

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ПРЕССА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Эльмесов Р.Р.¹, Диданов А.М.¹, Тлишев А.Б.¹, Диданов М.Ц.¹

¹ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, Россия (360004, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173), e-mail: ru005507@gmail.com

При работе шнековых макаронных прессов уплотненное макаронное тесто выдавливается через матрицу неравномерно, а прядями разной длины, что является существенным их недостатком. Для выравнивания давления в предматричной камере и равномерного выхода макаронных изделий из матрицы существует большое число технических решений, направленных на совершенствование конструкций рабочих органов макаронных прессов. Для изучения процесса прессования макаронных изделий нами разработан малогабаритный пресс. Производительность пресса зависит от давления, создающейся в шнековой камере, влажности и температуры теста, скорости прессования, площади живого сечения отверстий и их конфигурации, характера истечения теста через отверстия и ряда других взаимосвязанных факторов. Для установления степени влияния данных факторов на процесс прессования теста использовался полный факторный эксперимент. В результате обработки данных составлено уравнение регрессии, числовые коэффициенты которого позволяют оценить степень влияния исследуемых факторов на параметр оптимизации.

Ключевые слова: матрица, тесто, пресс, камера, бункер, дозатор, корыто, сфера

DEVELOPMENT AND RESEARCH PRESS SMALL-SIZED FOR PASTA

Elmesov R.R.¹, Didanov A.M.¹, Tlishev A.B.¹, Didanov M.T.¹

¹Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Russia (360004, KBR, Nalchik, street Chernishevskogo, 173), e-mail: ru005507@gmail.com

In operation of screw presses pasta sealed pasta unevenly extruded through a die and the strands of different length, which is a significant disadvantage. To equalize the pressure in the chamber and uniform pasta output from the matrix there are a large number of technical solutions aimed at improving the design of working bodies of pasta presses. To study the process of pressing the pasta we have developed a small-size press. Press capacity depends on the pressure created in the auger chamber, temperature and humidity test, pressing speed, open area of apertures and their configuration, the nature of the expiry of the test through the holes and a number of other interrelated factors. In order to establish the degree of influence of these factors on the process of pressing the test used a full factorial experiment. As a result, data compiled regression equation, numerical coefficients which allow us to estimate the degree of influence of investigated factors on the parameter optimization.

Keywords: matrix, dough, press, camera, bunker, dispenser trough, sphere

При работе шнековых макаронных прессов уплотненное макаронное тесто выдавливается через матрицу неравномерно, а прядями разной длины [1], что является существенным их недостатком. Основными причинами неравномерного выхода прядей макарон из матрицы являются следующие.

1. Тесто выпрессовывается в центре с наибольшей скоростью, а по мере удаления от центра скорость прессования уменьшается, затем увеличивается в крайних точках ввиду особых физических свойств теста. Высокая скорость прессования в центре обусловлена законом течения вязкой пластичной массы в канале круглого сечения. Увеличение скорости выпрессовывания у внутренних стенок камеры обусловлено повышением температуры теста

на 5–8⁰С. Разница в скорости выпрессовывания повышает долю брака из-за разной длины макарон.

2. В предматричное пространство шнеком подается винтообразно закрученный поток теста, который также влияет на распределение скоростей и работу шнека.

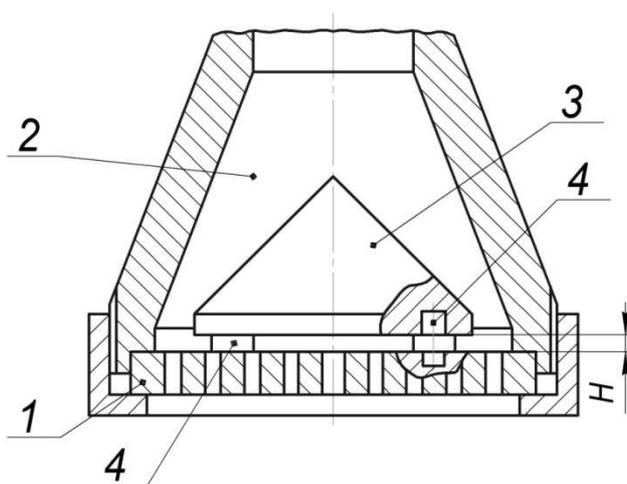
Цель исследования

Для выравнивания давления в предматричной камере и равномерного выхода макаронных изделий из матрицы существует большое число технических решений, направленных на совершенствование конструкций рабочих органов макаронных прессов.

