

Брылёв Е. А.,
Яцук А. Л.

ЭКСТРУЗИЯ ТЕСТА В КОЛЬЦЕВОМ СМАЗОЧНОМ СЛОЕ

Рассмотрена задача движения тестовой массы в канале с использованием гидродинамической смазки. Определена математическая модель динамического состояния вязкой жидкости. Составлены уравнения совместного течения. Разработан способ бесконтактного формования макаронных изделий, позволяющий снизить практически до нуля трение в матрицах макаронного прессы.

Ключевые слова: тестовая масса, гидродинамическая смазка, математическая модель, вязкая жидкость, течение.

1. Введение

Цель прессования, иначе называемого экструзией, — уплотнить замешанное тесто, превратить его в однородную связанную вязкопластичную тестовую массу, а затем придать ей определенную форму [1, 2]. Представляется актуальной разработка конструкций макаронных прессов, в которых сопротивление движению теста в прессующих матрицах было бы сведено к минимуму, что позволяет повысить эффективность их работы, а также производительность.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Имеются разработки за рубежом, в которых транспортируемые высоковязкие массы в трубопроводе окружают кольцевой оболочкой из маловязкой жидкости, вследствие чего снижается трение [3–5].

В связи с этим представляется актуальной разработка конструкции макаронных прессов, в которых сопротивление движению теста в прессующих матрицах было сведено к минимуму, что позволяет повысить эффективность их работы, а также производительность [6, 7].

Целью исследований является решение задачи бесконтактного формования макаронных изделий на основе разработки и исследования принципиально нового способа и устройств, отвечающих современным требованиям макаронного производства.

В рамках предложенной постановки задачи могут быть реализованы два характерных режима течения.

1. Первый режим имеет место в том случае, когда средняя скорость тестового материала превышает среднюю скорость жидкости в смазочном слое. В такой ситуации центральное ядро тестового материала как бы «увлекает» за собой смазочный слой. Ожидаемый профиль скоростей в поперечном сечении канала представлен на рис. 1, а.

2. Второй режим течения в рамках рассматриваемой математической модели имеет место тогда, когда средняя скорость жидкости в смазочном слое превосходит среднюю скорость экструзии тестового материала. В этом случае на их общей границе смазочная жидкость должна «увлекать» за собой тестовый материал. При этом ожидаемый профиль скоростей в поперечном сечении отверстия должен иметь вид, приведенный на рис. 1, б.

Для снижения трения в кольцевом зазоре предлагается использовать различные пищевые жидкости (на-

пример, растительное масло). Так же есть предложение по использованию в качестве смазки воздушной прослойки [8–10].

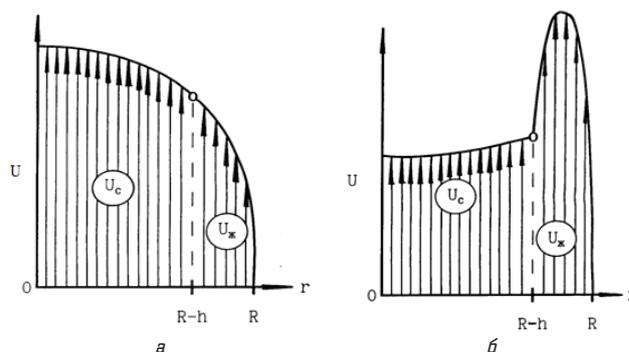


Рис. 1. Ожидаемые профили скоростей в поперечном сечении канала: а — скорость экструзии U_c превышает скорость жидкости $U_ж$ в смазочном слое; б — скорость жидкости $U_ж$ превышает скорость экструзии U_c

3. Результаты исследований скорости смазочной жидкости

Анализируя ожидаемые профили скорости в поперечном сечении матрицы (рис. 1), нетрудно получить следующие условия, накладываемые на параметры системы, при выполнении которых один режим течения, по-видимому, переходит в другой:

$$\left. \frac{\delta U_ж}{\delta r} \right|_{r=R-h} = 0; \quad U_ж|_{r=R-h} = \frac{M_c}{\rho_c \cdot \pi (R-h)^2}. \quad (1)$$

