

А. Т. ЛИСОВЕНКО, д-р техн. наук

Н. В. НЕСТЕРЕНКО, **Н. А. БУРКОВСКАЯ**, **И. Н. ЛИТОВЧЕНКО**, канд. техн. наук

А. П. СЕРГЕЕНКО, асп.

Киев. технол. ин-т пищ. пром-сти

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЛОПАСТИ ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Рассмотрена актуальная проблема обеспечения хлебопекарной промышленности надежными, экономичными тестомесильными машинами. Предложена месильная лопасть, которая дает возможность существенно упростить конструкцию тестомесильной машины.

В процессе замеса хлебного теста происходит равномерное перемешивание компонентов и образуется упруго-пластическая капиллярно-пористая масса, в которой активно протекают физические, коллоидные, микробиологические, ферментативные и другие процессы, обеспечивающие оптимальные условия созревания теста на последующих этапах технологического процесса.

Подробно процесс замеса можно проанализировать на основании трех-стадийной модели*.

Первой стадией замеса является предварительное смешивание компонентов. Оно должно протекать как можно быстрее, тогда равномерное смешивание компонентов достигается при минимальных затратах энергии. Время смешивания обратно пропорционально частоте вращения рабочих органов, следовательно, для интенсификации процесса смешивание компонентов следует проводить на высоких скоростях.

Второй стадией является собственно замес. Он не требует энергичной проработки массы. В промышленных машинах на этой стадии устраняется неравномерность распределения компонентов теста по массе. Тесто стабилизирует свой состав и вязкость и хорошо обрабатывается разнообразными рабочими органами.

Третья стадия — пластикация — требует усиленного механического воздействия, повышенного подвода энергии, которая расходуется на создание и развитие клейковинного каркаса. В современных машинах на данной стадии чаще всего применяют специально подобранные рабочие органы — плоские лопасти различной конфигурации.

Стадии замеса могут частично совмещаться. На каждой стадии параметры рабочих органов и механизм воздействия должны согласовываться с характером процесса. Поэтому в классическом представлении машина непрерывного замеса может иметь две-три камеры.

Замес осуществляется в результате воздействия рабочих органов на тесто. Поэтому следует прежде всего обратить внимание на механизм воздействия, его эффективность, показателем которой является удельная работа (мощность) и нагрев теста за время замеса. Но главным критерием во всех случаях следует считать качество теста и готового хлеба.

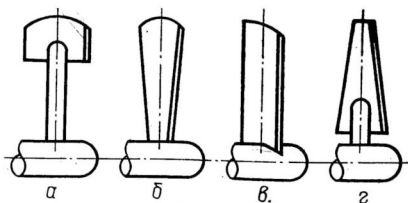
Наиболее простым для наблюдения и анализа является замес, осуществляемый на одновальных горизонтальных машинах. По такой схеме построены, например, тестомесильные машины: X-12, А2-ХТТ, ФТК-1000 и др. При анализе необходимо учитывать следующие особенности: в одновальных ма-

* Лисовенко А. Т. Технологическое оборудование хлебопекарного завода и пути его совершенствования. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. — 207 с.

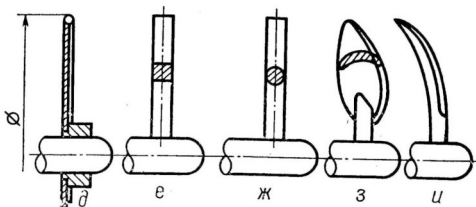
© Лисовенко А. Т., Нестеренко Н. В., Бурковская Н. А., Литовченко И. Н., Сергеевко А. П., 1992.

1. Лопастей тестомесильных машин непрерывного действия:

а — X-12, X-26; б — тестомесильная машина Хренова; в — «Континуа»; г — смеситель макаронного пресса; д — диск А2 ХТТ; е — ФТК-1000; ж — И8-ХТМ; з — опытная модель овальной формы; и — конструкция КТИПП



шинах все стадии замеса протекают при одинаковой частоте вращения рабочего вала; рабочая камера может быть открытой, если она выполнена в виде полуцилиндра с нарушенными боковыми стенками (X-12, А2-ХТТ и др.), или закрытой, если она выполнена в виде цилиндра, оканчивающегося конусом (ФТК-1000 и др.); по длине камеры разделена на участки, соответствующие стадиям процесса замеса; на ход процесса активно влияют не только рабочие органы, закрепленные на валу, но и стенки камеры, а также тормозные элементы, закрепленные на стенках.



Основные типы рабочих лопастей тестомесильных машин непрерывного действия приведены на рисунке 1 (а—г — известные классические лопасти, д—и — лопасти новых современных машин).

Применение шнека стало основой для создания тестомесильных машин непрерывного действия различных конструкций. Его преимуществом является возможность совмещения перемешивания и направленного транспортирования продукта. Но как смеситель шнек обладает следующими недостатками: транспортирующие свойства намного превышают перемешивающие, вследствие чего для получения качественной смеси необходима большая длина; шнек работает при условии, что сцепление перемешиваемой смеси с винтом меньше силы трения ее о стенки камеры, при залипанию продуктов на шнеке он перестает выполнять свои функции; невозможность сочетания шнека в одном объеме с другими месильными элементами, способными улучшить его эксплуатационные показатели.

