

Ю.А. Башко

(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ- СМЕСИТЕЛЯ-РАЗДАТЧИКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ НА ФЕРМАХ КРС

Введение

Животноводство является основной товарной отраслью сельского хозяйства Республики Беларусь. Именно на его долю приходится около 60 % стоимости всей произведенной сельскохозяйственной продукции, около 75 % выручки от реализации продукции и более 90 % экспорта продовольствия [1].

Несмотря на значительный объем производства, остаются нерешенными многие вопросы, в первую очередь – повышения качества и снижения себестоимости молочного сырья. Снижение себестоимости молочного сырья и расхода кормов может быть достигнуто путем замены в рационах кормления части дорогостоящих концентрированных кормов на высококачественные грубые и путем увеличения их поедаемости животными за счет повышения качества приготовления и раздачи кормов. При этом наибольшего эффекта можно достичь при реализации технологии приготовления и раздачи кормов рациона в виде заранее сбалансированных кормосмесей в зависимости от продуктивности, массы и возраста животных. В мировой практике для осуществления этой технологии выпускаются многочисленные модели «кормоцехов на колесах», преимущественно мобильные; полуприцепные измельчители-смесители-раздатчики кормов. Разнообразие конструктивно-технологических схем этих машин обусловлено, прежде всего, различием физико-механических свойств кормов рациона и производственно-технологических условий их работы в различных регионах.

Физико-механические свойства кормов, условия их хранения и функционирования машин на фермах и комплексах республики существенно отличаются от условий за рубежом.

Поэтому сегодня актуален вопрос выбора конструктивно-технологической схемы измельчителя-смесителя-раздатчика кормов, обладающей широкими функционально-технологическими возможностями, наиболее адаптированной к условиям сельскохозяйственного производства республики.

Основная часть

Современный опыт интенсивного ведения молочного животноводства в странах Европы с применением рассмотренных ранее технологий приготовления и раздачи кормов показывает, что на данном этапе разви-

тия молочного скотоводства республики, при ограниченности инвестиций, предпочтительнее использование более простых в эксплуатации, относительно недорогих многофункциональных раздатчиков-смесителей кормов. Внедрение этих машин в процесс производства молока в период перехода к интенсивным технологиям требует расширения их функционально-технологических возможностей, связанных в первую очередь с условиями эксплуатации. Выбор смесителя-раздатчика для ферм КРС должен производиться с учетом поголовья и максимальной перспективной среднесуточной продуктивности животных по группам, состава рационов кормления, способов приготовления и раздачи кормов, способа содержания животных, количества животноводческих помещений, ширины кормовых проходов и размеров въездных ворот, расстояния от фермы до зоны хранения и приготовления кормов, состояния подъездных путей и дорожного покрытия на территории фермы [2].

При этом определяющими выбор конструктивно-технологических схемы машин являются состав рациона кормления, физико-механические свойства кормов и способы их заготовки, хранения, приготовления и раздачи, а также технологические показатели и условия функционирования.

В молочном скотоводстве республики традиционно применяются многокомпонентные рационы кормления на основе стебельчатых кормов. Заготавливаются они в рассыпном и в прессованном виде как с использованием традиционных технологий, так и новых, прогрессивных технологий. В последние годы широкое применение находит технология заготовки травяных кормов различной влажности в рулоны высокой плотности прессования – $150\text{--}400 \text{ кг/м}^3$, с индивидуальной обмоткой рулонов в стрейч-пленку. С применением этой технологии в 2012 году заготовлено около 300 тыс. тонн травяных кормов, а к 2015 году запланировано увеличить объемы их заготовки более чем в 4 раза – довести до 1250 тыс. тонн [3]. Заготовленные в виде крупногабаритных тюков и рулонов, длинностебельные корма различной влажности требуют измельчения в процессе приготовления кормосмеси, при этом измельчение их без изменения структуры на 20–25 % повышает продуктивность животных, улучшает конверсию корма [4].

