

## Математическое моделирование течения фосфатидного концентрата в отверстии матрицы экструдера

Меретуков З.А., Меретуков М.А., Кошевой Е.П. zamer@radnet.ru

Майкопский государственный технологический университет  
Кубанский государственный технологический университет

*Технология получения растительного лецитина (фосфатидного концентрата), заключается в экстракционной очистке растительных фосфолипидов [1]. В связи с разработкой экструзионной агломерации для отгонки растворителя из фосфатидного концентрата [2], выполнено математическое моделирование течения неньютоновской жидкости в каналах экструдера. Течение в отверстии матрицы определяет уровень давления в экструдере [3]. В работе представлено описание реологических свойств фосфатидного концентрата для течения через круглое цилиндрическое отверстие матрицы экструдера.*

Ключевые слова: фосфатидный концентрат, одношнековый экструдер, давление, реология.

Для описания реологии фосфатидного концентрата, обладающего свойствами неньютоновской псевдопластичной жидкости, может быть использована модель Хершеля-Балкля:

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \gamma^n \quad (1)$$

Из которой можно получить зависимость для вязкости

$$\eta = \frac{\tau_0}{\gamma} + K \cdot \gamma^{n-1} \quad (2)$$

где  $\eta$  - вязкость;  $\tau$  - напряжение сдвига,  $\tau_0$  - предельное напряжение сдвига,  $K$  - коэффициент течения,  $n$  - индекс течения и  $\gamma$  - скорость сдвига.

Для течения через круглое цилиндрическое отверстие предложены уравнения [4], описывающие скоростной профиль течения:

в интервале  $r_0 < r < R$

$$u_z(r) = \frac{R}{\tau_s K^{1/n} (1 + 1/n)} \left[ (\tau_s - \tau_0)^{1 + \frac{1}{n}} - \left( \frac{r}{R} \tau_s - \tau_0 \right)^{1 + \frac{1}{n}} \right] \quad (3)$$

и в интервале  $0 < r < r_0$

$$u_z(r) = \frac{R}{\tau_s K^{1/n} (1 + 1/n)} \left[ (\tau_s - \tau_0)^{1 + \frac{1}{n}} \right] \quad (4)$$

где  $r_0 = 2\tau_0 L / \Delta P$ , напряжение сдвига на стенке отверстия  $\tau_s = R\Delta P / 2L$  и  $\Delta P$  падение давления в отверстии матрицы. Для средней скорости уравнение имеет форму:

$$\bar{u}_z = \frac{Q}{\pi R^2} \quad (5)$$

где  $Q$  - объемная скорость потока, которая определяется по уравнению:

$$\bar{u}_z = \left( K^{1/n} \cdot \tau_s^3 \right)^{-1} (\tau_s - \tau_0)^{1 + 1/n} \left[ (\tau_s - \tau_0)^2 (3 + 1/n)^{-1} + \tau_0^2 (1 + 1/n)^{-1} + 2\tau_0 (\tau_s - \tau_0) (2 + 1/n)^{-1} \right] \quad (6)$$

Используя результаты исследований по реологическим свойствам фосфатидного концентрата для исходной концентрации 49,5% после преобразований, получены зависимости параметров реологических уравнений от температуры:

$$\tau_0(t) = 244,57 - 0,12 \cdot t$$

$$n(t) = 6,8 \times 10^{-2} \cdot e^{2,4 \times 10^{-2} \cdot t} - 2,1 \times 10^{-2} \quad (7)$$

$$K(t) = 1,62 + 270,24 \cdot e^{-8,59 \times 10^{-2} \cdot t}$$

Расчеты выполнены для лабораторного одношнекового экструдера, который использовался в эксперименте (отверстие матрицы экструдера имеет диаметр 2,6 мм и длину цилиндрической части 50 мм).

Для исследованных в экспериментах режимов определяли противодавление  $\Delta P$ , возникающее при продавливании концентрата через отверстие матрицы, в результате обработки получены зависимости (рисунки 1 и 2) рассчитанные по регрессионным уравнениям.

