

УДК 631.363

## ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-КОРМОРАЗДАТЧИКА

### CHANGE OF DESIGU OF THE SHREDDER-DISTRIBUTOR

©Кушнур В. Г.

*д-р техн. наук, Костанайский государственный  
университет им. А. Байтурсынова  
г. Костанай, Казахстан, valkush@mail.ru*

©Kushnir V.

*Dr. habil., Baitursynov Kostanay State University  
Kostanay, Kazakhstan, valkush@mail.ru*

©Гаврилов Н. В.

*канд. техн. наук, Костанайский государственный университет  
им. А. Байтурсынова  
г. Костанай, Казахстан, valkush@mail.ru*

©Gavrilov N.

*Ph.D., Baitursynov Kostanay State University  
Kostanay, Kazakhstan, valkush@mail.ru*

©Ким С. А.

*Костанайский государственный университет  
им. А. Байтурсынова  
г. Костанай, Казахстан, valkush@mail.ru*

©Kim S.

*Baitursynov Kostanay State University  
Kostanay, Kazakhstan, valkush@mail.ru*

*Аннотация.* В статье приведены основные результаты обзора существующих, методов, способов, оборудования для измельчения, раздачи грубых кормов, включая рулонные корма, на животноводческих фермах, позволяющие выявить основные факторы, влияющие на производительность измельчителей — раздатчиков и качество подачи готового материала к кормушкам. На основании исследовательских работ и анализа существующих технических средств для приготовления и раздачи грубых кормов предлагается конструктивно–технологическая схема мобильного измельчителя–раздатчика с продольным расположением ножевого рабочего органа. Из анализа мобильных измельчителей–раздатчиков выявлено, что они должны обеспечивать загрузку в местах складирования грубых кормов, транспортировку, измельчение и дозированную выдачу в зоне кормления. Техническое средство, выполняющее совокупность вышеперечисленных операций, представляет собой динамическую систему, работающую в условиях изменяющихся внешних воздействий. Предложена модель функционирования измельчителя–раздатчика, которая возможно рассчитывается с входящими переменными, определяющими условия его работы это: подача рулонных кормов, которую можно изменить при необходимости, а также физико–механические свойства материала, в основном это плотность и влажность, которые являются неуправляемыми факторами и контролируются при проведении опытов.

*Abstract.* The main results of the review of existing methods, methods, equipment for grinding, distribution of coarse forages, including rolled feed, on cattle–breeding farms are given in the article. This allows us to identify the main factors affecting the productivity of grinders — distributors and the quality of supply of finished material to feeders. On the basis of research works

and analysis of existing technical means for the preparation and distribution of coarse forages, we propose a constructive technological scheme for a mobile shredder–distributor with a longitudinal arrangement of a knife–type working organ. Analysis of mobile shredders and distributors revealed that they should provide loading in the places of storage of coarse forages, transportation, grinding and dispensing in the feeding zone. The technical tool that performs the totality of the above operations is a dynamic system that operates under conditions of changing external influences. The model of the shredder–distributor functioning is proposed, which can be calculated with incoming variables that determine the conditions of its operation: feeding feed roll, which can be changed if necessary, as well as the physical and mechanical properties of the material, mainly density and humidity, which are uncontrollable factors and are monitored in advance experiments.

*Ключевые слова:* измельчитель, раздатчик, конструктивно–технологическая схема, рабочие органы, модель, свойства.

*Keywords:* shredder, distributor, constructive technological scheme, working bodies, model, properties.

Обзор конструкций мобильных измельчителей–раздатчиков, позволил выявить следующие требования к мобильным техническим средствам для измельчения и раздачи грубых кормов:

- имеется высокая пропускная способность при низких удельных энергозатратах;
- обеспечивается устойчивый процесс измельчения независимо от состояния и габаритов исходного материала;
- имеется соответствие измельченного материала зоотехническим требованиям;
- имеется дозированная выдача готового продукта в кормушку животным или в стойло для подстилки;
- низкая удельная металлоемкость;
- простота изготовления, технического обслуживания и текущего ремонта;
- имеется возможность использования агрегата по габаритным размерам в существующих животноводческих комплексах и фермах.

