

Огромное внимание в университете уделяется научно-исследовательской работе студентов (НИРС), которая тесно связана с учебно-воспитательной работой в БГАТУ и направлена на привлечение студентов к участию в научно-исследовательских работах, проводимых кафедрами. Ежегодно более 2000 студентов принимают активное участие во всех формах НИРС. Только в 2014 году студентами опубликовано более 330 научных работ, получено 38 патентов на изобретения и полезные модели (в соавторстве), произведено 36 внедрений результатов НИРС в образовательный процесс, и 48 – в производство.

Ежегодно студенты БГАТУ становятся победителями олимпиад и получают многочисленные дипломы и награды на республиканских и международных научных конференциях и конкурсах студенческих научных работ.

Студенты и аспиранты нашего университета неоднократно были удостоены стипендий Специального фонда Президента Республики Беларусь, имени Франциска Скорины, Минского обкома профсоюза работников АПК, Республиканского комитета Белорусского профсоюза, а также становились лауреатами Премии Мингорисполкома и Премии Национальной академии наук Беларуси в области технических наук.

Научно-исследовательская работа в БГАТУ постоянно совершенствуется. В 2015 году в БГАТУ планируется создание новых научных структурных подразделений.

Университет открыт для контактов с учёными и научными центрами, предприятиями и специалистами по направлениям его научной деятельности. Мы будем рады, если для сотрудничества Вы выберете наш университет, наших учёных и специалистов.

УДК 664.692.5

## **МАТРИЦЫ С ТЕМПЕРАТУРНЫМИ ЗАЗОРАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*Груданов В.Я., д-р техн.наук, профессор, Станкевич П.В., Василевская В.В.  
(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)*

Эффективность развития пищевого предприятия в условиях жесткой конкуренции на рынке макаронной продукции, в значительной степени зависит от качества, целевой направленности и адекватности стратегий динамике рыночной среды. Особую значимость данное направление приобретает в условиях мирового финансового кризиса, как превентивной меры, обеспечивающей не только выживание и устойчивое развитие компании, но также экономическую стабильность в обществе. Такое положение указывает на актуальность темы исследования.

Специфика макаронной промышленности как субъекта экономики в современных условиях заключается в том, что она органически связана с необходимостью обеспечить высококачественным продовольствием население страны при данном уровне развития аграрного сектора, нуждающегося в постоянной поддержке государства, и платежеспособного спроса. От эффективности функционирования пищевой промышленности во многом зависит продовольственная безопасность Республики Беларусь.

Большая часть макаронных предприятий Республики Беларусь оснащена старыми советскими ручными прессами, а чаще даже мини-прессами с малой производительностью – максимум 400 кг/час.

С 1991 года на макаронной фабрике «Боримак» эксплуатировалась единственная в Республике Беларусь поточная автоматическая линия по производству длиннорезанных макаронных изделий («спагетти») фирмы «BUHLER AG» (Швейцария) производительностью 2000 кг/час.

В мае 2007 года, с вводом в эксплуатацию на филиале «Боримак» УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» поточной автоматической линии по производству короткорезанных макаронных изделий фирмы «FAVA S.p.A» (Италия) производительностью

1500 кг/ч, начался новый этап развития макаронной промышленности в нашей республике.

Далее, в сентябре 2009 года на филиале «Боримак» УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» установлена поточная автоматическая линия по производству короткорезанных макаронных изделий фирмы «BUHLER AG» (Швейцария) производительностью 1500 кг/ч.

Планомерная реконструкция производства позволила филиалу «Боримак» УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» выпускать порядка 100 тонн продукции в сутки и расширить ассортимент выпускаемой продукции до 50 видов макаронных изделий.

В сентябре 2011 на ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов» был реализован проект по выпуску нового вида продукции (макаронные изделия) и обеспечить замкнутый цикл производства: производство исходного сырья (макаронной крупки) – использование его для макаронного производства – реализация готовых макаронных изделий. В рамках проекта была установлена поточная автоматическая линия по производству короткорезанных макаронных изделий фирмы «BUHLER AG» (Швейцария) производительностью 2000 кг/ч. Ассортимент выпускаемых макаронных изделий насчитывает 14 видов.

