

КОЭКСТРУДИРОВАННЫЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИВОТНОВОДСТВА

В. АФАНАСЬЕВ, д-р техн. наук, генеральный директор ОАО «ВНИИКП»
А. ОСТРИКОВ, В. ВАСИЛЕНКО, доктора технических наук,
 ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Одной из причин низкой продуктивности животноводства и высокой себестоимости производимой продукции отчасти является технологическая отсталость кормопроизводства. Не решает эту проблему простое наращивание парка существующих типов оборудования, как и скармливание фуража в необработанном виде. Продолжающаяся практика крупных инвестиций в повышение урожайности зерновых, увеличение посевов зернофуражных культур, импорт белковых компонентов также снижают конкурентоспособность сбалансированных комбикормов из-за их высокой себестоимости.

Без революционных инженерных решений в кормопроизводстве, к каким относятся разработанные нами технология и оборудование для производства комбикормов нового поколения — коэкструдированных кормов, существенно поднять уровень развития животноводства не удастся. Коэкструдированные корма состоят из зерновой оболочки, внутрь которой вводится жировая, белковая и витаминная начинка. Это позволяет создавать сбалансированные по питательному составу корма, максимально адаптированные к скармливанию различным видам и группам сельскохозяйственных животных.

С помощью коэкструзии возможна комплексная обработка исходного сырья, заключающаяся в совместном воздействии температуры, давления и сдвиговых усилий, создаваемых рабочим органом экструдера. Время обработки сырья непродолжительное (всего несколько десятков секунд), благодаря чему минимизируются потери термолабильных веществ. Кроме того, экструдер может заменить целый комплекс машин и механизмов.

Для проведения численного моделирования на основании теоретических исследований была выбрана конструкция формующего узла для производства коэкструдированных комбикормов, позволяющая создать необходимое давление в матричной зоне и обеспечивающая выравнивание скорости коэкструдата на выходе из канала (рис. 1). Изменение скорости расплава продукта в формующем канале обусловлено как его геометрией, так и свойствами самого продукта.

В результате исследований была разработана математическая модель, которая позволила установить характер изменения скорости и давления расплава экструдата по длине формующего узла при различных диаметрах патрубка для подвода начинки и изготовить формующий узел для коэкструдирования кормовых смесей (рис. 2).

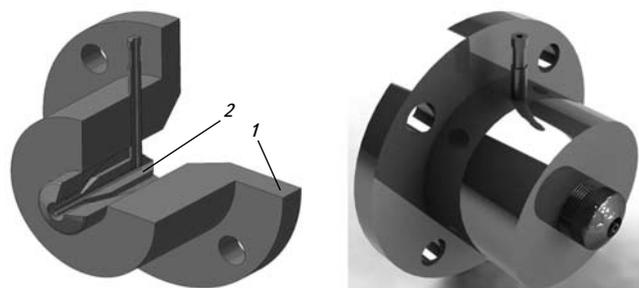


Рис. 1. Формующий узел:
 1 — корпус; 2 — подводящий патрубок

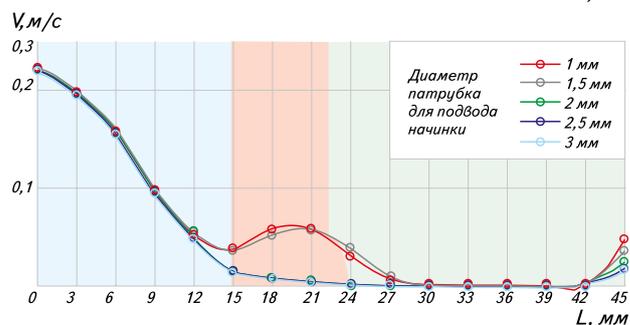
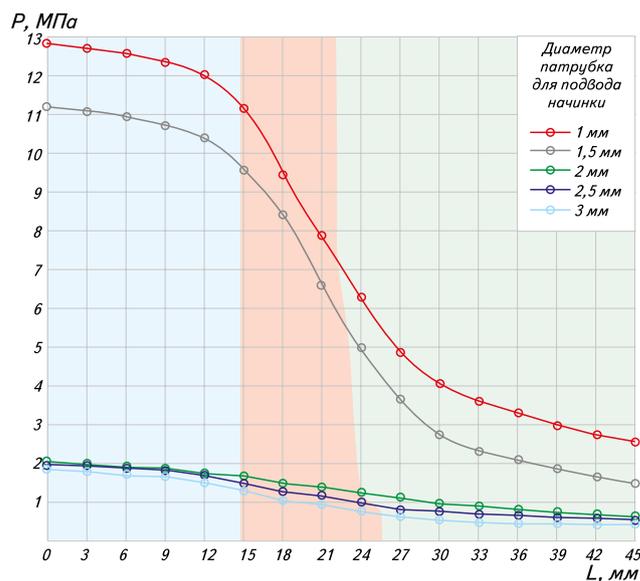