При выборе конструктивно-технологической схемы измельчителя-смесителя-раздатчика для условий молочного животноводства республики следует принимать во внимание, что более половины ферм и комплексов нуждается в реконструкции и техническом перевооружении. Это значит, что они не соответствуют требованиям стандартов по условиям хранения кормов, содержания животных, не благоустроены подъездные пути, дворовая территория и т. п.

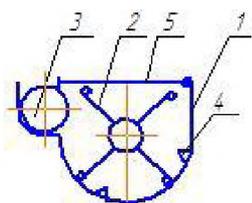
Анализ конструкций зарубежных и отечественных машин показывает, что основу их конструктивно-технологических схем определяет

расположение в бункере и вид рабочих органов для измельчения и смешивания. С учетом этих признаков машины условно разделяют на измельчители-смесители-раздатчики кормов:

- с горизонтально расположенными рабочими органами: одно-, двух-, трех- и четырехвальными;
- с вертикально расположенными рабочими органами: одно-, двух- и трехвальные;
- с комбинированно, вертикально и горизонтально расположенными рабочими органами;
- со шнековыми рабочими органами;
- с лопастными рабочими органами.

Горизонтальное расположение рабочих органов положено в основу конструктивно-технологических схем машин с лопастными и шнековыми рабочими органами. Их конструктивно-технологические схемы показаны на рисунках 11 и 12.

Измельчители-смесители-раздатчики кормов с горизонтальным расположением лопастных (мотовильных) рабочих органов (рисунок 11) имеют U-образный бункер 1 с одновальным лопастным ротором 2 внутри. Слева от ротора 2 на параллельной с ним и бункером 1 горизонтальной оси смонтирован выгрузной шнек 3 длиной, равной длине ротора. По концам лопастей последнего установлены гребенки 4, а с внутренней стороны обечайки бункера – ножи 5. При вращении ротора они проходят между пальцами гребенки 4.



- 1 – бункер;
- 2 – ротор;
- 3 – шнек выгрузной;
- 4 – нож;
- 5 – гребенка

Рисунок 11 – Конструктивно-технологическая схема измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов с горизонтальным расположением лопастных (мотовильных) рабочих органов

Основным многофункциональным рабочим органом этих машин является лопастной ротор, который практически одновременно выполняет технологические операции измельчения и смешивания кормовых компонентов, а также параллельно, при необходимости, и выгрузку готовой кормосмеси.

Машины, работающие по данной конструктивно-технологической схеме, разрыхляют и путем протягивания лопастями ротора через ножи частично измельчают стебельчатые корма (кроме прессованных) практически любой влажности, не вызывая потерь сока и деструктуризации корма, а также смешивают все виды подготовленных кормовых компонентов рациона. При этом возможно приготовление кормосмесей

на основе длинностебельных кормов, так как, благодаря применению ротора большого диаметра, равного ширине бункера, исключается намазывание длинных стеблей. Однако при попадании с кормом инородных предметов высока вероятность нарушения технологического процесса и выхода из строя машины.

Мировой опыт показывает, что использование рассмотренной конструктивно-технологической схемы неэффективно для сухих кормов. Поэтому она находит широкое применение в тех регионах, где основу рациона составляют сочные и высоковлажные корма-компоненты (силос, зеленая масса, корнеплоды и т. п.), а приготовленные кормосмеси имеют влажность более 60 %.

Так, в Европе, по данным фирмы «MAYER Maschinenbau GmbH» [5], создание раздатчиков-смесителей лопастного типа (для влажного корма) велось в Ирландии.

В силу того, что в республике более 10 % скармливаемых стебельчатых кормов заготавливается в виде крупногабаритных тюков повышенной плотности и рулонов, смесители-раздатчики кормов на основе данной конструктивно-технологической схемы не находят широкого применения на молочно-товарных фермах и комплексах.