Рассмотрим другой режим, соответствующий условию (рис. 1, б):

$$\left. \frac{\delta U_ж}{\delta r} \right|_{r=R-h} > 0; \quad U_ж|_{r=R-h} > \frac{M_c}{\rho_c \cdot \pi (R-h)^2}. \quad (2)$$

Непосредственное решение такой задачи в рамках исходной постановки затруднительно. Поэтому сделаем следующее упрощающее допущение. Будем предполагать, что для такого режима течения скорость тестового материала для каждого сечения канала постоянна и не зависит от радиальной координаты (рис. 2). Такая модель течения допустима, по-видимому, если предположить, что поток смазывающей жидкости слабо «увлекает» за собой центральное ядро теста. Распределение

скорости в смазочном слое описывается в [1]. Однако определение константы интегрирования необходимо проводить с учетом граничного условия: при $r = R - h$; $U_{ж} = V_c$, где V_c — скорость экструзии теста для данного сечения канала.

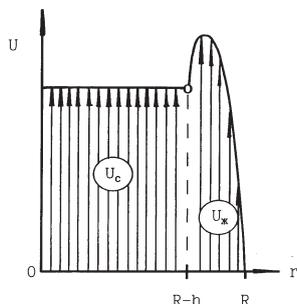


Рис. 2. Предполагаемый профиль скорости тестового материала U_c и смазочной жидкости $U_{ж}$ в зависимости от r канала

Таким образом получаем следующее соотношение:

$$C_1 = -\frac{V_c}{h} + \frac{1}{2\mu_{ж} \cdot h} \times \frac{P_{ж}}{Z} \left((R-h)^2 - R^2 \right),$$

что приводит к следующему выражению, описывающему распределение скорости в поперечном сечении смазочного слоя:

$$U_{ж} = \frac{1}{2\mu_{ж}} \cdot \frac{P_{ж}}{Z} \left((r^2 - R^2) + \frac{1}{h}(r-h) \left((R-h)^2 - R^2 \right) \right) - \frac{V_c}{h}(r-R). \quad (3)$$

Привлекая теперь условия баланса расходов смазочной жидкости и тестового материала, приходим после некоторых преобразований к следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} M_c = \rho_c \cdot \pi (R-h)^2 V_c; \\ \left\{ \frac{Q_{ж}}{2\pi} = \frac{1}{2\mu_{ж}} \cdot \frac{P_{ж}}{Z} \left[\frac{(R^2 - (R-h)^2)^2}{4} - \frac{h^2(2h-3R)(2R-h)}{6} \right] - V_c h(2h-3R)/6. \right. \end{cases} \quad (4)$$

Или с учетом [1]:

$$\begin{cases} M_c = \pi \cdot V_c (R-h)^2 \rho_{co} \cdot \left(\frac{P}{P_{co}} \right)^k; \\ Q_{ж} = -\frac{\pi}{12\mu_{ж}} \cdot \frac{\delta P}{\delta Z} h^3 (2R-h) + \frac{\pi}{3} V_c \cdot h(3R-2h), \end{cases} \quad (5)$$

где $P = P_c = P_{ж}$.

Для обеспечения бесконтактного прессования макаронных изделий необходимы разработка и изготовление принципиально новых матриц, которые обеспечивали бы наличие воздушной прослойки между тестовой массой и стенками матриц.

Для достижения поставленной задачи вкладыши матриц должны быть изготовлены из пористого материала, проницаемого для воздуха, имеющего достаточно однородную и прочную структуру, позволяющего изготовить из него различные по форме вкладыши, удовлетворяющие существующим стандартам на размеры и форму макаронных изделий и допускающие использование типового производственного оборудования поточных линий. Материал, из которого изготавливаются вкладыши, должен также отвечать требованиям пищевого

производства, быть достаточно технологичным в обработке и иметь сравнительно невысокую себестоимость.

