

Нуралин Б.Н.<sup>1</sup>, Джаналиев Е.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

---

**Аннотация.** В Казахстане основу продовольственной безопасности страны составляет животноводческие продукции. Увеличение производства животноводческой продукции невозможно без создания прочной кормовой базы, качественного приготовления кормов, рационального использования и сокращения их потерь. Подготовка грубых стебельных кормов к скармливанию требует измельчения кормоизмельчителями и смесительными машинами для получения сбалансированных кормосмесей. Процесс измельчения осложняется тем, что вместе с грубыми стебельными кормами попадают инородные твердые примеси, которые повреждают режущие органы машин и вызывают длительную остановку всей кормоприготовительной линии, нарушения графика кормления, сокращения привеса и надоя животных. Данные проблемы особую актуальность приобретают в развитии малых ферм с низким уровнем механизации. Разработано устройство для отделения инородных твердых примесей от грубых стебельных кормов, новизна которого подтверждается патентом на изобретение Республики Казахстан. В статье теоретически обоснованы влияния конструктивно-режимных параметров сепарирующего устройства для очистки стебельных кормов от инородных твердых примесей. Для выделения инородных твердых примесей из связанных материалов, какими являются стебельные корма, наиболее эффективны сепараторы с рабочими органами в виде воздушного потока. В сепараторах такого типа для отделения инородных примесей от стебельных кормов используют различие совокупности физико-механических свойств. Такой подход дает возможность добиться более качественной сепарации механическими устройствами и ожидать их развитие в направлении использования возможно большего числа комбинаций отличительных свойств разделяемых компонентов.

**Ключевые слова:** Грубые стебельные корма, инородные твердые примеси, сепарирующее устройство, эксцентриковый вал

---

**Финансирование:** исследование выполнено в Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете им. Жангир хана (Республика Казахстан) в рамках плана НИ-ОКР на 2020-2025 гг. «Механизация приготовления и раздачи кормов на ферме КРС».

**Введение.** Животноводство – важнейшая отрасль сельскохозяйственного производства, поставляющая населению ценнейшие продукты питания, промышленности – необходимое сырье, а растениеводству – органические удобрения. Удельный вес продукции животноводства составляет около половины всей валовой продукции сельского хозяйства, а в районах интенсивного животноводства – более 60 %.

Увеличение производства животноводческой продукции невозможно без создания прочной кормовой базы. Особая роль при этом отводится приготовлению кормов, улучшению качества, рациональному использованию и сокращению их потерь.

В связи с дороговизной концентрированных кормов в рационе крупного рогатого скота сохраняется значительная доля грубых стебельных кормов, которые являются важным источником клетчатки, физиологически необходимой для жвачных животных.

Основной операцией при подготовке грубых стебельных кормов к скармливанию является измельчение, поэтому важная роль в кормоприготовительных операциях отводится кормоизмельчительным и смесительным машинам, которые применяются для получения сбалансированных кормосмесей [1-3].

Процесс измельчения осложняется тем, что вместе с грубыми стебельными кормами в рабочую камеру измельчителей попадают инородные твердые примеси, вследствие чего их режущие органы быстро повреждаются, увеличиваются затраты на приобретение запасных частей и ремонт. Это приводит к выходу из строя измельчителей или к длительной остановке всей кормоприготовительной линии, к нарушению графика кормления, к сокращению привеса и надоя животных. Иногда заостренные мелкие инородные твердые примеси, попадая вместе с кормами в органы пищеварения животных, вызывают у них травматические заболевания, и даже гибель. Хозяйства несут от этого ощутимые экономические потери.

В связи с созданием многоукладной сельскохозяйственной экономики и переходом на новые формы организации труда данные проблемы особую актуальность приобретает в развитии малых ферм с низким уровнем механизации. На этих фермах наименее механизированы процессы кормоприготовления, из-за чего возрастает доля ручного труда, сокращается прирост продукции, высок кормовой травматизм, низка эффективность производства.

**Методы исследований.** В кормлении крупного рогатого скота широко используются грубые стебельные корма, в частности, солома, которые богаты клетчатками. При кормлении высококалорийными концентрированными кормами, содержащими недостаточное количество клетчатки, нарушается работа пищеварительных органов животных, что приводит к потере массы, ухудшению внешнего вида и снижению иммунитета [4].