Измельчители–раздатчики грубых кормов, разработанные разными фирмами Голландии, Канады, Англии, США, отвечают многим из вышеперечисленных пунктов, а из-за своей дороговизны и габаритных размеров исключают возможность использования на животноводческих комплексах РК. Технические средства измельчения и раздачи грубых кормов в рулонах, тюках и россыпью, изготавливаемые в странах СНГ (измельчители — ПУН, ФН-1,4, ПС-5, РСС-6Б-1, КДУ-2, ИГК-ЗОБ, ИСК-3, РИСК-2, ИРГК «Вятка», УСК-15, КОРК-15А, ИРТ-165, ИРТ-80, ЛИС-3, раздатчики — КТУ-10А, РММ-5А, РММ-Ф-6, КСА-5Б, РСР-10, РКТ-10, ПРК-Ф-0,4-5) имеют высокие энергетические показатели и выполняют, как правило, одну из операций: измельчение или погрузка с раздачей материала в кормушки и, как правило, требуют применения ручного труда.

#### *Материал и методика*

Удовлетворяет требованиям измельчения и раздачи корма мобильный измельчитель–раздатчик грубых кормов ИРК-3, разработанный учеными НИИСХ, а также его модификации. Он способен выполнять пять операций: загрузку материала, транспортирование, измельчение, дозирование и раздачу корма животным в кормушку, исключая ручной труд [1].

Испытания измельчителя–раздатчика выявили следующие недостатки:

- низкую пропускную способность, соответственно, высокие удельные энергозатраты;
- зависание материала в камере измельчения, неполное измельчение рулона;
- сильное пыление при выдаче корма;
- высокую неравномерность выдачи готового продукта;
- низкую эксплуатационную надежность обусловленную наличием большого количества

редукторов и ременных передач.

На основании исследовательских работ и анализа существующих технических средств для приготовления и раздачи грубых кормов предлагается конструктивно–технологическая схема мобильного измельчителя–раздатчика с продольным расположением ножевого рабочего органа.

Кормораздатчик–измельчитель (рисунок 1) содержит раму 5, на которой смонтирован бункер 1 с размещенными в его донной части — подающим транспортером 2, в боковой части — загрузочным механизмом 3, выполненным в виде вильчатого захвата. С противоположной стороны смонтировано отделяющее устройство 7 в виде ротора с ножами 8 по длине которого установлен противорез 6. Противорез смонтирован в горизонтальной плоскости, проходящей через оси отделяющего устройства 7 и приводного вала подающего транспортера 2. Над отделяющим устройством смонтирован дополнительный транспортер 9 с приводным валом, установленным в вертикальной плоскости, проходящей через ось отделяющего устройства. Дополнительный транспортер выполнен поворотным относительно оси приводного вала. Подающий транспортер 2 со стороны загрузочного устройства имеет пружину 4.

Рулон загружается в бункер таким образом, чтобы его ось симметрии располагалась горизонтально и перпендикулярно направлению движения подающего транспортера. Возможность перемещения боковых стенок бункера по направлению друг к другу позволяет уменьшать свободное пространство между боковой стенкой бункера и торцевой поверхностью рулона (так как рулоны имеют различную ширину), что при измельчении предотвращает переворачивание его на торцевую поверхность. При этом повышается эксплуатационная надежность машины и улучшается качество измельчения корма. Расположение планки противореза в горизонтальной плоскости, проходящей через оси отделяющего устройства и приводного вала подающего транспортера позволяет обеспечить повышение эксплуатационной надежности машины обусловленной беспрепятственным сходом измельчаемого материала с подающего транспортера на противорез и далее к отделяющему устройству.

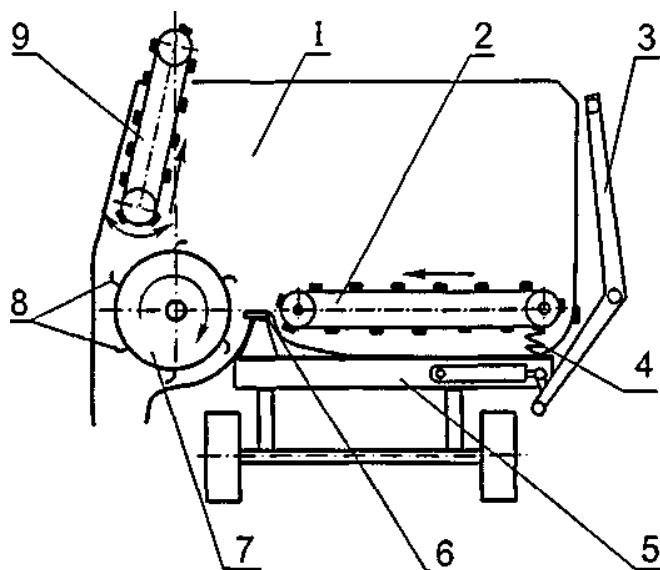


Рисунок 1. Конструктивно–технологическая схема измельчителя–раздатчика грубых кормов:  
1 — бункер; 2 — подающий транспортер; 3 — загрузочный механизм; 4 — пружина; 5 — рама;  
6 — противорез; 7 — отделяющее устройство; 8 — нож; 9 — дополнительный транспортер