Таким требованиям отвечают изделия, которые производятся порошковой металлургией — областью техники, в которой занимаются изготовлением изделий из спрессованных или сформированных металлических порошков путем спекания без расплавления (или с частичным расплавлением наименее тугоплавкой составляющей смеси разнородных порошков).

4. Выводы

Для изготовления пористых вкладышей целесообразно применять порошки, изготовленные из специальных сортов бронз, нержавеющей стали, титана.

С учетом вышеизложенного были разработаны и изготовлены различные конструкции пресс-форм для изготовления экспериментальной партии пористых металлокерамических вкладышей. В качестве наполнителя был взят парафин. Для лучшего отделения готовых вкладышей от пресс-формы ее стенки смазывались графитом. Пресс-форма была изготовлена из нержавеющей стали марки X12M с последующей закалкой до приобретения твердости 50–60 единиц.

Пористые вкладыши из металлокерамики были использованы для изготовления матриц для прессования макаронных изделий в тонком пристенном слое сжатого воздуха.

Матрица с пористыми вкладышами не отличается своей формой и геометрическими размерами и может быть использована на типовом оборудовании, применяемом для прессования макаронных изделий.

Литература

- Лісовенко, О. Т. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробів [Текст] / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І. М. Литовченко. — К.: Наукова думка, 2000. — 282 с.
- Чернов, М. Е. Макаaronное производство [Текст] / М. Е. Чернов. — М.: Мир, 1994. — 208 с.
- Lissowenko, A. T. Rationale Regimes der Brotherstellung, mathematische Beschreibung und Berechnung der Prozesses [Text] / A. T. Lissowenko // Bericht über die Tagung Internationale Probleme der Modernen Getreideverarbeitung. — TGV, B-R, 1980. — V. 18.
- Chamberlain, N. Moderne Verfahren der Terbereitung [Text] / N. Chamberlain, G. Elton // Bericht 3. Tagung «Internationale Probleme der moderner Getreideverarbeitung». — IGV, B-R, 1967. — Teil 2. — P. 11–17.
- Tscheischner, H. D. Zur Analyse der Prozesses der Weizenteigbereitung mit Hoher Knetintensivität [Text] / H. D. Tscheischner, H. Quentt, U. Heihickel // Backer und Konditor. — 1983. — № 7. — P. 232–234.
- Брыльов, Е. А. Течение тестовой композиции в профилирующем канале с гидродинамической смазкой [Текст] / Е. А. Брыльов, А. Л. Яцук // Сб. научных трудов Керченского государственного морского технологического университета. — 2010. — Вып. 11. — С. 21–24.
- Gelliera, V. Manuale di manutenzione per essiccato Ecat 80 [Text] / V. Gelliera // Documentazione Tecn. Pavan. — Padova, 1987. — P. 125.
- Vukobratovic, R. Zito-Hleb [Text] / R. Vukobratovic. — Novi Sad, 1984. — P. 61.
- Wallace, M. J. Lipoxigenase inactivation in wheat protein concentrate by heat-moisture treatments [Text] / L. E. Wheeler, M. J. Wallace // Cer.Chem. — 1972. — P. 348.
- Walsh, D. E. The influence of protein composition on spaghetti quality [Text] / D. E. Walsh, K. A. Gilles // Cer.Chem. — 1971. — Vol. 48. — P. 544.

ЕКСТРУЗІЯ ТІСТА У КІЛЬЦЕВОМУ ШАРІ, ЩО ЗМАЩУЄ

Розглянуто завдання руху тістової маси в каналі з використанням гідродинамічного мастила. Визначена математична модель динамічного стану в'язкої рідини. Складено рівняння спільної течії. Розроблено спосіб безконтактного формування макаронних виробів, що дозволяє знизити практично до нуля тертя в матрицях макаронного преса.