Рис. 2. Изменение скорости и давления расплава экструдата по длине формующего узла при различных диаметрах патрубка для подвода начинки



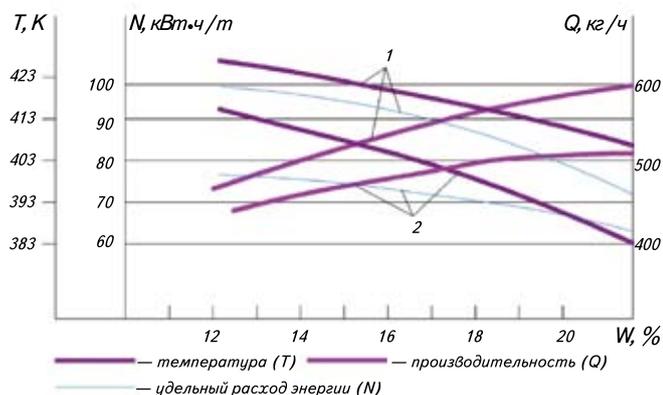


Рис. 3. Зависимость температуры, производительности и удельного расхода энергии от влажности корма при его коэкструдировании:

1 — комбикорм для поросят; 2 — комбикорм для КРС

Для максимального сохранения в коэкструдированных комбикормах ценных термолабильных компонентов жировитаминной начинки необходимо обеспечить минимальное время контакта зерновой оболочки, имеющей высокую температуру, с вводимой начинкой, в которой из-за интенсивного нагрева могут происходить нежелательные процессы, ухудшающие качество готовой продукции. Минимизируют продолжительность пребывания начинки в формирующем канале экструдера регулированием положения дозирующего патрубка для начинки по длине формирующего канала матрицы экструдера.

Для оценки характера процесса экструзии и влияния условий обработки на качество коэкструдированного комбикорма были исследованы зависимости температуры, производительности и удельного расхода энергии от влажности при коэкструдировании корма при постоянной скорости вращения шнека $7,0 \text{ с}^{-1}$ (рис. 3).

В предматричной зоне температура экструдата почти не изменяется, а при выходе из формирующего канала его температура быстро понижается до $355\text{--}375 \text{ К}$. Это происходит из-за того, что в момент выхода экструдата из матрицы за счет взрывного испарения воды выделяется

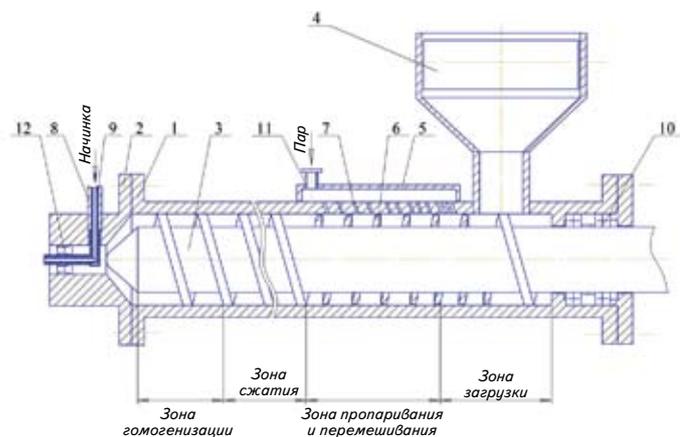


Рис. 4. Экструдер для производства комбикормов с начинкой:

1 — корпус; 2 — формирующая головка; 3 — шнек; 4 — питатель; 5 — рубашка паровая; 6 — лопатка; 7 — отверстия; 8, 9 — трубки; 10 — подшипник; 11 — штуцер; 12 — кольцо

значительное количество энергии. Причем с увеличением давления в предматричной зоне происходит увеличение пульсации давления в экструдере, уменьшается степень гомогенизации расплава, ухудшается его температурная однородность и, как следствие, качество экструдата.

