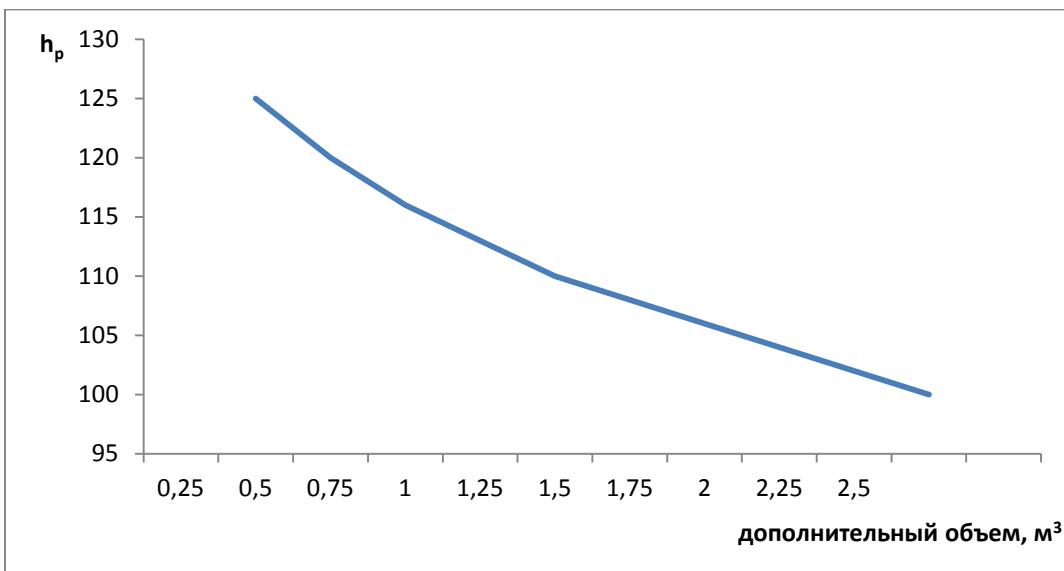


Рис. 3. Кривая убыли дополнительной резервной высоты h_p в зависимости от диаметра дежи

Изменение дополнительного объема дежи V_p в зависимости от проектируемой резервной высоты дежи h_p представлено на рис. 4.

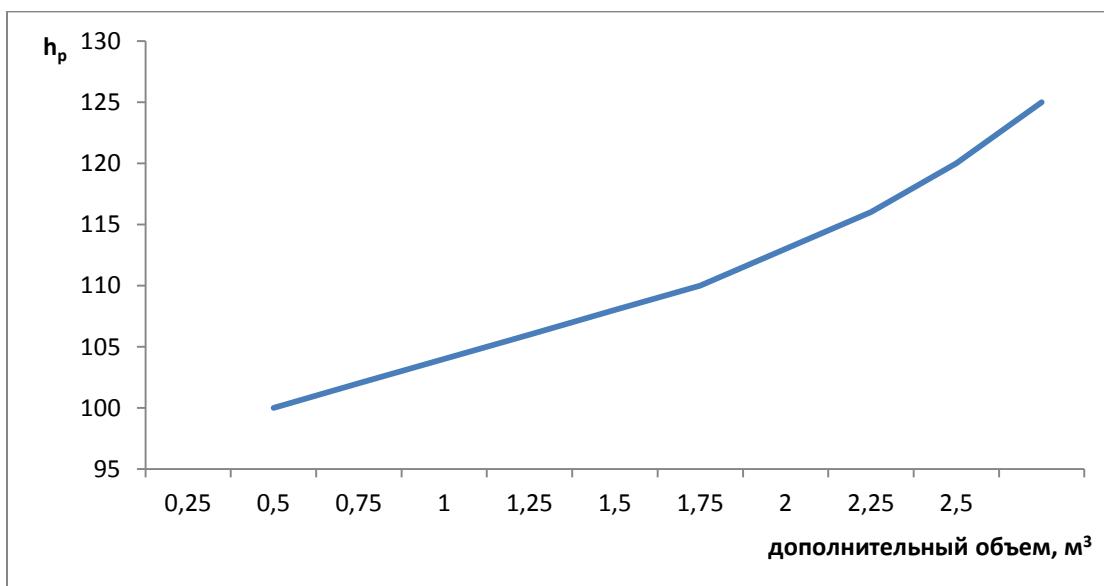


Рис. 4. Зависимость дополнительного объема дежи V_p от проектируемой резервной высоты дежи h_p

Выполненные научные исследования по изменению резервной высоты h_p и изменения дополнительных величин дежи по объему V_p были учтены при разработке малогабаритного и малотоннажного оборудования при комплектовании мини-пекарен для отдельных районов Крайнего Севера.

