

перед замачиванием, так как содержание мальтозы через 72 часа после начала солодоращения составляет в среднем 306,5ед./г, а через 96 часов – 424ед./г, что соответствует амилолитической активности светлого и темного солода соответственно. При этом содержание мальтозы в солоде, полученном из ячменя, обработанного перед солодоращением, неоднозначно привело к положительному результату. А содержание мальтозы в контрольном образце через 72 часа (243,32ед./г) не соответствует амилолитической активности светлого солода, и через 96 часов – 283ед./г тоже. Из чего можно сделать вывод, что переменное неоднородное электрическое поле высокой напряженности действительно оказывает влияние на амилолитическую активность солода и позволяет сократить сроки солодоращения в среднем на 40%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко, Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: учеб.- справ. пособие/ Б.Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2004. – 248 с.

2. Хорунжина, С.В. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива: учебн. пособ. для студентов вузов/ С.В. Хорунжина.– М.: Колос, 1999. – 312 с.

3. Способ обработки семян: пат. 2174296 РФ, А01С1/00 / И.А. Потапенко, В.К. Андрейчук, А.Е. Руднев, И.С. Иващенко, Е.А. Смеляков// Бюллетень изобретений, 2001, №21.

4. Домарецкий, В.А. Технология солода и пива: учебник/ В.А. Домарецкий. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2004. – 432 с.

5. Электротехнология: учеб. пособ. для вузов/ В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304с.: ил.

6. Пашинский, В.А. Стимулирование прорастания пивоваренного ячменя. / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Агропанорама, №6, 2008. – С. 25-28.

7. Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: лаборатор. практикум по техническому контролю производства/ Г.И. Косминский. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.

УДК 664.69

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.05.2008

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАТРИЦЫ ШНЕКОВОГО МАКАРОННОГО ПРЕССА

А.Б. Торган, ст. преподаватель, И.Е. Дацук, аспирант (УО БГАТУ)

#### Аннотация

*Проведен анализ матриц для формования макаронных изделий и технологических особенностей процесса. Предложена новая конструкция матрицы для формования макаронных изделий, в которой взаимосвязаны геометрические параметры матрицы и формующей щели. Данная конструкция позволит повысить качество готовой продукции, уменьшить количество отходов и снизить энергоемкость процесса.*

#### Введение

Макароны и макаронные изделия занимают важное место в культуре питания человека. Они относятся к основным продуктам питания и спрос на них достаточно стабилен.

Одна из стадий технологического процесса изготовления макаронных изделий включает формование теста путем продавливания его через отверстия (фильеры) в матрице, которые придают форму изделиям. Матрица является основным рабочим органом макаронного пресса. Ее конструкция должна обеспечивать получение изделий определенной формы, устойчивость этой формы в процессе дальнейшей обработки, высокую производительность пресса и хорошее качество продукции.

Матрица представляет собой плоский металлический диск (круглая матрица) или прямоугольную пластину (тубусная матрица) со сквозными отверстиями различного профиля.

В макаронной промышленности существуют три вида формующих отверстий макаронных матриц: отверстия с вкладышем для формования трубчатых изделий, отверстия без вкладыша для формования лапши и вермишели и щелевые отверстия для формования тестовых лент, ракушек и других видов коротких изделий. Матрицы изготавливают из антикоррозийных и прочных материалов, таких, как бронза БрАЖ9-4, латунь ЛС59-1, нержавеющая сталь 10Х18Н9Т. Вкладыши для матрицы изготавливают из того же материала, что и сами матрицы, иначе при контакте с тестом может возникнуть гальваническая пара и возникающие в ее системе слабые токи приведут к коррозии металла [1].

Одним из основных требований, предъявляемых к матрице, являются ее антиадгезионные свойства, т.е. устранение прилипания теста к формующим отверстиям. Для формующих отверстий выпускаются специальные вставки из тефлона (фторопласта), или матрицы полируют, хромируют, но последние способы менее эффективны. Однако получаемый при этом эффект не-

продолжителен: полировка быстро истирается, изделия приобретают повышенную шероховатость.

В 1965 г. появились матрицы с прессующими вставками из тефлона (химическое название – политетрафторэтилен). Первые макаронные матрицы со вставками из тефлона испытывались в Детройте (США), затем их стали применять в Италии и других европейских странах.

Изготовление матриц полностью из пластических масс невозможно ввиду их недостаточной механической прочности. Поэтому пластики применяются в виде сменных гильз, колец и пластинок — вставок. Надо учитывать также другой существенный недостаток пластмасс, в частности, фторопласта-4, который при повышенном давлении обладает хладотекучестью. Нельзя допускать, чтобы фторопластовые вставки находились под нагрузкой. Они должны выполнять функцию своеобразной смазки формирующей поверхности основного металла матрицы. Пластмассовые вставки могут воспринимать лишь небольшую нагрузку, вызываемую трением теста.

