УДК 636.085

Толстоухова Т.Н., к.т.н., доцент,
АЧИИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ, Зерноград, Россия

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДАЧИ ПАРА – КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ КОРМОВ

Аннотация: в данной работе рассмотрены вопросы тепловой обработки кормов, позволяющие улучшить вкусовые и питательные качества кормов, а также уничтожить болезнетворные микроорганизмы. Проанализированы потери энергии тепловыми аппаратами, более подробно рассмотрены потери энергии, связанные со страховочным перегревом корма и предложен способ их снижения.

Ключевые слова: потери энергии, кормоприготовление, тепловая обработка, смеситель-запарник, перегрев корма.

Tolstoukhova T.N., Ph.D., assistant professor
Azov-Black Sea Engineering Institute, FSBE HE Don State Agrarian University in Zernograd, Russia

IMPROVEMENT OF STEAM SUPPLY - AS A METHOD OF REDUCING THE ENERGY INTENSITY OF HEAT TREATMENT OF FEEDS

Annotation: In this paper, we examine the problems of heat treatment of feeds, allowing improving the taste and nutritional quality of feeds, as well as destroying pathogens. The energy losses of heat devices are analyzed, the energy losses associated with the feed overheating are discussed in more details and a method for reducing them is proposed.

Key words: energy loss, feed preparation, heat treatment, steamer mixer, overheating of feed.

Кормление с-х животных оказывает непосредственное влияние на их продуктивность. Правильное и полноценное кормление способствует росту и здоровому развитию молодняка, повышению привесов и удоев.

В рационах кормления сельскохозяйственных животных используют сочные, грубые, концентрированные корма и отходы пищевых производств. При этом большое значение играет доброкачественность и пригодность кормов к скармливанию, поэтому некоторые из этих видов кормов требуют дополнительной обработки.

Одним их способов дополнительной обработки кормов является обработка их паром под давлением 0,04…0,07 МПа с температурой 100…120^{o}С [1]. Такая

обработка позволяет улучшить вкусовые и питательные качества кормов, а также уничтожить болезнетворные микроорганизмы, которые могут сохраняться и размножаться в кормах, а также вырабатывать в них ядовитые вещества.

Процессы тепловой обработки являются наиболее энергоемкими процессами в кормоприготовлении и связаны с большими затратами на топливо и электроэнергию. Все эти затраты велики и составляют 35…58 % [2].

Тепловая обработка кормов выполняется в специальных тепловых аппаратах, предназначенных для запаривания и варки кормов (запарники-смесители, кормоприготовительные агрегаты, варочные котлы и т.д.). Основными потерями энергии в таких установках являются затраты на нагрев стенок, в окружающую среду через стенки, на продувку и перегрев корма выше температуры готовности.

Суммарные потери энергии такими аппаратами, можно представить в виде выражения:

$$\sum Q_{\text{ТА}} = Q'_{\text{ст}} + Q'_{\text{ос}} + Q_{\text{пк}} + Q_{\text{пр}},\ \text{кДж} \qquad (1)$$

где $Q'_{\text{ст}}$ – потери энергии на нагрев стенок установки, кДж;

$Q'_{\text{ос}}$– потери энергии в окружающую среду через стенки, кДж;

$Q_{\text{пк}}$ – потери энергии при перегревании корма выше температуры готовности, кДж;

$Q_{\text{пр}}$– потери энергии при продувке установки, кДж.

Все эти потери представляют собой определенный интерес, но более подробно рассмотрим потери энергии, связанные со страховочным перегревом корма, а также с неравномерным нагревом корма в рабочем объеме запарника-смесителя периодического действия. Такие потери составляют от 3 до 6 % и зависят от совершенства как самого технологического процесса тепловой обработки, так и тепловых аппаратов, в которых ведется обработка корма.

Исследованиями [3, 4] установлено, что при влаготермической обработке кормов температура отдельных слоев корма в запарниках-смесителях не одинаковая. Несмотря на перемешивание, слои корма, расположенные ближе к паровым насадкам, имеют температуру выше, чем те, которые расположены дальше.