Конструкция проектируемых тестомесильных машин, предназначенных для мини-пекарен, должна исключить создание резервного запаса дежи по высоте с условием $h_p \rightarrow 0$.

С целью устранения данного конструктивного недостатка, приводящего к увеличению габаритных размеров с образованием воронки, были выполнены научно-практические исследования по изменению траектории движения перемешиваемой массы в деже путем устранения воронки и скопления перемешиваемой массы к центру дежи, что достигается в разработанной конструкции тестомесильной машины (рис. 3), на которую был получен патент Российской Федерации №2379893 «Тестомесильная машина» [3]. Схема лопастного рабочего органа смесителя тестомесильной машины приведена на рис. 5.

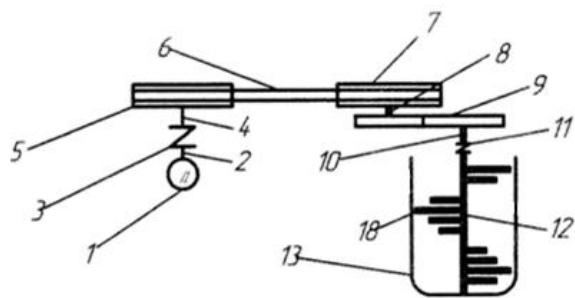


Рис. 5. Тестомесильная машина

Тестомесильная машина содержит электродвигатель 1, вал 2 которого соединен с соединительной муфтой 3, имеющей выходной вал 4, на котором установлен шкив 5. В свою очередь шкив 5 соединен со шкивом 7, установленным на валу 8, цилиндрического редуктора 9, вал 10 которого в свою очередь соединен с предохранительной муфтой 11, в которую входит месильный орган 12, выполненный в виде установленного по центру дежи 13 врачающегося вала, на котором по винтовой линии сверху вниз установлены сменные месильные лопасти 18 одинаковой длины, но разные по диаметру.

Машина работает следующим образом. В дежу 13 засыпают компоненты для замеса, включают электродвигатель 1, который передает крутящий момент на вал 2, на соединительную муфту 3, которая в свою очередь соединена с валом 4, на конце которого установлен шкив 5, с помощью клиноременной передачи передает вращение на шкив 7. Вал 8 передает крутящий момент от шкива 7 на цилиндрический редуктор 9, который передает крутящий момент на вал 10, имеющий предохранительную муфту 11, которая вращает месильный орган 12.

Смешивание теста происходит в машине за счет вращения месильного органа 12, на котором расположены по винтовой линии одинаковой длины месильные лопасти 18, но разные по диаметру. В месильные лопасти 18 по внутренней резьбе 17 ввернуты шпильки с наружной резьбой 15, на которые надеваются установочные шайбы 16, и далее шпильки вворачиваются в отверстия с внутренней резьбой 14 месильного органа 12, что обеспечивает качественное перемешивание теста при замесе и увеличивает производительность.

Для проведения эксперимента по замесу теста была изготовлена экспериментальная опытная тестомесильная установка (рис. 6), позволяющая производить замес теста по объемно-винтовому способу.