Расположение приводного вала дополнительного транспортера в вертикальной плоскости бесперебойно обеспечивает вращательное движение рулона не допуская его зависание над отделяющим устройством и предотвращает перегрузку, а выполнение дополнительного

транспортера поворотным относительно оси приводного вала предотвращает снижение производительности и обеспечивает непрерывность процесса измельчения, так как рулон по мере уменьшения подводится ближе к отделяющему устройству, и обеспечивает его стабильную загрузку. Стабильная загрузка отделяющего устройства предотвращает захват больших порций исходного материала и его недоизмельчение. Дополнительно для повышения эксплуатационной надежности машины и улучшения равномерности загрузки отделяющего устройства и, соответственно, равномерной раздачи измельченного корма подающий транспортер со стороны загрузочного механизма подпружинен. По мере измельчения рулона пружина, разжимаясь, увеличивает наклон подающего транспортера, тем самым препятствует откату рулона от ротора.

Привод рабочих органов раздатчика–измельчителя может быть осуществлен от вала отбора мощности или гидросистемы энергетического средства. Работает измельчитель–раздатчик следующим образом.

Для измельчения и раздачи корм загрузочным механизмом 3 подается в бункер 1, установленный на раму 5 раздатчика–измельчителя кормов. Далее перемещают боковые стенки бункера по направлению друг к другу, чтобы уменьшить свободное пространство между ними и торцевыми поверхностями рулона. В бункере рулон доставляется к месту раздачи. В процессе работы подающий транспортер 2 подводит рулон к отделяющему устройству 7 и при помощи дополнительного транспортера 9 приводит его во вращательное движение. Отделяющее устройство при помощи ножей 8 захватывает от рулона порции исходного материала, подводит их к противорезу 6 и отделяет благодаря их взаимодействию, после чего выбрасывает измельченный материал в кормушку или стойло. Таким образом, при вращении с рулона снимается слой исходного материала. По мере уменьшения рулона пружина 4 подающего транспортера, разжимаясь, увеличивает его наклон, тем самым препятствует откату рулона от ротора, а дополнительный транспортер 9 отклоняясь в сторону освобождает отделяющее устройство, что предотвращает снижение производительности и обеспечивает непрерывность процесса измельчения. Расположение дополнительного транспортера с приводным валом, установленным в вертикальной плоскости, проходящей через ось отделяющего устройства обеспечивает бесперебойное вращательное движение рулона не допуская его зависания, перегрузки отделяющего устройства, захвата чрезмерно больших порций исходного материала и его недоизмельчения.

### *Результаты и их обсуждение*

Из анализа мобильных измельчителей–раздатчиков выявлено, что они должны обеспечивать загрузку в местах складирования грубых кормов, транспортировку, измельчение и дозированную выдачу в зоне кормления. Техническое средство, выполняющее совокупность вышеперечисленных операций, представляет собой динамическую систему, работающую в условиях изменяющихся внешних воздействий.

Предложенная нами модель функционирования измельчителя–раздатчика (Рисунок 2) возможно рассчитывается с входящими переменными, определяющими условия его работы это: подача рулонных кормов  $Q_n(t)$ , которую можно изменить при необходимости, а также физико–механические свойства материала, в основном это плотность  $p(t)$  и влажность  $W(t)$ , которые являются неуправляемыми факторами и контролируются при проведении опытов.

Выходными переменными являются: пропускная способность  $Q(t)$ , степень измельчения  $A(t)$ , удельные энергозатраты  $q_i(t)$  и равномерность выдачи корма в кормушки  $b(t)$ .