Ключові слова: тістова маса, гідродинамічна змазка, математична модель, в'язка рідина, течія.

Брылёв Евгений Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра оборудования пищевых производств, Днепропетровский государственный технический университет, Украина, e-mail: brulev_dnepr@mail.ru.

Яцук Анна Леонидовна, ассистент, кафедра оборудования пищевых производств, Днепропетровский государственный технический университет, Украина, e-mail: ann-yatsuk@mail.ru.

Брыльов Євген Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра обладнання харчових виробництв, Дніпропетровський державний технічний університет, Україна.

Яцук Анна Леонідівна, асистент, кафедра обладнання харчових виробництв, Дніпропетровський державний технічний університет, Україна.

Brylov Evgen, Dniprodzerzhinsk State Technical University, Ukraine, e-mail: brulev_dnepr@mail.ru.

Yatsuk Anna, Dniprodzerzhinsk State Technical University, Ukraine, e-mail: ann-yatsuk@mail.ru.

УДК 54.058

**Бутенко Е. О.,
Капустін О. Є.**

ЗАХИСТ ВОДНОГО БАСЕЙНУ ВІД ЗАБРУДНЕНИХ СУЛЬФІДНИХ ВОД

Вивчено видалення сульфідів зі стічних вод цеху шлакопереробки, розроблена технологія видалення забруднюючих речовин, побудована установка видалення сульфідів, яка дозволила уникнути забруднення навколишнього середовища та штрафних платежів у розмірі 140 млн. грн. на рік. Оптимізовано умови видалення сульфідів зі стічних вод. Досліджено різні умови синтезів аніонних сорбентів різних типів, а також обговорені різні технології одержання сорбентів в промисловості.

Ключові слова: сульфідні, стічні води, сорбенти, синтетичні аніонні глини, металургійні шлаки, сорбція.

1. Introduction

Sulfides including hydrogen sulfide, are acutely second class of substances of danger. They are highly toxic, inhalation of air containing hydrogen sulfide causes dizziness, headache, nausea, and a considerable concentration leads to coma, convulsions, pulmonary edema and even death. At high concentrations, a single inhalation exposure may cause instant death. The main source of exposure of sulfides in water pool Azov region are smelters. Around smelters are many storage metallurgical slags (Fig. 1). Within the city there are nine waterworks, which are influenced by metallurgical slag.



Fig. 1. Slag repository metallurgical plant, water with a high content of sulfides

Wherever there is a metallurgical slag accumulated in the reservoirs of water with an extremely high concentration of sulfides, which sometimes erupt into streams and rivers, as a result of floods, which leads heavily polluted, the emergence of industrial accidents.

Oxygen in the water is consumed for the oxidation of sulphides, the oxygen content in waters sulphide data becomes zero, and this leads to the destruction of living organisms. Sites for storage of metallurgical slag plant, located near the river Kalchyk. Rivers and lakes occurring near shlagrepository contaminated and turned into storage with contaminated water in which the concentration of sulfides reaches 1 g/l. Although close to the river and located Kalchyk dams, but under emergency breakthroughs often occurs getting polluted water into the river Kalchyk that leads to the death of the inhabitants of the river. Protection dams and oxygen in the air oxidation of sulfides reduce their concentration, but at the final stage, when they are released into natural water bodies, it is necessary to complete removal of sulfides from wastewater. The presence of sulfides in water makes water an unpleasant smell intensifies the process of corrosion of pipelines and their causes overgrowth due to the development of sulfur bacteria. Sulfides have a toxic effect on human and cause skin irritation. Hydrogen sulphide is toxic to living organisms. Prolonged use of water containing the substances at concentrations above regulatory, may develop chronic intoxication, leading eventually to a certain pathology. Note also that the toxic effects of the substances can be shown not only by oral admission of water, but absorbed