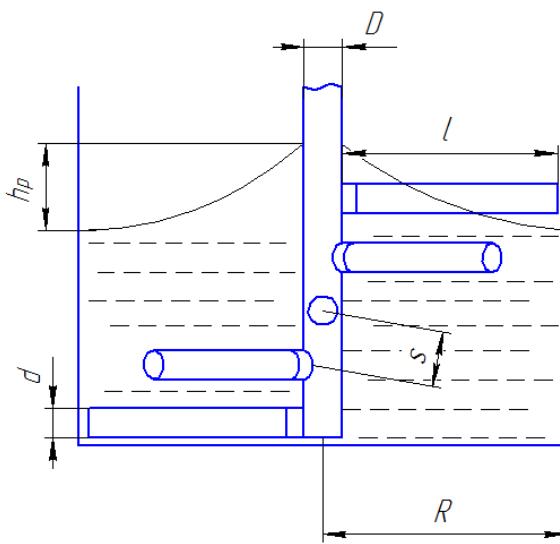


Рис. 6. Схема экспериментально-опытного объемно-винтового рабочего органа: D – диаметр месильного вала; l – длина лопасти; S – шаг установки лопастей на месильном валу; d – диаметр лопасти; R – радиус дежи; h_p – резервный запас дежи по высоте

Заключение. Выполненный научный анализ существующих конструкций тестомесильных машин показал, что для обеспечения технологической работоспособности при их проектировании устанавливают ре-

зервный запас объема дежи, что намного увеличивает стоимость изготовления тестомесильных аппаратов из нержавеющей стали. Путем анализа технической и патентной литературы был предложен новый способ перемешивания теста на основе винтового месильного органа, обеспечивающего объемно-винтовое перемешивание замешиваемой массы. Выполненные исследования позволили определить изменение кривой в зависимости от дополнительного объема и резервной высоты дежи.

Литература

1. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов [и др.]: учеб. для вузов / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
2. Кошевой Е.П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 232 с.
3. Пат. № 2379893 Российская Федерация, МПК A21C1/02. Тестомесильная машина / В.Н. Невзоров, И.В. Мацкевич; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Краснояр. гос. аграр. ун-т»; заявл. 1317.06.08; опубл. 27.01.08.



УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, В.Н. Запрудский, Ю.Н. Макеева

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ АГРЕГАТОВ И УДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ НА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

В статье обоснованы модели и алгоритм оптимизации диапазона рабочих скоростей почвообрабатывающих агрегатов. Установлены рациональные скоростные режимы использования агрегатов и удельные параметры тракторов для операционных технологий основной обработки почвы.

Ключевые слова: оптимизация, параметр, энергетический баланс, трактор, скорость, энергонасыщенность, тяговый режим, эквивалент, энергозатраты.

N.I. Selivanov, V.N. Zaprudskiy, Yu.N. Makeeva

SIMULATION OF THE AGGREGATESPEED MODE AND SPECIFIC INDICATORS OF THE WHEELED TRACTORS ON THE MAIN TILLAGE

The models and the optimization algorithm for the operating speed range of tillage aggregates are substantiated in the article. The rational speed modes of the aggregate use and the tractor specific parameters for the operating technologies of the main tillage are established.

Key words: optimization, parameter, energy balance, tractor, speed, energy saturation, traction mode, equivalent, power inputs.

Введение. Основными параметрами почвообрабатывающего агрегата являются эксплуатационные мощность и масса энергетического средства, ширина захвата и рабочая скорость, которые определяют основные технико-экономические показатели: производительность, эксплуатационные, топливные и энергетические затраты.

Новое поколение колесных тракторов общего назначения одинаковой серии и разных типоразмеров характеризуется единой элементной базой с переменными массоэнергетическими параметрами, расширяющими тягово-скоростные диапазоны их использования.

Для эффективного использования указанных тракторов разработана многоуровневая система [1] адаптации их эксплуатационных параметров к наиболее энергоемким операциям основной обработки почвы с учетом природно-производственных факторов.

Начальный уровень предполагает обоснование оптимальных диапазонов рабочей скорости ΔV_{opti}^* на операциях основной обработки почвы в пределах агротехнических требований с использованием почвообрабатывающих машин-орудий с различными принципами воздействия на почву для последующего определения потребного удельного энергетического потенциала трактора ($\xi_N \mathcal{E}$)*. Одна и та же технология возделывания сельскохозяйственных культур в разных агрозонах и хозяйствах может применяться при существенном различии площади полей, длины гона и других нормообразующих факторов.