Чрезвычайно велико разнообразие форм и видов формирующих отверстий макаронных матриц. Тем не менее, их можно свести к трем основным видам:

- 1) отверстия с вкладышами для прессования трубчатых изделий;
- 2) отверстия без вкладышей для прессования сплошных изделий типа лапши и вермишели;
- 3) отверстия щелевидные для прессования листовых лент.

Так, например, известна конструкция матрицы для производства макаронных изделий, в которой с целью снижения сопротивления прессования, упрощения конструкции и повышения надежности работы, верхняя часть каждого формирующего элемента представляет собой фигурный венец [2].

Кроме того, над каждым отверстием формирующего элемента установлены перегородки, концы которых соединены с фигурным венцом. Предлагаемая матрица позволяет правильно рассчитать основные конструктивные параметры матрицы во взаимосвязи с размерами входящих в ее состав деталей.

Интерес представляет и конструкция матрицы для производства макаронных изделий, в которой с целью упрощения конструкции и повышения эксплуатационных свойств путем интенсификации теплоотвода при выпрессовывании изделий, вкладыш выполняют из двух элементов, один из которых представляет собой опорный двухступенчатый диск со сквозными отверстиями, а другой – формирующую обойму, причем последняя образована армированием опорного диска антиадгезионным материалом со сквозными отверстиями, торцом, причем формирующие отверстия выполнены в обойме так, что каждое гнездо расположено в зоне сквозного отверстия диска [3].

Положительным моментом в данной конструкции матрицы является расположение отверстий по концентрическим окружностям, причем, как в самой матрице, так и во вкладышах.

Вместе с тем, предлагаемое техническое решение имеет сложную конструкцию, что существенно снижает его ценность.

Привлекает внимание и матрица для прессования вермишели, которая представляет собой плоский перфорированный диск определенной толщины, причем, отверстия перфорации выполнены ступенчато по толщине матрицы, их диаметр и высота ступеней уменьшаются по ходу движения теста в сторону выходной формирующей щели [4].

Но и в этом устройстве матрицы имеется недостаток. В данной конструкции матрицы отсутствует взаимосвязь геометрических параметров перфорации с размерами матрицы. Это не позволяет получить равномерное и постепенное сжатие теста и, тем самым, достичь постоянного значения коэффициента уплотнения теста, и, как следствие, возникает различное гидравлическое сопротивление в ступенях входных отверстий матрицы, что снижает производительность пресса и ухудшает качество готовой продукции.

Существенным недостатком прессования на шнековых макаронных прессах является неравномерность выпрессовывания макаронных изделий по плоскости матрицы, а также в конструкциях матриц обычно отсутствует взаимосвязь геометрических параметров перфорации с размерами матрицы, что способствует возникновению пульсирующего давления и неравномерному возрастанию силы гидравлического сопротивления. Все это приводит к увеличению количества отходов в виде обрезков, ухудшению качества продукции, и, в конечном счете – к снижению производительности пресса.

### Основная часть

В результате изучения основных недостатков формирующих механизмов была предложена конструкция матрицы, в которой взаимосвязаны геометрические параметры матрицы и формирующей щели соотношением

$$\frac{S_m}{f_{омв} \cdot z_{омв}} = \frac{d_{омв}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{щ}^2},$$

где  $S_m$  – площадь матрицы;  $f_{омв}$  – площадь входных отверстий матрицы;  $d_{омв}$  – диаметр входного отверстия матрицы;  $d_1$  – диаметр входного отверстия первой ступени;  $d_2$  – диаметр входного отверстия второй ступени;  $d_{щ}$  – диаметр формирующей щели;  $z_{омв}$  – количество входных отверстий матрицы.

Использование соотношения в конструировании матриц

$$\frac{S_m}{f_{омв} \cdot z_{омв}} = \frac{d_{омв}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{щ}^2}$$

позволяет достичь постепенного увеличения гидравлического сопротивления во всех ступенях входных отверстий матрицы, что равномерно увеличивает давление и дает возможность получить постепенное уплотнение теста от одной ступени отверстий матрицы к другой и, как следствие, достижение по-

стоянного и постепенного сжатия теста при одинаковом коэффициенте уплотнения, т.е.  $k_1 = k_2 = k_3 = k_4$ . Это позволяет получить технический результат – стабилизацию движения теста через матрицу, с постепенным увеличением гидравлического сопротивления, что, тем самым, повышает качество формования и производительность матрицы, снижает энергоёмкость, а, следовательно, повышает эффективность работы устройства.