В сентябре 2011 года аналогичный проект был внедрён на ОАО «Лидяхлебопродукт» путём установки поточной автоматической линии по производству короткорезанных макаронных изделий фирмы «BUHLER AG» (Швейцария) производительностью 2000 кг/ч. Реализация проекта позволила наладить выпуск 17 форматов (14 короткорезанных и 3 - штампованных) макаронных изделий.

В результате установки на предприятиях Республики Беларусь новых современных автоматических линий по производству макаронных изделий с уникальными технологиями в сочетании с качественным сырьем, население республики обеспечивается макаронными изделиями с отличными потребительскими свойствами: макароны не крошатся, не развариваются, не теряют форму и по многим параметрам не уступают лучшим итальянским аналогам.

Современный пресс для изготовления макаронных изделий состоит из смесителя с системами дозирования муки и воды, прессующего устройства (шнека), матрицы и механизма для резки выпрессованного полуфабриката [1].

Конструкция матрицы является одним из определяющих факторов, влияющим на технико-экономические показатели работы пресса. Матрица включает в себя цилиндрический корпус с колодцами, расположенными на концентрических окружностях, установленные внутри колодцев вкладыши со сквозными формующими отверстиями, сгруппированными в гнезда.

Однако в данной конструкции матрицы не решены вопросы, связанные с компенсацией температурных деформаций ее рабочей поверхности: в процессе работы корпус матрицы нагревается, а, как известно, большинство веществ при нагревании расширяется. В результате матрица расширяется и деформируется, что приводит к короблению рабочей поверхности матрицы, при этом зазор между корпусом матрицы и вращающимся ножом становится неодинаковым по всей площади рабочей поверхности матрицы. Это обуславливает неравномерное обрезание вращающимся ножом отформованных макаронных изделий (различная длина, превышающая нормы по СТБ 1963-2009), выходящих из формующих отверстий, и ухудшение качества готовой продукции, а, следовательно, и снижение производительности пресса за счет отходов, причем увеличиваются удельные затраты энергии.

#### **Новые технические решения. Составные матрицы с температурными зазорами.**

На рисунке 1 представлена принципиально-конструктивная схема кольцевой составной матрицы с температурными зазорами и улучшенными теплотехническими и технологическими характеристиками [2,3].

Матрица для производства макаронных изделий содержит цилиндрический корпус 1, основание 2, колодцы 3, расположенные внутри колодцев вкладыши 4 со сквозными формующими отверстиями 5.

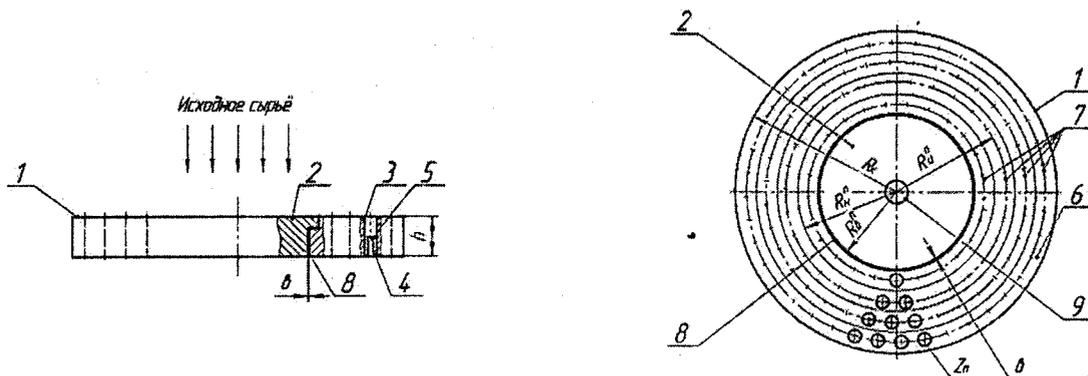


Рисунок 1 - Принципиально-конструктивная схема составной матрицы с температурным зазором для производства макаронных изделий

1 – корпус матрицы; 2 – основание; 3 – колодцы; 4 – вкладыши; 5 – формующие отверстия; 6 – кольца условные; 7 – окружности цилиндрические; 8 – температурный зазор; 9 – отверстие центральное;  $R_k$  – радиус корпуса матрицы;  $R_n^n$  – центральный радиус  $n$ -го условного кольца;  $R_n^n$  – наружный радиус  $n$ -го условного кольца;  $R_n^n$  – внутренний радиус  $n$ -го условного кольца;  $b$  – ширина зазора;  $Z_n$  – количество колодцев;  $h$  – высота

Рабочая поверхность корпуса разделена на ряд условных колец 6. Колодцы 3 расположены в условных кольцах 6 на концентрических окружностях 7. Основание 2 установлено относительно корпуса 1 матрицы с зазором 8 и имеет центральное отверстие 9.