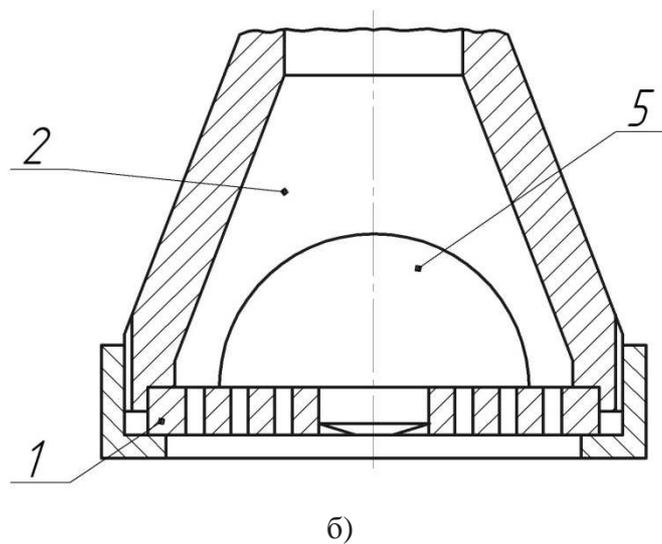
Известно устройство для формования вязких пищевых масс (а.с № 8394669). В этом устройстве с целью снижения энергозатрат и увеличения производительности в предматричной камере расположена винтовая направляющая, выполненная как одно целое с винтовой поверхностью шнека. Но подобное решение усложняет конструкцию шнека.

По изобретению (а.с. №858707) «Устройство для прессования макаронных изделий» с целью выравнивания скорости прессования и улучшения тем самым качества макаронных изделий используется вибратор, выполненный в форме двояковыпуклой линзы. Однако наличие вибратора с приводом усложняет данное устройство.

В устройстве, предложенном Ю.А. Калошиным [2], для выравнивания скоростей выпрессовывания в предматричную камеру пресса соосно с матрицей и на некотором расстоянии над ней установлено тело конусно-цилиндрической формы (рис. 1), которое при выпрессовывании должно резко изменить условия течения материала. Тестовая масса, поступающая в плоскопараллельный зазор, образованный плоскостью этого устройства и поверхностью матрицы, по мере продвижения к центру матрицы должна постепенно выравнивать скорость.



a)



1 — матрица; 2—предматричная камера; 3 — устройство конической формы для выравнивания скоростей; 4 — опоры; 5 — устройство полусферической формы для выравнивания скоростей

Рис. 1. Схема размещения в предматричной камере устройства конической (а) и полусферической (б) формы для выравнивания скоростей выпрессовывания макаронных изделий

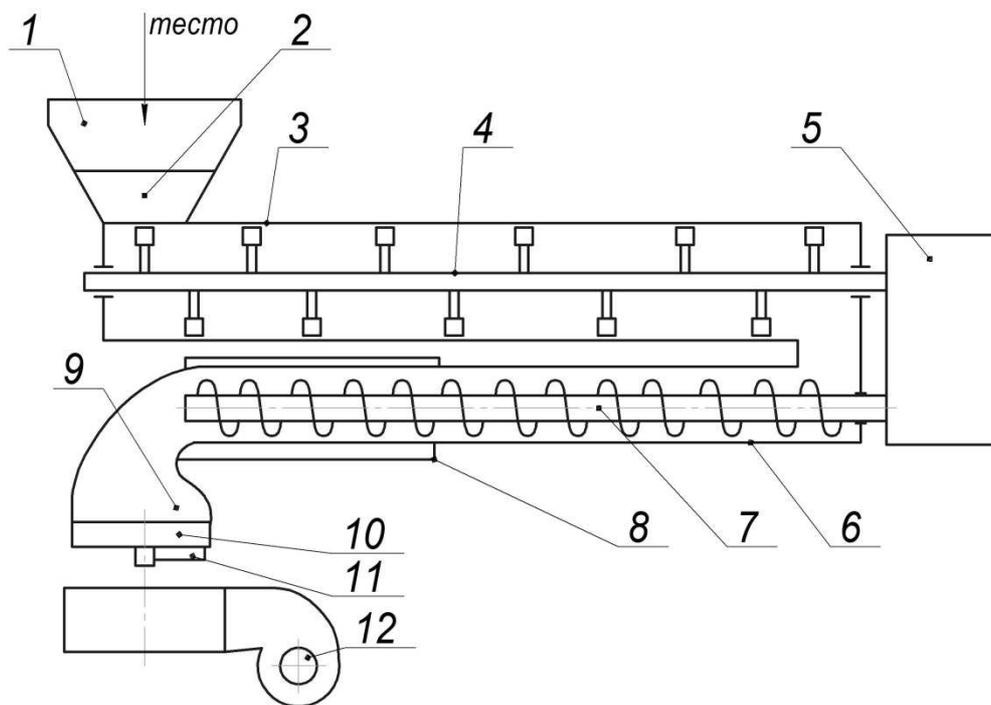
Однако добиться полного выравнивания скоростей выпрессовывания с помощью предложенного устройства не удастся ввиду наличия застойной зоны под конусом высотой H .