Для переваримости и усвояемости питательных веществ кормов широкое распространение приобретает использование в рационах животных кормовых смесей, состоящих из всех видов кормов, имеющих в хозяйстве [5,6]. Научными исследованиями доказано, что при оптимальном соотношении кормов фактическая питательность смеси оказывается на 15...30 % выше расчетной, получаемой от простого суммирования питательности каждого корма, а расход кормов на единицу продукции снижается на 15...20 % [7].

Исследования, проведенные в крестьянских хозяйствах Западно-Казахстанской области, показали, что число поломок кормоприготовительных машин от попадания в рабочие органы инородных твердых примесей составляют 42%, от конструктивных недоработок - 22%, и от неправильной эксплуатации и несвоевременного технического обслуживания машин - 28%. Остальные причины составляют 8 %.

Ущерб, наносимый хозяйствам содержащимися в грубых стебельных кормах инородными твердыми примесями, не ограничивается только простоями машин и их ремонтом. Также очень широк кормовой травматизм у животных от содержащихся в кормах мелких заостренных твердых предметов (кусочки проволоки, гвозди, стекло и др.) [8].

Анализ существующих конструкций сепарирующих устройств показывает, что в настоящее время мало эффективных средств очистки кормов, которые могли бы отделять от кормов всевозможные инородные примеси. Кроме того, применяемые сепарирующие устройства не универсальны по отношению к очищаемым кормам.

Изучение физико-механических свойств разделяемых компонентов показывает, что для очистки стебельных кормов от инородных твердых примесей наиболее эффективными являются устройства, в которых процесс сепарации происходит в результате пневмомеханического воздействия на разделяемые компоненты.

После сравнения преимуществ и недостатков вышеприведенных устройств, а также физико-механических свойств разделяемых ком-

понентов, разработано устройство (рисунок 1) для отделения ино-родных твердых примесей от грубых стебельных кормов, новизна которого подтверждается патентом на изобретение Республики Ка-захстан [9].

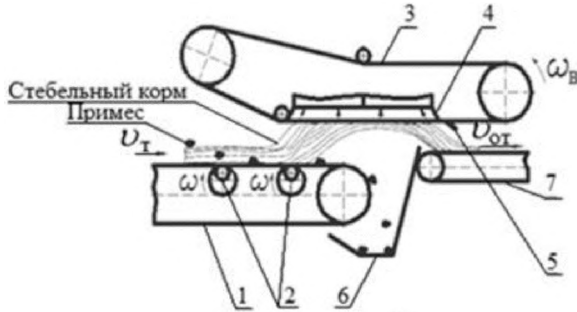


Рисунок 1—Конструктивно-технологическая схема сепарирующего устройства: 1—загрузочный транспортер; 2— эксцентриковые валики; 3 — сьемник; 4 — конфузур вен- тильатора; 5—скребок; 6 — емкость для сбора примесей; 7— отводящий транспортер.

**Результаты.** Конструктивно-режимные параметры загрузочного транспортера выбирается согласно рекомендациям [10]. Скорость ленты для транспортирования соломы принимается в пределах 0,4 – 0,8 м/с.

Ширина ленты определяется из выражения

$$B_{\tau} = \sqrt{\frac{Q}{k_{\text{пр}} \rho v_{\tau}}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – подача исходного материала на ленту загрузочного транспортера, кг/с;  $\rho$  – плотность исходного материала, кг/м<sup>3</sup>;  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент производительности, зависящий от формы поперечного сечения грузового потока. При форме поперечного сечения, показанной на рисунке 2, коэффициент  $k_{\text{пр}} = 0,078$  [11].

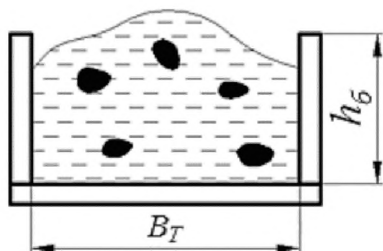


Рисунок 2 – Поперечное сечение смеси соломы и примеси до воздействия эксцентриков

Высота борта загрузочного транспортера  $h_б$ :

$$h_б = k_1 B_T, \quad (2)$$

где  $k_1 = 0,1-0,15$  – коэффициент, учитывающий соотношения высоты борта и ширины ленты транспортера.