Таким образом, корпус матрицы выполнен составным и разделенным на две неравные части по внутреннему радиусу  $R_n^n$  последнего условного кольца, если считать от радиуса корпуса матрицы.

Колодцы 3 по площади матрицы расположены в условных кольцах 6 на концентрических окружностях 7, при этом наружные радиусы условных колец определяются по формуле

$$R_n^n = (0,786)^n R_k, \tag{1}$$

где  $R_n^n$  – наружный радиус  $n$ -го условного кольца;  $R_k$  – радиус корпуса матрицы;

$n$  – порядковый номер условного кольца, считая от радиуса корпуса матрицы (от периферии к центру);

0,786 – коэффициент пропорциональности.

Количество колодцев на каждой концентрической окружности каждого условного кольца определяется таким образом:

$$Z_{n+1} = \left[ \frac{Z_n}{1,618} \right], \tag{2}$$

где  $Z_n$  – количество колодцев на  $n$ -м условном кольце;

$Z_{n+1}$  – количество колодцев на  $(n+1)$ -м условном кольце;

1,618 – коэффициент пропорциональности;

квадратные скобки обозначают целую часть числа.

Основание 2 установлено относительно корпуса 1 со ступенчатым температурным зазором 8 шириной в по всей высоте (толщине) матрицы. Стрелками показано направление движения исходного сырья.

На рисунке 2 представлена трехмерная модель составной матрицы в разобранном виде. Под матрицей устанавливается вращающийся нож для отрезания отформованных изделий (не показан). Вкладыши 4 установлены в колодцы 3 методом запрессовки. Центральное отверстие 9 обеспечивает соосность при установке матрицы и рабочего вала шнека (на рисунке 2 не показан).

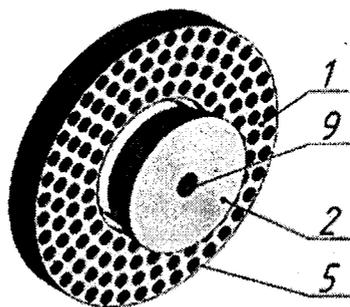


Рисунок 2 – Трехмерная модель составной матрицы с температурным зазором

1 – корпус матрицы (большая часть); 2 – основание матрицы (меньшая часть);  
9 – центральное отверстие; 5 – формирующие отверстия

Устройство работает следующим образом. В шнековой камере пресса тестовая масса подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становится плотной, упругопластичной и вязкой. Уплотнённая макаронная тестовая масса, преодолевает сопротивление матрицы с помощью шнека и продавливается сквозь формирующие отверстия 5 вкладышей 4, установленных в колодцах 3 корпуса 1. При этом использование в конструкции формул (1) и (2) позволяет получить одинаковую пропускную способность матрицы по всей рабочей поверхности (по всем условным кольцам).

В процессе формования макаронных изделий корпус матрицы интенсивно нагревается, в результате, согласно теории линейного расширения металлов, возникают температурные деформации, причём максимальные деформации – в центральной части матрицы на осях симметрии круглого основания 2. Поскольку основание 2 выполнено в виде круга и установлено в центре матрицы, то при нагреве оно будет равномерно удлиняться (расширяться) во все стороны благодаря наличию зазора 8. Снятию максимальных температурных деформаций будет способствовать и центральное отверстие 9.

Одновременно температурным деформациям подвергается и большая периферийная часть матрицы – кольцеобразная рабочая поверхность, которая также имеет возможность линейного расширения благодаря температурному зазору 8. В результате такого взаимного перемещения двух составных частей корпуса рабочая поверхность матрицы будет иметь минимальное коробление торцевой (рабочей) поверхности, что и обуславливает равномерное отрезание отформованных изделий вращающимся (подрезным) ножом.