Данная конструкция матрицы представляет собой плоский перфорированный диск 1 диаметром  $D_m$  постоянной толщины и общей площадью  $S_m$ , отверстия перфорации 2 выполнены ступенчато по толщине матрицы, при этом высота ступеней и их диаметры уменьшаются по ходу движения теста в сторону выходной формующей щели 3 (рис. 1). Матрица по толщине диска 1 в горизонтальной плоскости условно разделена на ряд ступенчатых зон (рис. 2). Первая зона (I) образована предматричной камерой 4 и входным отверстием 5 диаметром  $d_{отв}$ . Вторая зона (II) образована переходом входного отверстия 5 в отверстие 6 диаметром  $d_1$ , третья зона (III) образована отверстием 6 и отверстием 7 диаметром  $d_2$ . Четвертая

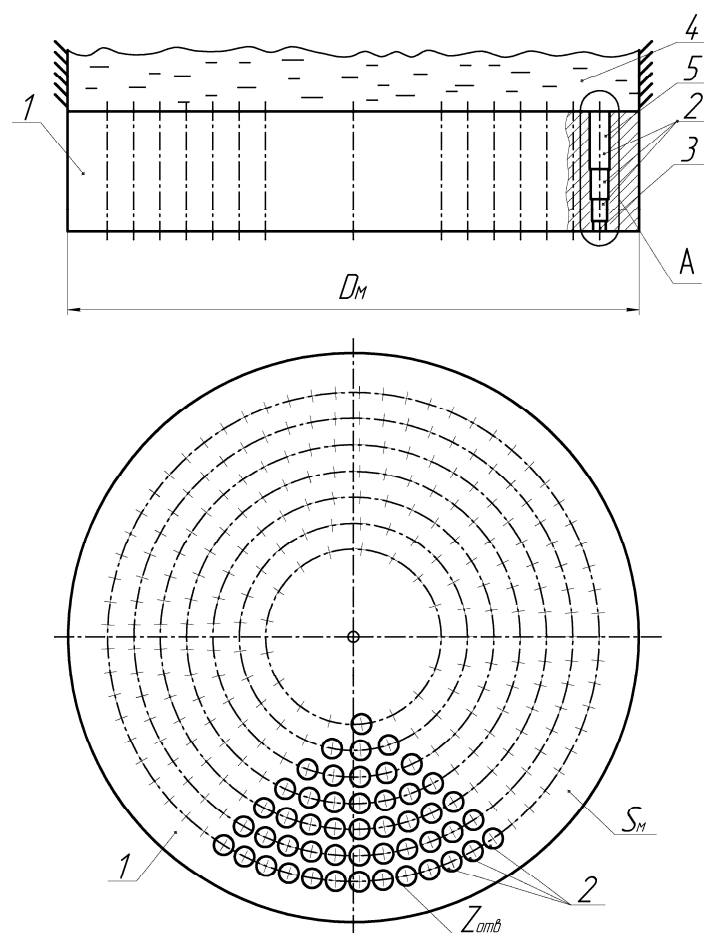


Рисунок 1. Принципиально-конструктивная схема матрицы

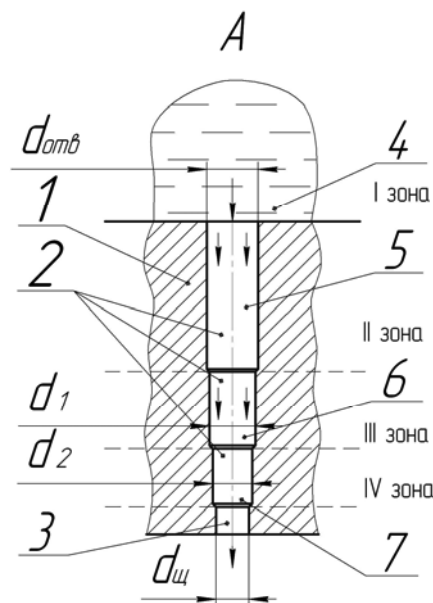


Рисунок 2. Ступенчатое отверстие перфорации для формования теста (вид А)

зона (IV) образуется переходом отверстия 7 в формующую щель 3 диаметром  $d_{щ}$ .  $z_{отв}$  – входные отверстия перфорации 2 матрицы. Стрелками показано направление движение теста. Рабочее положение матрицы горизонтальное.

В данном устройстве матрицы геометрические параметры матрицы и входных отверстий связаны между собой соотношением

$$\frac{S_m}{f_{отв} \cdot z_{отв}} = \frac{f_{отв}}{f_1} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{f_2}{f_{щ}}$$

где  $S_m$  – площадь матрицы;  $f_{отв}$  – площадь входных отверстий матрицы;  $f_1$  – площадь входного отверстия первой ступени;  $f_2$  – площадь входного отверстия второй ступени;  $f_{щ}$  – площадь формующей щели;  $z_{отв}$  – количество входных отверстий матрицы.

