

5. Устройство и процесс работы мобильных смесителей-раздатчиков кормов

Скармливание полнорационных смесей повышает продуктивность животных на 25–30 % при сокращении сроков откорма на 15–20 % [30, 31]. Снижается также и расход кормов. Необходимость приготовления кормовых смесей предопределила создание и широкое распространение на животноводческих фермах мобильных смесителей-раздатчиков кормов. Эти машины призваны выполнять технологические операции по транспортировке, смешиванию кормовых компонентов и раздаче кормосмеси животным.

Применяемые в настоящее время мобильные смесители-раздатчики можно классифицировать по следующим признакам.

1. **По характеру процесса** различают смесители порционно-го (периодического) и непрерывного действия.

При периодическом смешивании в смеситель поступает набор компонентов, в процессе смешивания происходит:

– перемещение группы смежных частиц из одного места смеси в другое посредством внедрения или скольжения слоев и постепенное перераспределение частиц различных компонентов через вновь образованные границы их раздела. В этом случае частицы при смешивании равномерно распределяются в смеси.

Скорость процесса смешивания практически не зависит от физико-механических свойств компонентов, так как процесс идет на уровне больших объемов. Наиболее важную роль в это время играет конструкция смесителя, придающая смеси определенный характер движения;

– сосредоточение частиц, имеющих близкие размеры, форму, массу, в разных местах смесителя под действием сил тяжести (гравитационных сил). В этой фазе на эффективность смешивания начинают влиять плотность, форма и характер поверхности частиц, гранулометрический состав, влажность компонента, его

сыпучесть. Чем ближе по своим свойствам компоненты, тем эффективнее процесс их смешивания. Чем больше различие в физико-механических свойствах смешиваемых компонентов, тем этот процесс продолжительнее.

При большом числе компонентов доля каждого из них уменьшается, а продолжительность процесса увеличивается. Последний процесс препятствует равномерному распределению частиц.

При непрерывном смешивании поступление компонентов, их смешивание и выдача готовой смеси происходят непрерывно. Качество готовой смеси, получаемой в этих смесителях, зависит не только от их конструкции, но и от равномерности дозирования компонентов. Поэтому смеситель не только должен хорошо перемешивать компоненты, но и сглаживать пульсацию их подачи.

Качественной характеристикой процесса смешивания является **неравномерность (неоднородность) смеси**, оцениваемая посредством коэффициента вариаций C_x контролируемого или контрольного компонента, вводимых в количестве 1 % к массе всей смеси. Для подсчета коэффициента вариации контролируемого или контрольного компонента отбирают 15–20 проб через равные промежутки времени при выгрузке готовой смеси смесителем непрерывного действия либо из всего объема смеси в порционном смесителе. Масса пробы для комбикормовых смесей должна составлять 100 г сухих смесей и 300 г влажных смесей.

Для смесителей **непрерывного действия** неравномерность (неоднородность) смеси определяется по следующим формулам:

– среднеарифметическая концентрация контрольного компонента:

$$X = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (4.21)$$

где x_i – концентрация контролируемого или контрольного компонента в пробах (весовая, относительная, количество единиц); n – число отобранных проб;

– показатель изменчивости процесса:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n - 1}}, \quad (4.22)$$

– коэффициент вариаций:

$$C_x = \frac{\sigma_x}{x} 100 \%. \quad (4.23)$$

Для смесителей *периодического действия* более объективную оценку дает расчет показателей и C_x по формулам, где вместо среднего по всем пробам значения контрольного компонента применяется расчетное (теоретически ожидаемое) количество этого компонента в каждой пробе x_p :

– показатель изменчивости процесса:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_p)^2}{n - 1}}, \quad (4.24)$$

– коэффициент вариаций:

$$C_x = \frac{\sigma_x}{x_p} 100 \%. \quad (4.25)$$

Однородность смеси связана с неоднородностью соотношением

$$\theta = 100 - C_x, \%. \quad (4.26)$$

Чем меньше C_x и больше θ , тем равномернее смесь, что характеризует эффективность работы смесителей. Подсчитанное значение однородности смеси не должно превышать зоотехнических норм.

В соответствии с зоотехническими требованиями, неравномерность смешивания при приготовлении кормосмесей крупному рогатому скоту должна быть не более 20 %, а при вводе кормовых добавок – не более 10 %.

Конструктивные схемы смесителей-раздатчиков разнообразны. *По способу агрегатирования* они подразделяются на самоходные и прицепные.

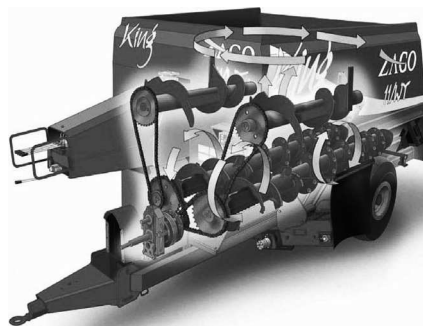
Наибольшее распространение нашли прицепные смесители-раздатчики *периодического действия*. Большинство из них состоит из одноосного шасси, на котором закреплен бункер для кормов

с поперечным выгрузным транспортером и заслонкой выгрузного люка. Привод рабочих органов этих машин осуществляется от вала отбора мощности трактора. В бункере для смешивания кормов устанавливаются шнеки. Располагаться внутри бункера они могут в зависимости от схемы машины – горизонтально или вертикально (рис. 4.7).