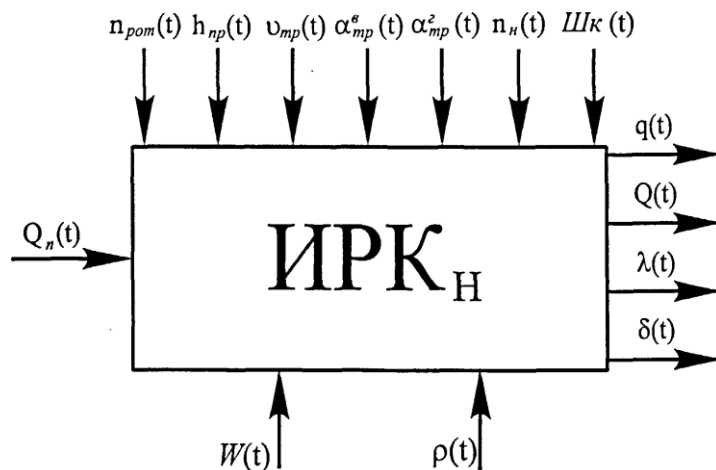


Рисунок 2. Модель функционирования измельчителя–раздатчика грубых кормов

На выходные характеристики влияют конструктивно–технологические параметры: частота вращения ротора  $n_{rot}(t)$ , скорость движения подающего и дополнительного транспортеров  $v_{mp}(t)$ , угол установки дополнительного транспортера  $\alpha_{mp}(t)$ , уровень установки противореза  $h_{np}(t)$ , количество ножей ротора  $n_n(t)$ , изменение угла наклона (подпружинивание) подающего транспортера  $\alpha_{mp}^z(t)$ , ширина рабочей камеры (наличие подвижных бортов бункера)  $Шк(t)$ .

Практически учитываемое при расчете число переменных всегда меньше фактически действующих в реальных условиях функционирования. Этим, в первую очередь, и отличается модель от реальной машины [2].

Для более полного представления о функционировании измельчителя–раздатчика грубых кормов обобщенную модель разложим на его составные части, каждая из которых выполняет только ту операцию, которая ей свойственна. Измельчитель–раздатчик может быть представлен в виде следующих элементов (Рисунок 3): ЗМ — загрузочный механизм, ТП — транспортер подачи, который включает в себя горизонтальный подающий транспортер ГТ и вертикальный дополнительный транспортер ВТ, Изм — измельчитель, Разд — раздатчик готового продукта.

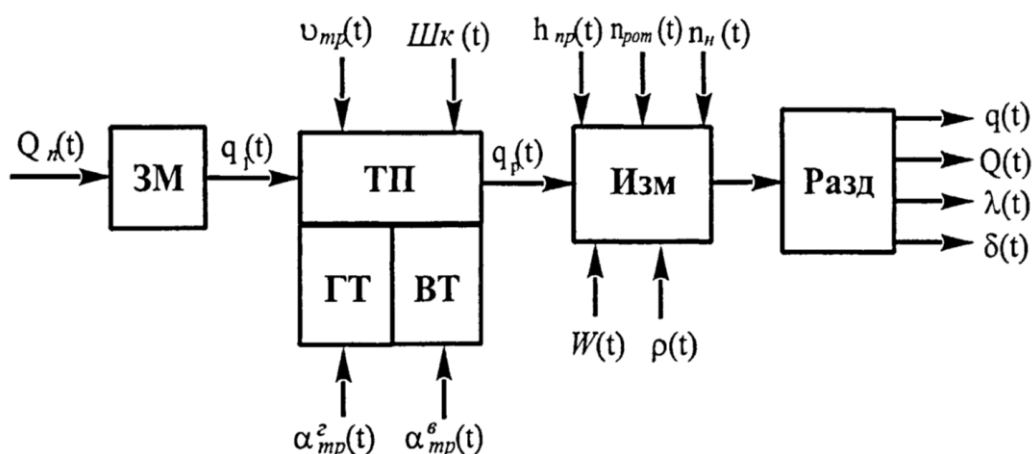


Рисунок 3. Модель функционирования измельчителя

Грубый корм, подлежащий измельчению, дискретно в виде отдельных доз  $Q_n(t)$  загрузочным механизмом ЗМ загружается в бункер измельчителя–раздатчика, в донной части которого находится горизонтальный подающий транспортер. Горизонтальный транспортер ГТ совместно с

вертикальным дополнительным транспортером ВТ (в виде отдельных доз  $Q_n(t)$ ) подводит исходный материал порциями  $q_p(t)$  к измельчителю Изм, который измельчает его и транспортирует в виде потока  $q_e(f)$  в осадительную камеру, из которой измельченный грубый корм, в зависимости от характеристик воздушного потока, дефлектора и направляющего козырька, выдается в качестве корма или в качестве подстилки Разд.

Энергетические и динамические параметры процесса измельчения, характеризующиеся мощностью на привод ротора, зависят от характеристик измельчаемого материала и от конструктивно-технологических параметров измельчителя. Особенностью рассматриваемой модели является случайный характер изменения входных и выходных переменных, которые в реальных условиях работы измельчителя представляют собой случайные процессы.