Для участка  $BC$  ленты транспортера, на котором расположены эксцентрики (рисунок 1), самым неблагоприятным является случай, когда примесь  $M$  находится наверху слоя соломы на высоте  $H$  от ленты:

$$H = H_T - \Delta_{ст}, \quad (3)$$

где  $H_T$  – толщина слоя исходного материала на загрузочном транспортере, м;  $\Delta_{ст}$  – статическая деформация слоя, м.

Средняя скорость опускания примеси вниз под воздействием эксцентриковых валиков равна [12]

$$v_{cp} = \left( 1 - \frac{v_B^2}{v_{вп}^2} \right) \frac{g}{2n}. \quad (4)$$

в течение времени

$$t_{cp} = \frac{H}{v_{cp}} = \frac{2n(H_T - \Delta_{ст})}{(1 - v_B^2 / v_{вп}^2)g}. \quad (5)$$

Тогда длина  $L_k$  участка  $BC$  должна удовлетворять неравенству:

$$L_k \geq v_T t_{cp} = \frac{2n(H_T - \Delta_{ст})v_T}{(1 - v_B^2 / v_{вп}^2)g}. \quad (6)$$

Исходя из конструктивных соображений, для встряхивания слоя соломы с твердыми примесями выбирается количество эксцентриковых валов, равное 2. Это объясняется с тем, что если не произойдет встряхивания примесей первым эксцентриком, то этот процесс должен осуществляться с помощью второго эксцентрика. Если примесь имеет большую длину и расположена вдоль подающего транспортера в слое соломы, то такая примесь может встряхиваться сразу двумя эксцентриками. Это требует найти крайние точки участка ленты, где должны расположиться эксцентриковые валики.

Выбор геометрических параметров эксцентрикового валика [10] осуществляется с учетом горизонтального движения со скоростью  $v_T$  ленты загрузочного транспортера на участке  $BC$  и вертикальных гармонических колебаний с амплитудой  $A$ , равной удвоенному эксцентриситету  $e$  валика и круговой частотой  $p$ . Оси вращения эксцентриковых валиков расположены на одном уровне, имеют одинаковую форму, и лента на участке  $BC$  находится в натянутом состоянии. Если не рассматривать горизонтальное движение ленты, то участок ленты, взаимодействующий с эксцентриковыми валиками, можно представить в следующем виде (рисунок 3) [13] и закон движения ленты имеет вид:

$$s = A \sin \varphi + A, \tag{7}$$

где  $\varphi$  – угол поворота эксцентрикового вала, которая изменяется по закону  $\varphi = pt - \pi / 2$ .

При  $t = 0$  лента занимает нижнее положение ( $\varphi = -\pi / 2$ ), при  $t = \pi / p$  – верхнее ( $\varphi = \pi / 2$ ).

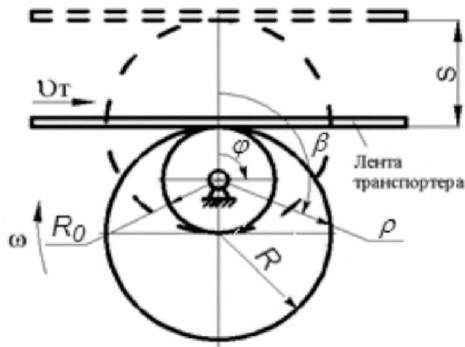


Рисунок 3 – Схема взаимодействия эксцентрика с лентой:  $R_0$  - минимальный радиус эксцентрикового вала, м,  $S$  – вертикальное перемещение ленты от нижнего положения, м.

Радиус большой окружности эксцентрикового вала для ленты равен [14]:

$$R = -s''_{\max} = A, \quad (8)$$

где  $s''_{\max}$  – максимальный по модулю аналог отрицательного ускорения ленты.

Профиль эксцентрикового валика можно определить аналитически с использованием полярных координат  $R$  и  $\beta$  (рисунок 3)

$$R = A\sqrt{5 + 4\sin\varphi}; \quad \beta = \varphi + \arcsin \frac{A\cos\varphi}{R}. \quad (9)$$

Большой радиус эксцентрикового валика при  $\beta = \varphi = \frac{\pi}{2}$  равен  $R_{\max} = 2A$ .