Наиболее универсальными, обеспечивающими высокое качество и надежность выполнения технологического процесса приготовления и раздачи кормов рациона на фермах КРС, являются смесители-раздатчики, в основу которых положены конструктивно-технологические схемы с использованием шнековых рабочих органов. Преимущество этих машин достигнуто, благодаря применению в технологических схемах шнеков с установленными по образующей ножами и с другими конструктивными особенностями в совокупности с пространственным расположением их в бункерах различной конфигурации. Это позволило более эффективно использовать широкие функциональные возможности шнековых рабочих органов, так как подъем, перемещение, измельчение, смешивание и выгрузка всех видов кормов, в том числе и стебельчатых, заготовленных в крупногабаритных тюках повышенной плотности и рулонах, осуществляются одним многофункциональным рабочим органом.

В измельчителях-смесителях-раздатчиках, в основу которых положены конструктивно-технологические схемы с горизонтальным расположением шнековых рабочих органов (рисунок 12), используются один (рисунок 12 а, в) либо два (рисунок 12 б, г) основных мощных горизонтальных шнека 2 с противостречным направлением витков, установленных во впадинах нижней части U-образного бункера 1. На витках закреплены ножи 3 для измельчения кормов. В средней части шнеков установлены лопасти с ножами для подачи кормосмеси в выгрузное, регулируемое посредством шибера, окно и далее на выгрузной цепочно-планчатый транспортер.

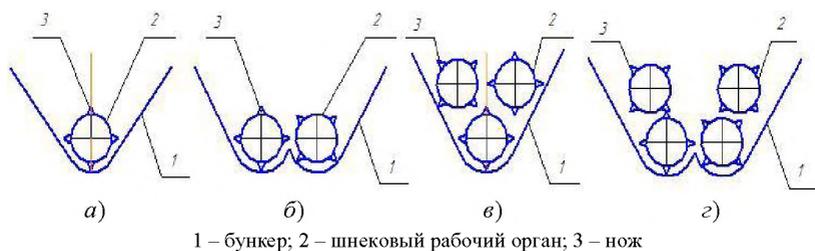


Рисунок 12 – Конструктивно-технологические схемы измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов с горизонтальным расположением шнековых рабочих органов

С целью повышения производительности и функционально-технологических показателей машин, работающих по рассмотренной конструктивно-технологической схеме, в верхней части бункера 1 может быть дополнительно установлено два и более шнека 2 с ножами 3 (рисунок 12 в, г).

Практика показывает, что машины, в основу которых положена рассмотренная конструктивно-технологическая схема, неудовлетворительно выполняют технологический процесс при приготовлении кормов повышенной влажности. Это объясняется тем, что встречно движущиеся под воздействием шнеков потоки материала механически вдавливаются друг в друга, что под воздействием избыточного давления ведет к потере сока, влаги и питательных веществ корма.

Поэтому данная конструктивно-технологическая схема находит широкое применение в тех регионах, где основу рациона составляют корма-компоненты с низкой влажностью (сено, сенаж, концентраты и т. п.), а приготовленные кормосмеси имеют влажность менее 60 %.

По данным фирмы «MAYER Maschienebau GmbH» [5], в Европе создание шнековых раздатчиков-смесителей горизонтального типа (для сухого корма) велось в Италии.

В скотоводстве Беларуси наиболее широкое распространение получили смесители-раздатчики кормов на основе конструктивно-технологической схемы с горизонтальным расположением двух шнековых рабочих органов.

Горизонтальные двухшнековые смесители-кормораздатчики хорошо измельчают рассыпные стебельчатые корма, а также подготовленные тюки и рулоны, качественно приготавливают полнорационную кормосмесь из различных компонентов: сена, силоса, сенажа, корнеплодов, комбикормов, минеральных добавок. Благодаря малой высоте и ширине, смесители-кормораздатчики широко используются при реконструкции типовых животноводческих помещений с узкими и низкими воротами и проездами.