Начальная влажность расплава по длине рабочей зоны экструдера не изменяется (за счет герметичности рабочей камеры экструдера и отсутствия зон дегазации) вплоть до выхода экструдата из формирующего канала матрицы в зону атмосферного давления, где аккумулированная им энергия мгновенно высвобождается и испаряется значительная часть влаги.

Композиционное совмещение растительных и животных составляющих в соответствии с заданной рецептурой в коэкструдированном комбикорме достигается в шнековом экструдере специальной конструкции. Он состоит из цилиндрического корпуса, шнекового вала, вращающегося в подшипниках, питателя и формирующей головки (рис. 4). В зоне пропаривания и перемешивания в верхней части корпуса экструдера расположен пропариватель, представляющий собой паровую рубашку, длина которой составляет $25\text{--}30\%$ от общей длины рабочей камеры. Такой размер зоны пропаривания обеспечивает необходимое время пребывания продукта в этой зоне и его качественные изменения. Виток шнекового вала в зоне пропаривания выполнен из отдельных лопаток, расположенных по окружности вала и под углом к его оси. Причем угол наклона лопаток выбирается таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную подачу сырья в зону сжатия и поддержать заданную производительность экструдера. Кроме того, под пропаривателем в корпусе выполнены отверстия различного диаметра, расположенные под углом к оси экструдера, для подачи пара из паровой рубашки в рабочую камеру.

Важным аспектом при производстве коэкструдированных комбикормов является стабилизация давления в предматричной зоне экструдера при изменении технологических параметров процесса в ходе экструдирования различного исходного сырья. В связи с этим была разработана конструкция коэкструзионной головки, позволяющая решить эту задачу (рис. 5).

Пределы регулирования площади поперечного сечения кольцевого канала для выхода экструдата с начинкой, рабочие характеристики пружин и их количество определяются производительностью экструдера, геометрическими размерами матрицы, а также реологическими свойствами перерабатываемого сырья. Значение давления

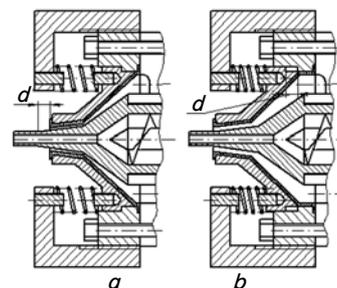


Рис. 5. Коэкструзионная головка:

а — при минимально сжатых пружинах и минимальной площади поперечного сечения кольцевого канала для выхода экструдата с начинкой;

б — при максимально сжатых пружинах и максимальной площади поперечного сечения кольцевого канала для выхода экструдата с начинкой

Таблица 1. Микробиологические показатели коэкструдированного комбикорма

Показатель	Допустимые значения	Содержание
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1х10 ⁴	0,4х10 ⁴
БГКП (колиформы) в 1 г корма	Не допускаются	Отсутствуют
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г корма	Не допускаются	Отсутствуют
<i>V. cereus</i> , КОЕ/г, не более	1х10 ⁵	Отсутствуют
Плесени, КОЕ/г, не более	50	Отсутствуют

при необходимости может устанавливаться регулировочной гайкой без остановки работы экструдера.

Таким образом, проведенные исследования процесса коэкструдирования позволили не только изучить основные закономерности тепло- и массообмена, но и разработать оригинальную конструкцию экструдера для производства полнорационных коэкструдированных комбикормов.

Наиболее рациональным является использование коэкструдированных комбикормов в кормлении молодняка животных, например поросят-отъемышей, для которых наиболее важны как стерильность корма, так и сохранность витаминов и других термолabileльных питательных веществ.