Таким образом, зазор 8 позволяет компенсировать температурные деформации и получить минимальное коробление рабочей поверхности матрицы и в этом случае вращающийся подрезной нож (на рис. 2 не показан) будет отрезать отформованные изделия одинаковой длины.

При минимальном короблении матрицы нож равномерно скользит по всей плоскости корпуса, благодаря тому, что меньшая часть корпуса выполнена в виде диска диаметром  $d$ , размер которого следующий

$$d = \frac{D}{2},$$

где  $d$  - диаметр меньшей части корпуса;  $D$  - диаметр корпуса.

**Область применения матриц с температурными зазорами.** Данное техническое решение может иметь конкретное практическое применение. Так, например, в настоящее время на филиале «Боримак» УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» ОАО «Минскоблхлебопродукт» эксплуатируются две поточные линии для производства короткорезанных макаронных изделий с использованием 25 матриц итальянской фирмы «Landucci» диаметром 520 мм. Основной недостаток данных матриц – коробление рабочей поверхности. Поэтому, предлагаемое техническое решение в полной мере применимо к матрицам итальянской фирмы, которые в процессе работы коробятся, что приводит к некачественной отрезке полуфабрикатов режущим механизмом, особенно в зоне расположения

периферийных формующих отверстий.

Ещё больший эффект применения составных матриц будет при использовании их на ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов», где на поточной линии для производства короткорезанных макаронных изделий используются 15 матриц итальянской фирмы «Nicolai» диаметром 600 мм.

На новые конструкции матриц получены патенты на изобретение РБ № 17855 и № 18195.

#### Литература

1. Назаров, Н.И. Технология макаронных изделий: Учебн. для вузов; 2-е изд, перераб. и доп. / Н.И. Назаров – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 286 с.
  2. Матрица для производства макаронных изделий : пат. № 17855 Респ. Беларусь: МПК А21С11/16 (2006.01)/ В.Я. Груданов, В.М. Поздняков, А.А. Бренч, П.В. Станкевич: дата публ. 30.12.2013.
  3. Матрица для производства макаронных изделий : пат. № 18195 Респ. Беларусь : МПК А21С11/16 (2006.01)/ В.Я. Груданов, В.М. Поздняков, А.А. Бренч, П.В. Станкевич: дата публ. 30.04.2014.
- УДК 637.1:339.137.2

УДК 543.054

### МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЭКСТРАКЦИОННЫХ МЕТОДИК ПРОБОПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ

*Заяц М.Ф.<sup>1</sup>, канд. хим. наук, Заяц М.А.<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>РУП «Институт защиты растений» Национальной академии наук Беларуси, Минский район, а/г Прилуки, Беларусь; <sup>2</sup>Белорусский государственный университет, Минск)*

Одной из ключевых предпосылок получения высокого урожая сельскохозяйственной продукции является эффективная химическая защита растений от комплекса вредителей, болезней и сорняков. Хотя пестициды обычно разлагаются до момента уборки урожая, некоторые следовые их количества могут загрязнять конечную продукцию. Поэтому необходимо проводить контроль с/х продукции на содержание остаточных количеств пестицидов (ОКП), что регулируется установлением максимально допустимых уровней (МДУ).

Ассортимент применяемых пестицидов постоянно увеличивается. Ежегодно в Республике Беларусь регистрируется порядка 10 новых действующих веществ пестицидов и расширяется область применения уже известных пестицидов, за счет их использования на других с/х культурах. При этом одним из требований при регистрации пестицидов и установления МДУ является наличие методики определения остаточных количеств в с/х продукции.

Анализ с/х продукции при определении остаточных количеств пестицидов включает пробоотбор, транспортировку, хранение, пробоподготовку, инструментальный анализ и отчет. В данной работе основное внимание уделяется стадии пробоподготовки.

В настоящее время существует достаточно большое количество методик определения пестицидов. В то же время они не лишены недостатков.

Методики, позволяющие получить достаточно чистые образцы для возможности анализа на относительно дешевом и доступном оборудовании, обычно трудоемкие, длительные и дорогостоящие в пробоподготовке, а также распространяются на отдельные вещества в отдельных матрицах.

Относительно дешевые экспрессные методики часто не позволяют получить чистые образцы и предполагают использование дорогого оборудования (ВЭЖХ-МС/МС и ГХ-МС/МС).