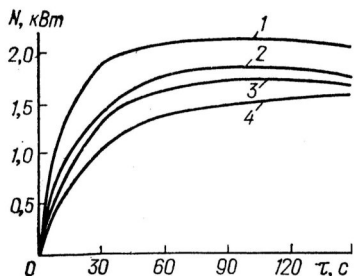
Широкое распространение в промышленности получили лопастные смесители, которые обладают рядом положительных качеств: хорошие перемешивающие способности; возможность параллельной работы в одном объеме с другими конструктивными элементами, усиливающими механическую проработку; простота изготовления.

Лопатки должны удовлетворять специфическим требованиям смешения компонентов хлебного теста: минимальное время смешивания; создание направленного потока смеси; недопущение распыла компонентов при большой частоте вращения; отсутствие ударных нагрузок, плавность обработки.

Применение для смешивания лопаток сравнительно больших геометрических размеров (см. рисунок 1, а, б, в, г) может быть оправдано только при малых угловых скоростях, но тогда нарушается важное условие первой стадии замеса — кратковременность протекания. Данные лопатки не позволяют увеличить частоту вращения месильного вала вследствие резко возрастающих нагрузок на привод.

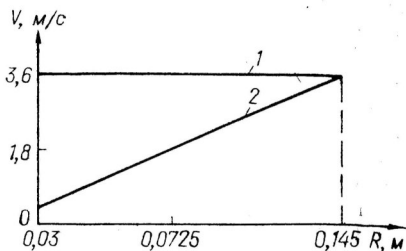
Интенсификация процесса перемешивания, достигаемая при увеличении частоты вращения, требует снижения сопротивления лопаток, т. е. уменьшения их поперечного сечения вплоть до стержня квадратного или круглого сечения (см. рисунок 1, е, ж).

Использование стержней для перемешивания позволяет интенсифицировать процесс, но они также не лишены некоторых недостатков: для создания направленного движения компонентов требуется частое расположение стержней на валу по винтовой линии, что затрудняет санитарную обработку машины; стержень не обеспечивает равномерного и плавного воздействия на продукт по своей длине.



2. Изменение во времени мощности, потребляемой на замес:

1 — лопатка овальной формы; 2 — стержень круглого сечения ФТК-1000; 3 — трапециевидная лопатка смесителя макаронного пресса; 4 — лопатка КТИПП.



3. Изменение скорости частицы теста в зависимости от ее расстояния до оси вращения:

1 — лопатка КТИПП; 2 — обычная лопатка.

Гладкий диск применяют во второй стадии замеса. К его преимуществам можно отнести отсутствие ударных нагрузок, равномерность проработки всей массы, минимальные затраты энергии на замес. Однако имеются и недостатки: отсутствие направленного потока смеси; невозможность регулирования времени перемешивания; неудобство санитарной обработки вследствие малого расстояния между дисками; существенное влияние колебания влажности теста на стабильность работы машины.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что для обеспечения оптимального протекания процесса замеса теста необходим рабочий орган, имеющий площадь поперечного сечения, близкую к стержню, и обладающий возможностью создавать направленное движение компонентов, обеспечивать равномерную по длине и без ударных нагрузок обработку смеси.

В Киевском технологическом институте пищевой промышленности на кафедре машин и аппаратов хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств в результате анализа существующих тестомесильных машин, теоретических научных разработок и их экспериментальной проверки был создан оригинальный рабочий орган для тестомесильных машин непрерывного действия (см. рисунок 1, *и*). Он представляет собой лопатку сравнительно малой ширины, профиль которой описывается специальной математической кривой. При ее движении в массе создается равномерное воздействие на тесто по всей длине, и масса теста обрабатывается таким образом в одинаковых условиях.

Для сравнительного анализа работоспособности новой лопатки была проведена серия опытов по замесу безопарного теста различными рабочими органами. Опыты проводили на лабораторной установке при следующих параметрах: частота вращения рабочих органов — 4 с^{-1} ; максимальный радиус лопаток — $0,145 \text{ м}$; масса теста — 10 кг .

Испытанию подвергли рабочие органы, представленные на рисунке 1, *ж*, *з*, *и*, причем площадь рабочей поверхности для всех лопаток одинакова.

Кривые изменения мощности на приводном валу в зависимости от времени обработки смеси приведены на рисунке 2. Из графиков следует, что лопатка КТИПП является оптимальной по затратам энергии и протеканию процесса замеса. Отсутствие перегиба на кривой свидетельствует о сохранении тестом приобретенной структуры и отсутствии расслабления ее в конце замеса.

Преимущества достигнуты за счет специальной формы рабочей поверхности, обеспечивающей равномерную скорость воздействия на тесто по поверхности лопатки.

Расчетная зависимость между скоростью частицы теста, взаимодействующей с лопаткой, и расстоянием частицы от оси вращения, для лопатки КТИПП и типичной лопатки приведена на рисунке 3. Прямая 1 горизонтальна, что свидетельствует о равномерности воздействия на тесто по всей длине лопатки и, следовательно, во всей массе.

Выводы. Предложенная универсальная лопатка предназначена для использования в тестомесильных машинах, осуществляющих интенсивный замес теста. Она обладает высокой перемешивающей способностью, создает направленный поток компонентов вдоль камеры, обеспечивает плавное равномерное воздействие на всю массу, снижая затраты энергии на замес.

Поступила в редколлегию 21.12.90.