

*Секция «Технология пищевых и перерабатывающих производств»,
научный руководитель – Щербакова Н.А.*

УДК 637.5.03:621.7.04

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ШНЕКА**

Кунанбай Б.Е., Алтайулы С., Какимов М.М.

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, e-mail: muhtarbek@mail.ru

В данной статье рассматривается математическая обработка процесса прессования и результаты экспериментальных исследований процесса прессования, определены оптимальные геометрические размеры разработанного нового прессующего шнека, в зависимости от остаточной жирности при прессовании мясокостной шквары в различных новых конструкциях прессующего шнека. Установлено, что при постоянном внутреннем диаметре и шаге шнека производительность не снижается, в отличие от переменного шага. В результате математической обработки экспериментальных данных процесса прессования сырья, получены точные описания процесса с использованием разработанных новых конструкций цилиндрического и конусного типа прессующего шнека. При использовании разработанных новых конструкций цилиндрического и конусного типа прессующего шнека, с учетом глубины канала, ширины канала, шага витка, ширины витка, готовая продукция отвечает всем требованиям по физико-механическим и структурным свойствам.

Ключевые слова: процесс прессования; прессующий шнек; математическая обработка; мясокостная шквара; остаточная жирность

**MATHEMATICAL PROCESSING OF PRESSING PROCESS WITH THE USING THE
NEW SCREW CONSTRUCTIONS**

Kunanbay B.E., Altayuly S., Kakimov M.M.

Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, e-mail: muhtarbek@mail.ru

This article considers the mathematical processing of the pressing process and the results of experimental studies of the pressing process, the optimal geometric dimensions of the developed new pressing screw, depending on the residual fat content when pressing the meat and bone scraps in various new designs of the pressing screw. It is established that at constant internal diameter and a step of a screw productivity does not decrease, unlike an alternating step. As a result of mathematical processing of experimental data of the process of pressing of raw materials, exact descriptions of process with use of the developed new designs of cylindrical and cone type of the pressing screw are received. When using the developed new designs of cylindrical and conical type of pressing screw, taking into with considering the depth of the channel, the width of the channel, the pitch, the width of the coil, the finished product meets all the requirements for physical, mechanical and structural properties.

Keywords: process of pressing; the pressing screw; mathematical processing; meat and bone meal square; residual oiliness

На протяжении длительного промежутка времени шнековые устройства применяются в промышленности и до сегодняшнего дня они не утратили своей значимости и являются одними из эффективных рабочих органов машин. В машинах и аппаратах пищевой промышленности шнековые устройства применяются в качестве универсальных рабочих органов, позволяющих одновременно и непрерывно выполнять несколько функций.

В пищевой промышленности использование шнековых устройств позволяет непрерывно проводить процесс, снижает расход сырья и повышает санитарные показатели производства. Процесс прессования – один из распространенных процессов при производстве растительных масел и сухих живот-

ных кормов. При разработке безотходной технологии переработки продуктов убоя скота, производстве сухих животных кормов это решение является оптимальным. Процесс прессования используется с целью отделения жира из мясокостной шквары и выделения масла из семян масличных культур [1].

В настоящее время при разработке шнековых устройств проведено большое количество исследований. Однако эти научные работы являются обобщенными. Учитывая геометрические особенности конструкции при описании прессующих шнеков, выявлено, что для описания качественных и количественных характеристик процесса проведено недостаточное количество научных исследований.

Необходимость проведения многочисленных научных исследований, посвященных разработке прессующих шнеков, привела к выбору их в качестве основного объекта исследования. Учитывая, что необходимо развивать и совершенствовать производство и снижать мощность оборудования, то при интенсификации процесса прессования определяющим является оптимальная конструкция шнекового устройства, позволяющая повысить объем и качество вырабатываемой продукции.

Используя принцип «черного ящика», можно описать процесс прессования с использованием разработанных конструкций прессующего шнека (рис. 1).