Для выравнивания скоростей выпрессовывания макаронных изделий нами предложено в данном устройстве заменить конусно-цилиндрическую форму на полусферическую при отсутствии зазора H (показано на рис. 1б). Диаметр сферы при этом предлагается принять равным внутреннему диаметру шнека.

Материал и методы исследования

Для изучения процесса прессования макаронных изделий нами разработан малогабаритный пресс, схема которого показана на рисунке 2.

В бункер 1 с помощью специальных устройств в строго определенных количествах непрерывно загружается тесто, которое, проходя дозатор 2, попадает в корыто 3 тестосмесителя. До этого тесто предварительно замешивается в другом смесителе. Подобный подход к изучению процесса прессования макаронных изделий принят с целью упрощения конструкции разработанной лабораторной установки, так как макаронные прессы громоздки по конструкции из-за наличия трех или четырех корыт для предварительного, промежуточного и окончательного замеса теста перед прессованием макаронных изделий.



1 — бункер; 2 — дозатор; 3 — корыто тестосмесителя; 4 — вал с лопатками; 5 — мотор-редуктор; 6 — шнековый цилиндр; 7 — шнек; 8 — рубашка охлаждения; 9 — прессовая головка; 10 — сменная матрица; 11 — режущий механизм; 12 — обдувочное устройство

Рис. 2. Схема малогабаритного пресса для прессования макаронных изделий

Принцип работы пресса заключается в следующем.

Лопатки на валу 4 тестосмесителя, расположенные по винтовой поверхности, окончательно замешивают тесто и в конце корыта сбрасывают в шнековую камеру пресса для прессования. Там оно подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становясь плотной, упруго-пластичной и вязкой массой. Сформировавшееся в шнековой камере тесто нагнетается в небольшое предматричное пространство, заканчивающееся матрицей, через отверстия которой и выпрессовывается тесто благодаря давлению, созданному в шнековой камере. Это давление развивается вследствие сопротивления формирующих отверстий матрицы истечению крутого макаронного теста. Прессующее устройство представляет собой шнековый цилиндр с водяной рубашкой 8 и шнек 7, прессовую головку 9, сменную матрицу 10, режущий механизм 11 и обдувочное устройство 12. Вращение валов тестосмесителя и шнека осуществляется от мотора-редуктора 5.

Производительность пресса зависит от давления, создающегося в шнековой камере, влажности и температуры теста, скорости прессования, площади живого сечения отверстий и их конфигурации, характера истечения теста через отверстия и ряда других взаимосвязанных факторов.

Для прогнозирования процесса прессования теста для производства нитевидных коротко резанных макаронных изделий использовался метод многофакторного планирования экспериментов. Основными факторами, влияющими на процесс прессования теста [4], приняты: влажность теста (В), площадь живого сечения отверстий в матрице (F), температура теста (Т) и давление в предматричной камере (Р). В качестве параметра оптимизации выбрана производительность прессы (П).

Для установления степени влияния данных факторов на процесс прессования теста использовался полный факторный эксперимент [3]. Условия планирования экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1

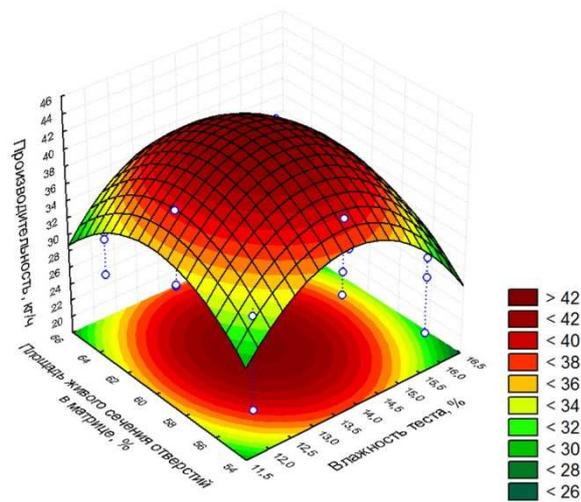
Условия планирования экспериментов

Уровни варьирования	Факторы, влияющие на процесс прессования теста			
	Влажность теста, % (В)	Площадь живого сечения отверстий в матрице, % (F)	Температура теста, °С (Т)	Давление в предматричной камере, МПа (Р)
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Основной уровень 0)	14	60	48	7,5
Интервал варьирования	2	5	2	0,5
Верхний уровень (+)	16	65	50	8
Нижний уровень (-)	12	55	46	7