У машин, функционирующих на основе рассмотренных конструктивно-технологических схем, нижняя часть бункера выполнена более узкой, что дает возможность использовать для колесного хода шины большого диаметра. Их применение снижает затраты топлива на транспортирование за счет уменьшения сопротивления машины перемещению, позволяет эксплуатировать ее в более тяжелых дорожных условиях, повышает надежность колесного хода и машины в целом.

Отечественные и импортные машины, спроектированные на основе данной конструктивно-технологической схемы, имеют ряд недостатков, связанных с низкой надежностью выполнения технологического процесса (при попадании камней и других инородных примесей происходят заклинивание, поломка рабочих органов), с высокой степенью деструктуризации кормов (за счет перетираания, спрессовывания, сдавливания шнековыми рабочими органами).

Лишь некоторые горизонтальные модели могут работать с тюками и рулонами небольших размеров (до 1,2 м), что не позволяет использовать их при подготовке к скармливанию грубых кормов, заготовленных с применением современных технологий.

Все эти недостатки компенсируют измельчители-смесители-раздатчики кормов, в основу которых положена конструктивно-технологическая схема с вертикальным расположением шнековых рабочих органов (рисунок 13). В их конструкции используются один (рисунок 13а), два (рисунок 13б) либо три (рисунок 13в) шнека 2 с ножами 3 по образующей и лопастями в нижней части, вертикально установленные в конусообразном бункере 1, с двумя выдвижными противорезами, выгрузным окном, перекрываемым шибером и выгрузным устройством.

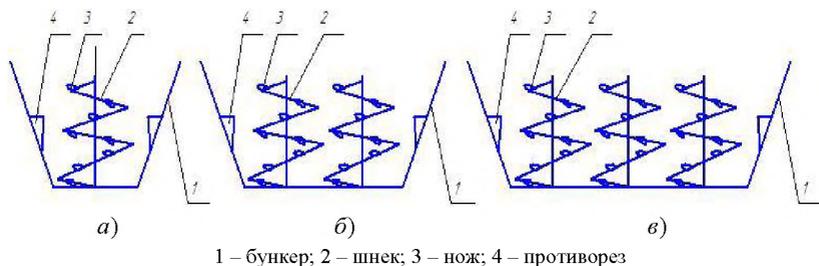


Рисунок 13 – Конструктивно-технологические схемы измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов с вертикальным расположением рабочих органов

Данная конструктивно-технологическая схема находит широкое применение в тех регионах, где в рационах кормления одновременно используются корма с различным содержанием влаги (сено, сенаж, кон-

центраты, силос, зеленая масса, корнеплоды, свекловичный жом, кормовые добавки и т. п.).

По данным фирмы «MAYER Maschinenbau GmbH» [5], создание шнековых раздатчиков-смесителей вертикального типа (для любых видов кормов) велось в Центральной Европе.

Машины на основе рассмотренной конструктивно-технологической схемы с достаточно высокой степенью надежности выполняют технологический процесс с кормами любой влажности, заготовленными в любом виде, прессованными в рулоны и тюки любых размеров при плотности прессования $150\text{--}400 \text{ кг/м}^3$, практически не нарушая их структуры в процессе измельчения и смешивания. При этом необходимо отметить, что, благодаря обеспечению больших зазоров между стенкой бункера и рабочим органом за счет применения в качестве смешивающего и измельчающего рабочего органа вертикального шнека, в сочетании с бункером, выполненным в виде усеченного конуса, попадание в корма инородных включений не приводит к нарушению технологического процесса и поломке машин.

Практика показывает, что применять измельчители-смесители-раздатчики с вертикальными рабочими органами целесообразно там, где в рационах кормления преобладают длинностебельные корма различной влажности, заготовленные в прессованном виде, так как длинные стебли не наматываются на шнек, диаметр которого у нижнего основания достигает до 2 м.

Благодаря этим преимуществам, машины с вертикальными шнеками в настоящее время пользуются повышенным спросом производителей животноводческой продукции Западной Европы. Тенденция увеличения спроса на эти машины обусловлена тем, что вертикальные кормосмесители в расчете на 1 м^2 вместимости бункера дешевле горизонтальных, имеют меньше быстроизнашивающихся деталей, обладают достаточно высокой эксплуатационной надежностью [6].