Так как

$$S_m = \frac{\pi D_m^2}{4}, f_{отв} = \frac{\pi d_{отв}^2}{4}, f_1 = \frac{\pi d_1^2}{4},$$

$$f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}, f_{щ} = \frac{\pi d_{щ}^2}{4},$$

где  $D_m$  – диаметр матрицы;  $S_m$  – площадь матрицы;  $f_{отв}$  – площадь входных отверстий матрицы;  $f_1$  – площадь входного отверстия первой ступени;  $f_2$  – площадь входного отверстия второй ступени;  $f_{щ}$  – площадь формующей щели;  $d_{отв}$  – диаметр входного отверстия матрицы;  $d_1$  – диаметр входного отверстия

первой ступени;  $d_2$  – диаметр входного отверстия второй ступени;  $d_{ц}$  – диаметр формирующей щели.

Окончательно получаем

$$\frac{D_m^2}{d_{омс}^2 \cdot z_{омс}} = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2}$$

или

$$\frac{S_m}{f_{омс} \cdot z_{омс}} = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2}$$

Таким образом, работу формирующего механизма шнекового макаронного пресса с новой конструкцией матрицы можно описать следующим образом. В шнековой камере пресса тесто подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становится плотной, упруго-пластичной и вязкой массой. Сформировавшееся в шнековой камере тесто нагнетается далее в небольшое предматричное пространство, заканчивающееся прессовой матрицей с постепенным уменьшением сечения ступеней входных отверстий. Из предматричной камеры 4 тесто нагнетается в отверстие 5 зоны I, затем попадает в отверстие 6 зоны II, далее – в отверстие 7 зоны III и, наконец, в формирующую щель 3 зоны IV. При движении теста из зоны I в зону IV диаметры входных отверстий постоянно уменьшаются, и количество отверстий остается постоянным. Это приводит к уменьшению площади проходного (живого) сечения и, как следствие, к уплотнению и сжатию теста. Важно, чтобы уплотнение теста проходило последовательно, постепенно и равномерно. Это позволит равномерно и постепенно увеличить гидравлическое сопротивление и давление во всех ступенях входных отверстий. Данный процесс может характеризоваться коэффициентом уплотнения (сжатия), под которым понимается отношение объемов теста до и после сжатия (или до и после ступеней). С целью упрощения расчетов отношения объемов теста можно заменить отношением площадей.

Тогда, для первой зоны коэффициент уплотнения можно определить по формуле

$$k_1 = \frac{S_m}{f_{омс} \cdot z_{омс}}$$

Для второй зоны

$$k_2 = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2}$$

Для третьей зоны

$$k_3 = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

Для четвертой зоны

$$k_4 = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2}$$

$$\frac{S_m}{f_{омс} \cdot z_{омс}} = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2} \text{ и}$$

$$k_1 = k_2 = k_3 = k_4.$$

Следовательно, в данной конструкции матрицы коэффициент уплотнения теста имеет постоянное значение для всех зон в процессе выпрессовывания теста.

### Выводы

Использование полученного соотношения в конструировании матриц позволит:

1. Получить постепенное и равномерное увеличение гидравлического сопротивления и давления во всех ступенях отверстий по ходу движения теста через матрицу, а, тем самым, снизить энергозатраты.
2. Достичь равенства коэффициента уплотнения теста.
3. Получить качественное формирование сырья.
4. Уменьшить количество отходов при формировании макаронных изделий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. – М.: Колос, 2000. – 272 с.
2. Матрица для производства макаронных изделий: а. с. 491365 СССР, МПК5 А 21 С11/16 / Ю.А. Лебедев, Б.А. Хохлов; Московский ин-т нар. хоз-ва им. Г.В. Плеханова; Московский Орден Труда. Красн. Знамя ин-т пищ. пром-ти. – № 1970728; заявл. 01.11.73; опубл. 15.11.75.
3. Матрица для производства макаронных изделий: а. с. 1773361 СССР, МПК5 А 21 С11/16/ И.В. Куликов, Я.Ф. Мучник; Харьковский опыт.электромех. завод «Элеватормельмаш»; Харьковский политехн. ин-т им. Ленина. – № 1970728; заявл. 05.12.88; опубл. 07.11.92.
4. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 7401 Респ. Беларусь, МПК 7 А 21 С11/16/ В.Я. Груданов, А.А. Вискварко, Д.А. Смагин; заявитель Могил. гос. ун-т продовольствия. – № а 4612585; заявл. 18.07.02; опубл. 30.03.03.