Основными факторами, имеющими определяющее влияние на процесс прессования в эксперименте являются геометрические размеры шнека: глубина канала h , ширина канала W , шаг витка t , и были выбраны значения уровней каждого фактора с учетом диапазонов технологических параметров, используемых в производственных условиях при работе шнековых прессов [2, 3].

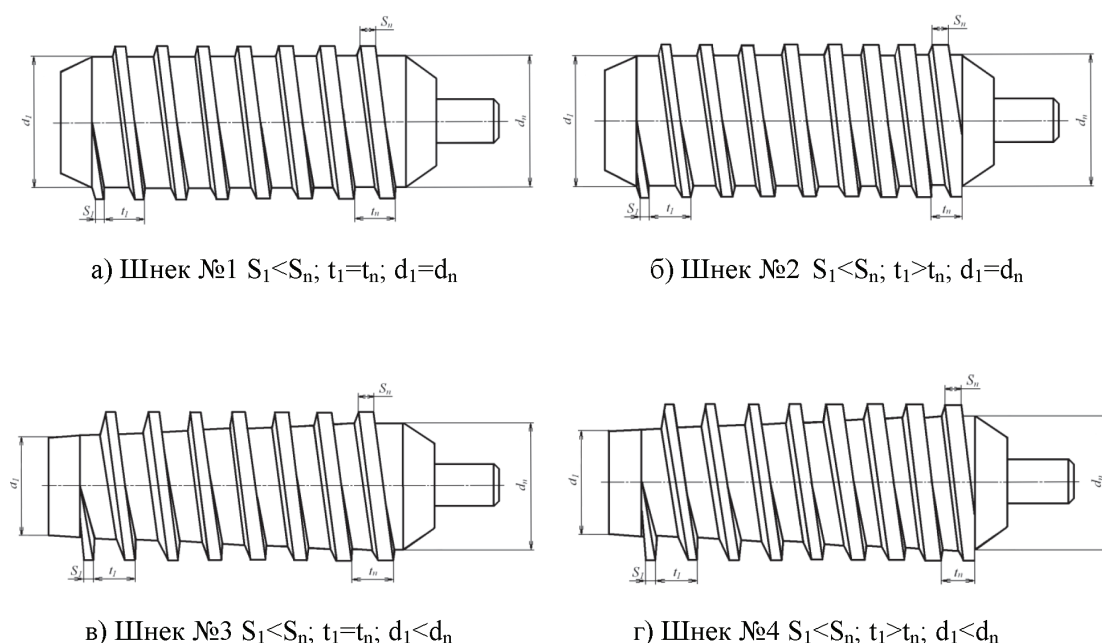


Рис. 1. Различные конструкции цилиндрического и конусного типа прессующего шнека

Схема кодирования факторов в проводимых исследованиях

Фактор	Скорость вращения шнека, ω , рад/с,	Соотношение геометрических размеров шнека от базового к варьируемому		
		Глубина канала шнека $\frac{h_n}{h_k}$	Ширина канала шнека $\frac{W_n}{W_k}$	Шаг витка шнека $\frac{t_n}{t_k}$
Базовый уровень (0)	2,93	2	1,8	1,1
Интервал варьирования	2,09	1	0,6	0,1
Верхний уровень (+1)	5,02	3	2,4	1,2
Нижний уровень (-1)	0,84	1	1,2	1

Для исследования был составлен четырехфакторный план эксперимента, т.е. с его помощью были оценены 16 параметров полной кубической регрессии. Рассматриваемые

факторы имеют количественную природу. Кодирование этих количественных факторов и определение их уровней проводилось с использованием безразмерных переменных:

$$x_1 = \frac{\omega - 2,93}{2,09}, \quad x_2 = \frac{\frac{h_n}{h_k} - 2}{1}, \quad x_3 = \frac{\frac{W_n}{W_k} - 1,8}{0,6}, \quad x_4 = \frac{\frac{t_n}{t_k} - 1,1}{0,1}.$$

Математическая обработка результатов эксперимента, описанных многофакторными регрессионными уравнениями, характеризует качественные и количественные показатели шнека:

процентная доля жирности:

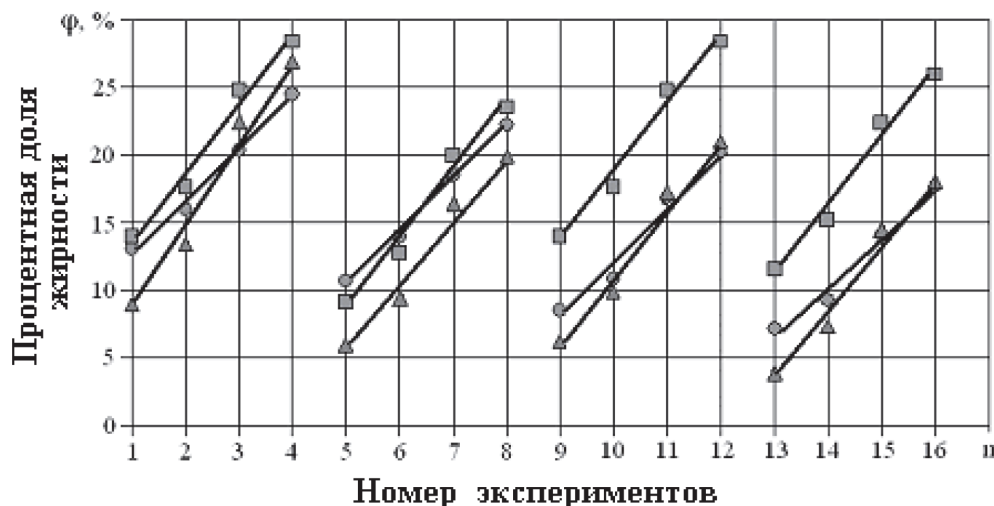
$$\varphi_{p.m.} = b_0 + 3,44\omega - 4,04 \frac{W_B}{W_C}; \quad (1)$$

производительности:

$$Q_{p.m.} = b_0 + 18,81\omega - 18,62 \frac{h_B}{h_C} - 56,63 \frac{W_B}{W_C} \quad (2)$$

мощности

$$N_{p.m.} = b_0 + 317,94 \frac{h_B}{h_C} + 462 \frac{W_B}{W_C} \quad (3)$$



● — Кривые экспериментальных данных; ■ — Полные регрессионные кривые математической обработки; ▲ — кривые факторов полученные с помощью критерия Стьюдента

Рис. 2. Зависимость остаточной жирности при прессовании мясокостной шквары в различных конструкциях цилиндрического и конусного типа прессующего шнека

В процессе прессования были установлены: результаты экспериментальных исследований процесса прессования с целью определения оптимальных геометрических размеров прессующего шнека, зависимость остаточной жирности при прессовании мясокостной шквары в различных конструкциях прессующего шнека (на рис. 2). При постоянном внутреннем диаметре и шаге шнека производительность не снижается, в отличие от переменного шага.

В соответствии с рис. 2, кривые удовлетворяют уравнениям регрессии 1–3, полученные по принципу «черного ящика» и полностью описывают процесс прессования с использованием разработанных новых конструкций цилиндрического и конусного типа прессующего шнека.

При использовании разработанных новых конструкций цилиндрического и конусного типа прессующего шнека, с учетом глубины канала h , ширины канала W , шага витка t , ширины витка S , готовая продукция отвечает всем требованиям физико-механических, структурных свойств, а также соответствует стандартам.

Список литературы

1. Груздев И.Э., Мирзоев И.Э., Янков В.И. Теория шнековых устройств. – Л.: Ленинградский университет, 1978. – 142 с.
2. Касенов А.Л., Какимов М.М., Орынбеков Д.Р. Экспериментальное исследование интенсификации процесса прессования // Материалы Международной научно-практической конференции «Пища, экология и качество». – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. – С. 127–129.
3. Kovalyshyn S.Y., Tomjuk V.V. Optimization of oil press parameters // Motrol. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – Lublin, 2011. – Vol. 13. – P. 173–182.