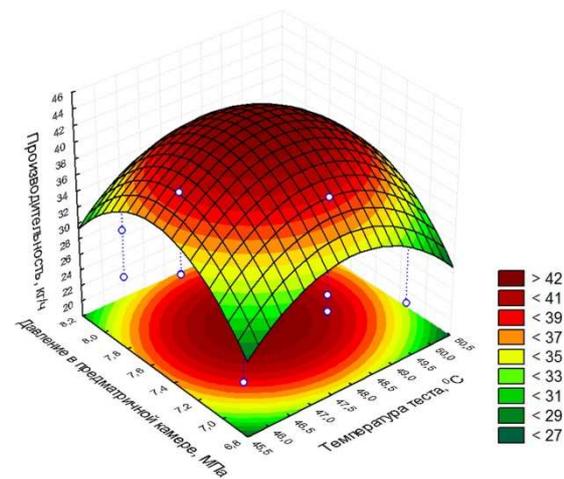
Результаты исследования

Обработка результатов по заданным условиям показывает, что большее влияние на производительность оказывают влажность и температура теста (рис. 3). Это объясняется тем, что при прессовании наблюдается прогрев макаронного теста вследствие явного недостатка в нем воды.

При прессовании такого теста и соблюдении оптимальной скорости прессования резко возрастает рабочее давление; поверхность изделий становится грубо шероховатой, темной или мучнисто-белой; сами изделия легко обрываются под тяжестью собственной массы.



а)



б)

Рис. 3. Зависимость производительности установки: от площади живого сечения отверстий в матрице и влажности теста (а); от давления в предматричной камере и температуры (б)

Сырые и готовые изделия из перегретого теста не стойки при сушке и хранении трескаются, образуя лом и крошку.

Слишком низкая температура теста тоже нежелательна: задерживается процесс гидратации белков клейковины, тесто утрачивает пластичность, становится более упругим, увеличивается шероховатость сырых изделий. Расход энергии на прессование холодного теста резко возрастает.

В результате обработки данных составлено уравнение регрессии, числовые коэффициенты которого позволяют оценить степень влияния исследуемых факторов на параметр оптимизации [5]:

$$y = -4483,66 + 41,58x_1 - 1,5x_1^2 + 21,58x_2 - 0,18x_2^2 + 110,66x_3 - 1,15x_3^2 + 249,33x_4 - 16,53x_4^2$$

где X_1, X_2, X_3, X_4 – кодированные значения (+1 или -1) факторов;

где y – производительность машины P , кг/ч

x_1 – влажность теста, %

x_2 – площадь живого сечения отверстий в матрице, %

x_3 – температура теста, °С

x_4 – давление в предматричной камере, МПа

Выводы

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно рекомендовать следующие оптимальные значения факторов:

- 1) влажность теста, % — 13,85;
- 2) площадь живого сечения отверстий в матрице, % - 60;
- 3) температура теста, °С – 48;
- 4) давление в предматричной камере, МПа – 7,5.

Список литературы

1. Антипов С.Т. Техника пищевых производств малых предприятий. М.: Колос-С, 2007. — 696 с.
2. Боровиков В.П., Ивченко Г.И. Прогнозирование в системе STATISTICA и среде Windows. — М.: Финансы и статистика, 1999. – 382 с.
3. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. М.: ДеЛи, 2005. – 296 с.
4. Калошин Ю.А. Формование макаронных изделий. Информационный портал «Пищевик», 2014.
5. Эльмесов Р.Р. Исследование процесса формирования макаронных изделий. Всероссийская конференция «Информационные технологии, менеджмент качества, информационная безопасность». № 5. Тм II, 2015.

Рецензенты:

Батыров У.Д., д.т.н., профессор, декан Инженерно-технического факультета, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г.Нальчик;
Сабанчиев Х.Х., д.т.н., профессор кафедры «Мехатроника и робототехника», ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г.Нальчик.