Объем бункера смесителей-раздатчиков находится в пределах 4–36 м³.

Для транспортировки и смешивания кормов предназначены шнеки. Число их может колебаться от 1 до 4, а диаметр – от 254 до 600 мм. С увеличением объема бункера диаметры возрастают, причем радиальный размер шнеков, расположенных у дна, меньше верхних. Сменная производительность смесителей-раздатчиков составляет 3,2–6,4 т/ч, а удельный расход энергии – 5,4–9,04 кВт·ч/т [32].

Энергоемкость процесса смешивания выше при вертикальном расположении шнеков в центре бункера. Это обусловлено значительными нагрузками на вертикальный шнек. Смесители-раздатчики в данном конструктивном исполнении агрегируются с тракторами большей мощности. Машины с вертикально расположенным шнеком имеют большие размеры по высоте и ширине, чем установки с горизонтальным шнеком той же вместимости.



a



б

Рис. 4.7. Измельчители-смесители-раздатчики кормов с горизонтальным (*a*) и вертикальным (*б*) расположением шнеков

Преимуществами машин с вертикальными шнеками являются: простота конструкций; возможность загрузки бункера со всех сторон; большая приспособленность к переработке стебельчатых кормов.

Однако по сравнению со смесителями-раздатчиками с горизонтальными шнеками они потребляют на 30–40 % больше энергии и требуют высоты ворот для переезда не менее 2,3–2,7 м, а ширины кормового прохода – не менее 2,4 м. Время измельчения и смешивания кормовой смеси при вертикальном расположении шнеков составляет 10–15 мин.

Установлено, что около 25 % всех затрат, связанных с кормлением животных, приходится на погрузку кормов в транспортные средства. Причем на малых и средних фермах применение известных погрузчиков кормов не приносит должного экономического эффекта ввиду низкой загруженности – потери времени погрузчиков достигают 40 %. Повысить эффективность данной технологической операции предлагается путем оснащения кормораздатчиков погрузчиками кормов.

Применение раздатчиков с системой самозагрузки позволяет исключить трактор на погрузочных работах. Это способствует снижению энерго- и металлоемкости выполняемых операций. Также исключаются потери времени, связанные с несоответствием производительности различных машин, занятых при выполнении этого процесса.

Для выполнения технологической операции погрузки кормов применяется целый ряд механизмов – вилчатые и грейферные захваты, фрезбарабаны, счесывающие гребенки и различные ножевые конструкции для вырезания блоков кормов. Так как в кормосмесь входят силос (сенаж) и стебельчатые корма, то их погрузку более технологично организовать грейферными захватами или фрезерными барабанами (рис. 4.8). Каждая из перечисленных технических систем имеет свои преимущества и недостатки.

Грейферные погрузчики нашли широкое распространение за счет простоты конструкций и надежности. Они более универсальны по видам загружаемых материалов и могут использоваться



Рис. 4.8. Измельчители-смесители-раздатчики с грейферными захватами (а) и фрезерными барабанами (б)

при погрузке стебельчатых кормов. Вместе с тем им присущ существенный недостаток при погрузке силоса (сенажа). При выполнении этой технологической операции происходит разрушение кормового монолита, что является причиной потерь питательных веществ за счет вторичной ферментации. Недостаток устраним при погрузке стебельчатых кормов фрезерными барабанами, режущие элементы которых последовательно отрезают стебельчатые корма от монолита и подают их на транспортер или в загрузочный ковш машины.

Окружную скорость режущих барабанов при отборе силосованных кормов рекомендуется устанавливать 8–12 м/с, для грубых кормов этот показатель рекомендуется принимать равным 30–35 м/с, производительность загрузочного устройства с фрезерным барабаном зависит от числа животных и должна быть в пределах 14,4–28,8 т/ч. Верхнее значение желательно устанавливать при работе агрегата на ферме вместимостью до 5000 гол. Привод фрезерного барабана осуществляется, как правило, гидромотором.

Иногда смешивание *совмещают с измельчением компонентов*. При приготовлении влажных кормосмесей применяют измельчители-смесители с ножевыми рабочими органами – шнек снабжен ножами, установленными на его витках (рис. 4.9).

Технологический процесс подготовки кормосмеси мобильным смесителем-измельчителем-раздатчиком осуществляется следу-



Рис. 4.9. Смеситель-измельчитель с вертикальным конусообразным шнеком

ющим образом (рис. 4.10). Кормораздатчик-смеситель подъезжает к месту хранения грубых кормов, которые подают в него погрузчиком предварительно измельченными. Следующими загружают предварительно вымытые и измельченные корнеклубнеплоды. Подобным образом загружают силос, сенаж, концентраты, мелассу и т. д. Во время транспортирования до помещения фермы компоненты тщательно перемешиваются и доизмельчаются, а затем равномерно распределяются вдоль кормушек.