В этой связи, для доведения корма до полной готовности в тепловых аппаратах известных конструкций потребуется дополнительный расход тепла.

На наш взгляд, такие потери теплоты можно значительно уменьшить, если обеспечить доставку пара в смеситель-запарник периодического действия двумя путями, через нижние паровые насадки, как и предусмотрено конструкцией, и через вращающиеся рабочие органы (мешалки).

Такое направление совершенствования процесса нагрева корма, с целью сокращения тепловых потерь, становится еще более очевидным, если функцией параметров производства и передачи пара, а также нагрева корма сделать продолжительность цикла.

Тогда на основе теории теплопередачи [5], процесс нагрева корма в тепловых аппаратах можно описать следующим уравнением:

$$G_{к} \cdot c_{к} \cdot dt = \left[F_{р.о} \cdot \alpha_{о}(t_{п} - t_{к}) + q_{п}(i_{п} - i_{к})\right] \cdot d\tau, \qquad (2)$$

где $G_{к}$ – масса обрабатываемого корма, кг;

$c_{к}$– массовая теплоемкость обрабатываемого корма, кДж/кг·К;

dt – элементарное приращение температуры нагреваемого корма, ^{0}К;

$F_{р.о}$ – площадь теплопередающей поверхности рабочих органов, м^{2};

$\alpha_{о}$– коэффициент теплопередачи через поверхности стенок рабочих органов запарника–смесителя, кДж/(м^{2}·^{0}К);

$t_{п}$ – температура пара, ^{0}К;

$t_{к}$ – температура корма в текущий момент времени, ^{0}К;

$q_{п}$ – массовый расход пара, кг/с;

$i_{п}, i_{к}$– энтальпии пара и конденсата, кДж/кг;

$d\tau$ – элементарное время изменения температуры продукта, с.

Перепишем данное уравнение в виде, удобном для интегрирования

$$\int_{о}^{\tau_{п}} d\tau = G_{к} \cdot c_{к} \cdot \int_{t_{н}}^{t_{к}} \frac{dt}{F_{р.о} \cdot \alpha_{о} \cdot (t_{п} - t_{к}) + q_{п}(i_{п} - i_{к})} \qquad (3)$$

Анализ зависимости (3) показывает, что увеличение любого слагаемого знаменателя приводит к уменьшению продолжительности нагрева корма и рабочего цикла технологической линии. Это можно осуществить одновременно за счет повышения энтальпии пара и передачи корму дополнительного тепла через поверхности рабочих органов. При этом коэффициент теплопередачи $\alpha_{о}$ будет значительно выше при движении корма по горячим поверхностям лопастей рабочих органов, чем при подаче пара через систему паровых насадок.

Таким образом, одним из факторов уменьшения тепловых потерь при влаготермической обработке корма является снижение продолжительности его пребывания в технологической машине за счет интенсификации тепловых процессов. Интенсификация процесса нагрева корма в технологической машине (запарнике-смесителе) возможна двумя путями: за счет подачи пара по двум каналам через нижние паровые насадки, как и предусмотрено конструкцией, и через вращающиеся рабочие органы. А это в свою очередь приведёт и к снижению расхода энергоносителя.

Список литературы

1. Кирсанов, В.В.. Механизация и технология животноводства: учебник / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич и др. – Москва: ИНФРА-М, 2013. – 585 с.
2. Толстоухова, Т.Н. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Т.Н. Толстоухова, Н.С. Вороной, Н.В. Ксенз // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур. – 1997. – С.32–33.
3. Денисов, В.А. Ресурсо- и энергосберегающая технологическая линия тепловой обработки кормов / В.А. Денисов // Средства механизации и автоматизации процессов свиноводческих ферм. Сб. науч. тр. – Подольск, 1990. – С.82-90.
4. Балашова, Т.К. Экономия топливно-энергетических ресурсов на предприятиях АПК / Т.К. Балашова, Т.А. Казинникова // Обзорная информация. – Москва: Информагротех, 1990. – 32 с.
5. Нащекин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача / В.В. Нащекин. – Москва: Высшая школа, 1980. – 470 с.