Для установления закономерностей преобразования рассматриваемых процессов из модели был выделен и рассмотрен ряд моделей, которые позволяют оценить влияние наиболее существенных факторов на показатели работы измельчителя-раздатчика (Рисунок 4 а, б, в, г).

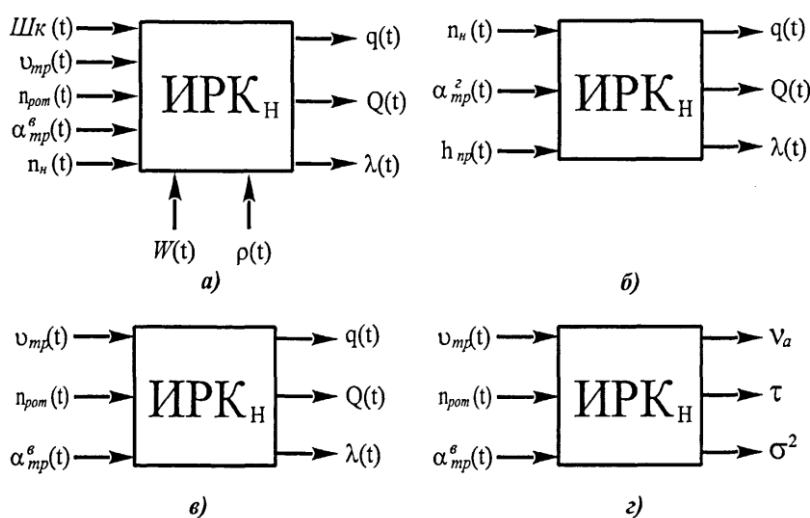


Рисунок 4. Расчетные модели

### Выводы

Соотношения между входными и выходными параметрами рассмотренных выше моделей могут быть найдены как аналитическими методами, так и на основе экспериментальных исследований. Для рассматриваемых процессов применение аналитических методов затруднено, так как большинство из них являются случайными, поэтому наиболее приемлемыми для решения этой задачи являются экспериментальные методы исследования реального объекта, позволяющие в дальнейшем получить математическое описание исследуемых процессов измельчителя-раздатчика в виде моделей регрессии согласно моделям, приведенным на Рисунке 4 а, б, в, г. Вместе с тем, при изучении рабочего процесса целесообразно провести предварительное теоретическое исследование его динамических характеристик и определить влияние инерционности рабочих органов при измельчении рулонных грубых кормов с последующим уточнением предпосылок на основе экспериментальных исследований [3].

### Список литературы:

1. Патент № 2053658 РФ МКИ 6 А 01К 5/00. Раздатчик-измельчитель кормов / Сысуев В. А., Сапожников В. Д. (РФ). 7 с: ил. Опубл. 10.02.96. Бюл. №4.

2. Савиных П. А., Чернятьев Н. А., Сычугов Ю. В., Тупицын В. Е. Модели функционирования мобильного измельчителя-раздатчика грубых кормов // *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE: Materiały na konferencje. Warszawa, 2006. S. 447-448.*

3. Савиных П. А., Чернятьев Н. А., Тупицын В. Е. К вопросу разработки технических средств для измельчения и раздачи грубых кормов // *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE: Materiały na konferencje. Warszawa, 2004. S. 423-426.*

*References:*

1. Patent no. 2053658 RF MKI 6 A 01K 5/00. Razdatchik-izmelchitel kormov / Sysuev V.A., Sapozhnikov V.D. (RF). 7 s: il. Publ. 10.02.96. Byul., no. 4

2. Savinykh, P. A., Chernyatev, N. A., Sychyugov, Yu. V., & Tupitsyn, V. E. (2006). Modeli funkcionirovaniya mobilnogo izmelchatelya-razdatchika grubyx kormov. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE: Materiały na konferencje. Warszawa, 447-448*

3. Savinykh, P. A., Chernyatev, N. A., Tupitsyn, V. E. (2004). K voprosu razrabotki tekhnicheskikh sredstv dlya izmelcheniya i razdachi grubyx kormov. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE: Materiały na konferencje. Warszawa, 423-426*

*Работа поступила  
в редакцию 18.05.2017 г.*

*Принята к публикации  
22.05.2017 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Кушнир В. Г., Гаврилов Н. В., Ким С. А. Изменение конструкции измельчителя-кормораздатчика // *Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №6 (19). С. 159-165.* Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/kushnir> (дата обращения 15.06.2017).

*Cite as (APA):*

Kushnir, V., Gavrilov, N., & Kim, S. (2017). Change of design of the shredder-distributor. *Bulletin of Science and Practice*, (6), 159-165