Другая возможность применения коэкструзии — при производстве комбикормов для пушных зверей, так как для получения качественного меха в комбикорм для них необходимо вводить большое количество жира. В качестве компонентов оболочки в разрабатываемых коэкструдированных комбикормах для пушных зверей применяются зерно и зерноотходы, различные жмыхи и шроты; в качестве начинки — растительные жиры и отходы их производства, витамины и минеральные добавки. По микробиологическим показателям коэкструдированные комбикорма соответствуют норме (табл. 1).

Нами были проведены опыты по изучению влияния условий и сроков хранения на качество коэкструдированных комбикормов на примере комбикорма для пушных зверей. Специально для этого были выработаны опытные партии комбикормов с оптимальным соотношением компонентов растительного и животного происхождения. На четырехмесячное хранение при опытных условиях положили по 4 образца комбикорма массой 1 кг каждый. Несмотря на содержание сырья животного происхождения, коэкструдированный комбикорм имел относительно хорошие показатели качества жира и общей кислотности, что обусловлено применением рациональных режимов обработки сырья (табл. 2). Во время хранения в нем наблюдалось незначительное увеличение содержания карбоксильных групп, которое интенсивнее протекало при неблагоприятных условиях хранения — при температуре 30°C и влажности воздуха в помещении 90% и 75%.

Скармливание коэкструдированного комбикорма поросятам после отъема способствовало более интенсивному их росту. Они легче переносили отъем, расстройство процессов пищеварения протекало в легкой форме и у меньшего количества животных (меньше на 19,6%). В течение первых 17 дней после отъема среднесуточный прирост животных опытной группы по сравнению с контролем был выше на 24%.

Таблица 2. Изменение влажности и микрофлоры коэкструдированных комбикормов во время хранения

Срок хранения, мес.	Условия хранения					
	t=0°C	t=15°C	t=30°C	W=50%, t=15°C	W=75%, t=15°C	W=90%, t=15°C
<i>Влажность, % (начальная — 9,4%)</i>						
1	9,4	9,4	9,1	9,0	9,4	9,8
2	9,5	9,5	8,3	8,3	9,4	—
3	9,6	9,4	8,1	8,2	9,5	10,0
4	9,5	9,4	7,9	8,0	9,8	10,5
<i>Количество спор плесневых грибов, ед. / г (начальное — 23 ед. / г)</i>						
1	8	11	19	11	12	28
2	2	7	24	11	13	55
4	2	3	1	5	9	8805
<i>Бактериальная обсемененность, тыс. в 1 г (начальная — 22,5 тыс. в 1 г)</i>						
2	26	28	27	21	65	—
3	20	25	16	24	28	35
4	14	16	9	12	30	36

В статье использованы данные следующих литературных источников: «Козэкструзионные продукты: новые подходы и перспективы» (монография / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, И.Ю. Соколов. — М.: ДЕЛИ Принт, 2009); «Математическое моделирование течения аномально-вязких сред в каналах экструдеров» (монография / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, В.Н. Василенко, А.С. Попов. — Воронеж: Из-во ВГУ, 2010). ■

ЭЛЕВАТОРМЕЛЬМОНТАЖ

СТРОИТЕЛЬСТВО ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ



**ВОЛГОГРАД
45-ЛЕТНИЙ
ОПЫТ РАБОТЫ**

Строительство заводов «под ключ».

Осуществление функции генерального подрядчика

Полная номенклатура современных зерновых и мельничных самоотёков из нержавеющей стали и из чёрной стали, с окраской порошковыми эмалями в электростатическом поле

Нестандартизированное оборудование по чертежам заказчика для всех предприятий зерноперерабатывающей промышленности

Детали аспирации, вентиляции и электромонтажных изделий

Силоса бестарного хранения комбикормов

КОМПЛЕКТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ДОСТАВКОЙ НА ОБЪЕКТ, СТРОИТЕЛЬСТВО, МОНТАЖ, НАЛАДКА, ПУСК

400074, г. Волгоград, ул. Козловская 50а
тел. (8442) 944469, 944465, 944714
тел./факс 945153
e-mail: montaj@rlan.ru
www.montaj.ru