

Воронин Илья Викторович

студент

Лукашева Елена Сергеевна

студентка

Рудой Дмитрий Владимирович

канд. техн. наук, декан

ФГБОУ ВО «Донской государственный

технический университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

**АНАЛИЗ И ОБОЩЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
В ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ЭКСТРУДЕРА**

Аннотация: в работе исследованы параметры экструдирования при получении комбикорма с применением протеиновой зеленой пасты. Найдена зависимость давления в камере, при котором через отверстия в матрице экструдера начинается течение смеси и формирование гранул. Изучено влияние следующих факторов: 1) числа оборотов шнеков, 2) диаметра отверстий матрицы, 3) влажности комбикормовой смеси. Разработана и статистическими методами инициализирована соответствующая математическая модель; показана её адекватность.

Ключевые слова: кормовая смесь, протеиновые зеленые концентраты, математическая модель, статистические методы, оптимизация.

Объем производства рыбы в РФ сопоставим с производством говядины, но при этом требует гораздо меньших затрат. Кроме того, говядина уступает по некоторым показателям мясу рыбы. Качество рыбной продукции напрямую зависит от корма, в качестве которого выступает гранулированный комбикорм. Данный вид кормления рыб является самым рациональным, так как идеально сбалансирован. Главной проблемой является отсутствие грануляторов небольшой

производительности с высокими технико-экономическими показателями. Поэтому разработка и создание данного оборудования является важной технической задачей, а его параметрическая оптимизация представляет (прикладной) научный интерес.

Анализ материала [1] приводит к тому, что по показателям в качестве аппарата подходит шнековый экструдер. Таким образом, цель данной работы состоит в изучении и установлении зависимости давления от числа оборотов шнека, диаметра отверстий и влажности смеси для получения гранул. Осуществление данной цели выполняется следующими задачами: 1) анализом экспериментальных зависимостей давления в камере экструдера от трех технологически значимых параметров – числа оборотов шнека, диаметра отверстий матрицы, влажности кормовой смеси, 2) получением математической модели, которая соответствует настоящему процессу, 3) определением точности числовых параметров и адекватности модели.

После нанесения всех значений на общий график выявлена слабая зависимость давления (P) от влажности смеси (w) и числа оборотов шнека (n), и обостренная от диаметров отверстий матрицы (d). Соответственно шаблонная зависимость $P(n, d, w)$ выбрана линейной по первым двум переменным и существенно нелинейной по третьей. Нелинейность моделировалась степенной зависимостью. Соответственно шаблонная функция, использованная для регуляризации экспериментальных данных, имеет четыре подгоночных параметра. Их число существенно меньше численности экспериментальных точек (16), что обеспечивает устойчивость вычислений при идентификации модели.

Таблица 1

Значения параметров шнекового экструдера и давления в рабочей камере
для каждого эксперимента

Номер опыта	Диаметр отверстий в матрице (d), мм	Частота вращения шнека (n), мин ⁻¹	Влажность комбикорма (w), %	Давление в камере экструдера (P), МПа
1	3,6	120	30	0,623
2	3,6	120	40	0,609

3	3,6	180	30	0,658
4	3,6	180	40	0,633
5	8,4	120	30	0,602
6	8,4	120	40	0,594
7	8,4	180	30	0,624
8	8,4	180	40	0,616
9	6,0	150	35	0,614
10	2,0	150	35	0,635
11	10,0	150	35	0,515
12	6,0	99,5	35	0,605
13	6,0	200,5	35	0,619
14	6,0	150	26,6	0,629
15	6,0	150	43,4	0,598
16	6,0	150	35	0,616

После расчета соответствующих параметров в пакете Mathcad функция приняла вид:

$$P(n, d, w) = 0,631 + 3,025 * 10^{-4} * n - 1,555 * 10^{-3} * w - 1,066 * 10^{-13} * d^{12}$$

Коэффициент корреляции $r = 0,952$ и относительное отклонение модельных данных от экспериментальных $\sigma = 0,014$ свидетельствуют об адекватности модели.

Результаты, показанные выше (таблица 1), подтверждают адекватность выбранной модели. Установлена зависимость давления в камере (P) от значений n , d и w .

Таким образом, результаты выполненного специального математического исследования существенно уточняют предварительный анализ работы [1] и могут рекомендоваться разработчикам для рационального выбора размерно-геометрических и прочих технических параметров шнекового экструдера.

Список литературы

1. Рудой Д.В. Исследование технического процесса и определение рациональных параметров шнекового экструдера для производства комбикормов: Дис. ... канд. тех. наук. – Ростов н/Д.: ДГТУ, 2015. – 213 с.
2. Кирьянов Д.В. Самоучитель Mathcad 13 / Д.В. Кирьянов; гл. ред. Е. Кондукова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.