Однако приготавливаемой данными машинами кормосмесью индивидуальное кормление животных не обеспечивается, поскольку



Рис. 4.10. Технологическая схема приготовления кормосмеси мобильным измельчителем-смесителем-раздатчиком, оборудованным весоизмерительным устройством и механизмом самозагрузки

высокоэнергетические корма скармливаются животным без учета их продуктивности. Такая неравномерность раздачи кормов снижает их энергетическую отдачу – кормосмесь для определенной группы животных приводит к снижению продуктивности других групп. Особенно это ощутимо при включении в рацион сахарной свеклы. Ввод этого вида корма в состав кормосмеси без учета продуктивности коров может вызвать расстройство пищеварения у животных. Неадекватность питательности скармливаемых кормов потребностям животных является также причиной снижения общего уровня удоев.

К недостаткам следует отнести и неравномерное попадание в организм животных включаемых в состав рациона белково-витаминных добавок, премиксов и других добавок. Следствием этого может быть нарушение обменных процессов в организме животных, отравление и снижение продуктивности. Добиться однородности кормосмеси данными машинами весьма сложно и вследствие разности объемов сенажа (60–70 %), корнеплодов и концентрированных кормов [33–35].

Уменьшить энергозатраты и металлоемкость процесса раздачи и формирования кормосмеси можно, используя мобильный смеситель-раздатчик СРК-10 (рис. 4.11), который содержит два



Рис. 4.11. Общий вид мобильного смесителя-раздатчика кормов: 1 – бункер для стебельчатых кормов; 2 – модуль для многокомпонентной высокоэнергетической добавки; 3 – дозирующая заслонка высокоэнергетической добавки; 4 – выгрузной цепочно-планчатый транспортер

бункера – для объемных стебельчатых кормов и многокомпонентной высокоэнергетической добавки. Смешивание этих кормов животным производится в непрерывном потоке – при движении кормораздатчика вдоль кормушек.

Машина состоит из колесной базы, на которой закреплен бункер для стебельчатых кормов. Внутри него, по днищу, движется выгрузной цепочно-планчатый транспортер, перемещающий стебельчатые корма к выгрузному окну. Дозирование стебельчатых кормов осуществляется установленными перед выгрузным окном отбойными битерами.

Транспортировка, смешивание и выдача животным многокомпонентной высокоэнергетической добавки осуществляются в модуле, расположенном с противоположной стороны бункера стебельчатых кормов. Дозирование потока кормов через данное окно осуществляется регулировочной заслонкой.

Модуль (рис. 4.12) для многокомпонентной высокоэнергетической добавки представляет собой бункер, внутри которого в одной горизонтальной плоскости расположены два шнека. Эти технические элементы смесителя выполняют две технологические операции – смешивание высокоэнергетических кормовых компонентов и подачу кормосмеси навстречу находящимся во взвешенном состоянии стебельчатым кормам.

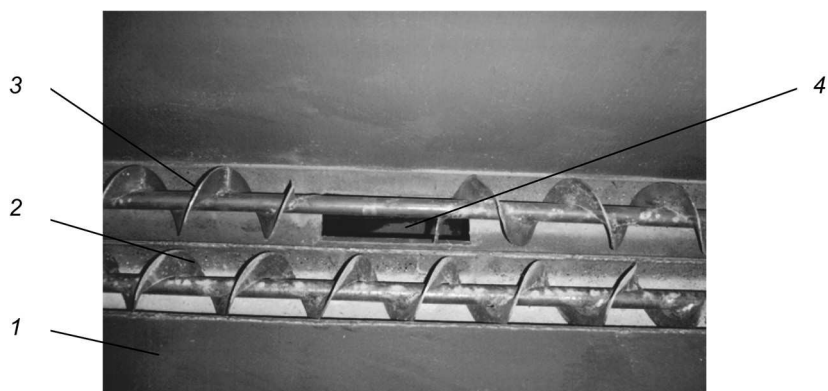


Рис. 4.12. Модуль для многокомпонентной высокоэнергетической добавки:
1 – бункер; 2, 3 – шнеки; 4 – выгрузной канал



Рис. 4.13. Технологическая схема рабочего процесса мобильного модульного смесителя-раздатчика кормов

В соответствии со схемой мобильного модульного смесителя-раздатчика кормов составлена пооперационная технологическая схема его рабочего процесса (рис. 4.13).

При раздаче кормов животным дозированные стебельчатые корма поступают с бункера на поперечный выгрузной транспортер. Высокоэнергетические корма через выгрузное окно, выполненное в рабочей зоне витков шнека, поступают на поток стебельчатых кормов. Кормосмесь формируется из пересекающихся в воздухе потоков силосованных стебельчатых и высокоэнергетических кормов [36].