Практика использования этих машин в условиях республики показывает, что применение в качестве рабочих органов шнеков больших диаметров ведет к увеличению габаритных размеров машин и погрузочной высоты, что ограничивает их возможности при необходимости раздачи кормов в животноводческих помещениях с низкими и узкими въездными воротами.

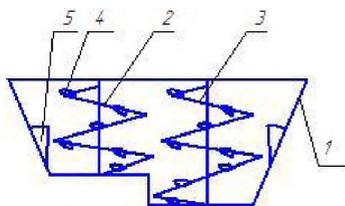
Для уменьшения габаритных размеров и погрузочной высоты многие производители машин в ходовых устройствах используют колеса малого диаметра, а в целях лучшего распределения веса устанавливают сдвоенные колеса или тандемные оси со всеми присущими им недостатками (увеличение сопротивления перекатыванию, снижение эксплуатационных характеристик и т. п.).

С целью сохранения высоких эксплуатационных качеств машины за счет установки на ходовой тележке колес большого диаметра, отдельные производители смесителей-раздатчиков идут на усложнение конфигурации бункера, конструктивно-технологической схемы машины.

Конструктивно-технологическая схема (рисунок 14), воплощенная немецкой фирмой «Strautmann» в смесителе-раздатчике «Double-K» [7], предусматривает применение бункера 1 в виде ступенчатого усеченного конуса в совокупности с двумя коническими шнеками (один 3, большего диаметра, спереди, один 2, меньшего диаметра, сзади) в качестве рабочих органов с закрепленными по образующей ножами 4 и двумя противорезами 5 в нижней части, что позволяет при меньших габаритных размерах машины сохранить вместимость бункера. Такая конструкция бункера позволяет использовать шины большого диаметра, которые обеспечивают высокие ходовые и эксплуатационные характеристики машины. Однако при этом усложнение конструкции бункера ведет к удорожанию смесителя-раздатчика и уменьшению полезного объема бункера.

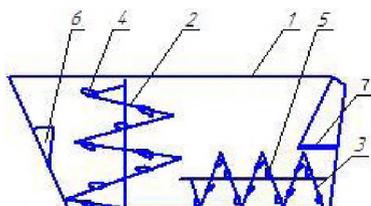
Более простое решение проблемы уменьшения габаритных размеров машины при использовании шин большого диаметра предложила фирма «Trioliet» (Нидерланды) при осуществлении конструктивно-технологической схемы машины с двумя вертикальными шнеками, разместив колесную пару в нишах между шнеками.

Некоторые производители измельчителей-смесителей-раздатчиков предлагают решение проблемы уменьшения габаритных размеров машины при использовании шин большого диаметра посредством конструктивно-технологических схем с комбинированным расположением рабочих органов (рисунок 15), при этом в передней, конической, части комбинированного бункера 1 установлен вертикальный шнек 2 с ножами 4 и выдвижной противорез 6, а во второй, U-образной, – два горизонтальных шнека 3 с ножами 5 и загрузочное окно 7.



1 – бункер; 2 – шнек меньшего диаметра; 3 – шнек большего диаметра; 4 – нож; 5 – противорез

Рисунок 14 – Конструктивно-технологическая схема измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов с вертикальным расположением рабочих органов различного диаметра



1 – бункер; 2 – шнек вертикальный; 3 – шнек горизонтальный; 4 и 5 – нож; 6 – противорез; 7 – загрузочное окно

Рисунок 15 – Конструктивно-технологическая схема измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов с комбинированным расположением рабочих органов

Данная конструктивно-технологическая схема обладает всеми преимуществами и недостатками как схем с вертикальным расположением шнековых рабочих органов, так и схем с горизонтальным расположением.

При этом конструктивное усложнение бункера, привода рабочих органов приведет к снижению эксплуатационных характеристик, надежности выполнения технологического процесса и удорожанию машины.