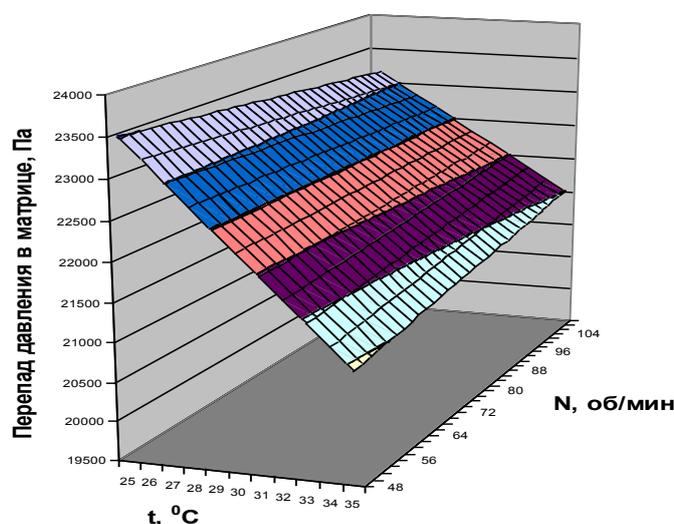


Рис. 1. Зависимость  $\Delta P = f(t, N)$

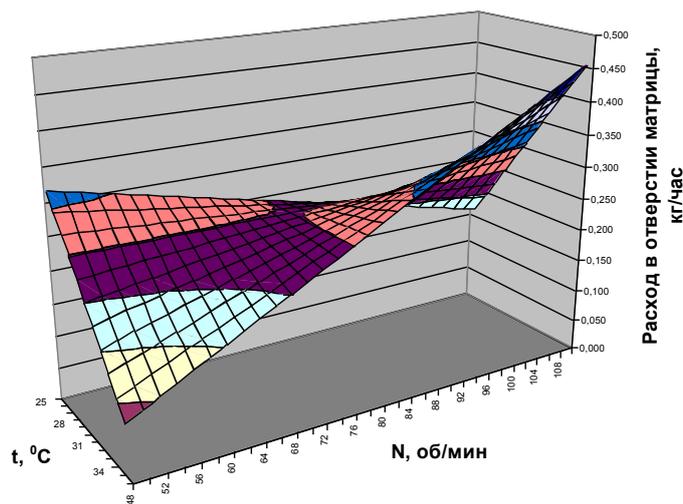


Рис. 2. Зависимость  $G = f(t, N)$

## Список литературы

1. Бутина Е.А. Научно-практическое обоснование технологии и оценка потребительских свойств фосфолипидных биологически активных добавок. Автореф. дисс. докт. техн. наук. КубГТУ, Краснодар. 2003. 53 с.
2. Меретуков М.А., Меретуков З.А., Кошевой Е.П. Разработка аппаратного оформления стадии отгонки растворителя технологии производства БАД «Витол». Материалы Международной конференции «Технологии и продукты здорового питания». – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. – с.131-134.
3. Кошевой Е.П., Меретуков З.А., Меретуков М.А. Экструдеры (теория, конструирование и расчет). МГТУ. Майкоп, 2003.-95 с. Деп. В ВИНТИ 30.10.2003, №1893-B2003.
4. Andertova J., Navrda J. The effect of rheological behavior of ceramic pastes on extrudate microstructure. 16th International Congress of Chemical and Process Engineering 22-26 August 2004. Prague, Czech Republic.

## Mathematical modelling of current of phosphatide concentrate in the aperture of extruder matrix

Meretukov Z.A., Meretukov Z.A., Koshevoy E.P.

Maykop state technological university,

Kuban state technological university.

*Technology of reception of vegetative lecithin (phosphatide concentrate), consists of extraction refining of vegetative phosphate [1]. In connection with development of extrusion agglomerations for removal solvent from phosphatide concentrate [2], mathematical modelling of current of nonnewton liquid in extruder channel is executed.*

*Current in an aperture of a matrix defines a level of pressure in extruder [3]. In work the description of reological properties of phosphatide concentrate for current through a round cylindrical aperture of extruder matrix is presented.*

Key words: phosphatide concentrate, single screw extruder, pressure, reology.