Анализируя основные конструктивно-технологические схемы мобильных технических средств для приготовления и раздачи кормов на фермах КРС, следует отметить, что преимущество отдается многофункциональным машинам, выполняющим законченный технологический цикл (измельчение, смешивание, раздача) приготовления кормов рациона в виде сбалансированных кормосмесей. При этом, как показывает практика, приоритет сохраняется за машинами с вертикальным расположением шнековых рабочих органов. Машины с двумя вертикальными шнеками находят все более широкое применение в животноводческой отрасли республики, благодаря высокой надежности и качеству выполнения технологического процесса.

С учетом вышеизложенного, для применения на молочно-товарных фермах и комплексах республики следует рекомендовать машины на основе конструктивно-технологической схемы с двумя и более вертикальными шнековыми рабочими органами.

Выводы

Использование многокомпонентных рационов кормления, внедрение прогрессивных технологий заготовки травяных кормов различной влажности в прессованном виде потребуют применения на молочно-товарных фермах и комплексах республики широкого модельного ряда машин с вертикальным расположением двух и более шнековых рабочих органов, адаптированных к условиям производства животноводческой отрасли, обеспечивающих приготовление (измельчение без их деструктуризации стебельчатых кормов (сена, соломы, силоса, сенажа), смешивание всех компонентов рациона), транспортирование и раздачу кормосмесей.

15.08.13

Литература

1. Заяц, Л.К. Время для оптимизаций и укреплений / Л.К. Заяц // Республика. – 2013. – № 13.
2. Иванов, Ю.Г. Обоснование выбора измельчителей-смесителей-раздатчиков кормовых смесей для молочных ферм / Ю.Г. Иванов, И.Л. Буряков // Научно-технический прогресс в животноводстве – ресурсосбережение на основе создания и применения инновационных технологий и техники: сб. науч. тр. – Т. 18, ч. 2. – Подольск, 2008.
3. О некоторых вопросах внедрения в сельскохозяйственных организациях прогрессивных технологий: постановление Совета Министров Респ. Беларусь,

- 12 янв. 2012 г., № 37 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 10. – 5/35113.
4. Лапотко, А.М. Конверсия кормов в производстве молока. Как повысить ее эффективность / А.М. Лапотко // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 5 (73). – С. 67.
5. Siloking: просто, разумно кормить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siloking.com>. – Дата доступа: 18.05.2012.
6. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 144 с.
7. Agrartechnik [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrartechnik.agrarheute.com/>. – Дата доступа: 11.05.2012.

УДК 631.363

П.В. Авраменко

(УО «БГАТУ»,

г. Минск, Республика Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ В КОРМОВУЮ МАССУ

Введение

Увеличение производства продукции животноводства в Республике Беларусь невозможно без бесперебойной обеспеченности высококачественными кормами. Это делает заготовку кормов с сохранением их биологической и энергетической ценности одной из важнейших задач корпоративного производства [1, с. 29].

Наиболее эффективным способом снижения потерь и повышения качества заготавливаемого корма является интенсификация процесса подкисления корма путем обработки его химическими или биологическими консервантами. Кроме того, внесение консервантов позволяет повысить поедаемость кормов, снизить потери питательных и энергетических веществ, снизить огрехи в технологической цепочке заготовки. Добавление консервантов обеспечивает получение высококачественного силоса при любых погодных условиях [2, с. 105; 3].

Однако эффективность применения консервантов зависит от качества их внесения в измельченную растительную массу, которое определяется такими показателями, как отклонение от заданной дозы и равномерность распределения консерванта в обрабатываемом корме [4]. Ведущая роль в этом процессе принадлежит принятому способу внесения.

В последние годы в Республике Беларусь для обеспечения своевременной заготовки высококачественных кормов происходит интенсивное насыщение парка кормоуборочной техники современными высокопроизводительными кормоуборочными комбайнами отечественного и зарубежного производства [5].