Тогда расстояние  $L_3$  между центрами вращения эксцентриковых валиков должно быть не менее  $6A$ :

$$L_3 \geq 6A. \quad (10)$$

Радиус кривизны профиля эксцентрикового вала в точке максимального радиуса эксцентрика определяется по формуле [15]:

$$\rho = s'' + R_0 + s = 2A \quad (11)$$

Для обоснования частоты  $p$  и амплитуды вынужденных колебаний  $A$  рассмотрим ведущий барабан загрузочного транспортера радиусом  $R_0$  (рисунок 4).

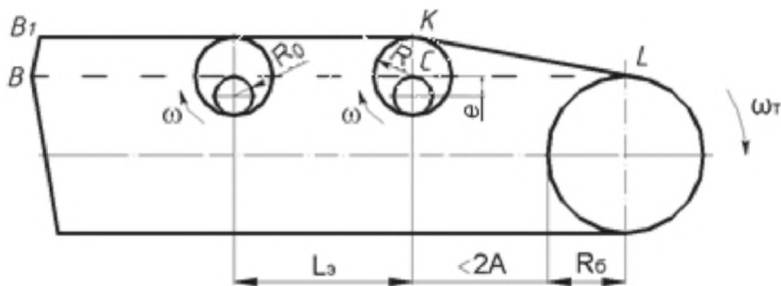


Рисунок 4 – Растяжение ленты на участке BC

Участок  $BCL$  - горизонтальное нижнее положение ленты, положение  $B_1KL$  соответствует максимальному поднятию ленты от воздействия эксцентриковых валиков.

В положении  $CK$  эксцентриковых валиков  $\rho = 2A$ , то диаметр отклоняющего барабана для резинотканевой ленты принимают равным:

$$D_6 = k_T k_6 z, \quad (12)$$

где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от типа тканевых прокладок;  $k_T = 125 \dots 200$  мм/шт.;

коэффициент  $k_6 = 0,5$  для отклоняющего барабана;  $k_6 = 1,0$  для приводного барабана;

$z$  – число тканевых прокладок в ленте.

Согласно значениям  $k_6$  диаметр отклоняющего барабана в два раза меньше диаметра приводного барабана. Отсюда амплитуда барабана или кулачкового вала равна  $A_6$ :

$$A_6 = R_6 / 2. \quad (13)$$

С другой стороны, при поднятии ленты из положения  $CL$  в положение  $KL$  происходит растяжение ленты и возрастает усилие натяжения в ней.

Длины растянутых кусков ленты равны:

$$CL = l_0 + \Delta l_1; \quad KL = l_0 + \Delta l_2. \quad (14)$$

где  $l_0$  – длина недеформированного участка ленты между эксцентриком и приводным барабаном, м;

$\Delta l_1$  – удлинение ленты на участке  $CL$ , м;  $\Delta l_2$  – удлинение ленты на участке  $KL$ , м.

Усилие растяжения  $F_2$  в положении  $KL$

$$F_2 = F_1 + 2 B_T h_T E A^2 / CL^2 = F_1 + 0,125 B_T h_T E, \quad (15)$$

где  $F_1$  – усилие растяжения в положении  $CL$ , Н;  $CL = 4A$ ;

$B_T, h_T, E$  – ширина (м) и толщина(м) и модуль упругости ленты (МПа).

Тогда лента должна иметь запас прочности [15]:

$$\frac{z \cdot B_T [k]_p}{F_2} = [S], \quad (16)$$

где  $[k]_p$  – допустимая линейная прочность на разрыв, Н/мм;

$[S]$  – допустимый запас прочности.



Из уравнения определяется амплитуда ленты  $A_s$ . Значения  $A_0$  и  $A_s$  ограничивают величину амплитуды  $A$ .

Минимизация энергетических затрат на транспортировку корма соответствует условиям, когда слой материала в результате вибрации не отрывается от поверхности ленты, и примесь  $M$  не отрывается от слоя материала. Тогда на амплитуду и частоту вынужденных колебаний накладывается ограничение:

$$Ap^2 \leq g. \quad (17)$$

Для интенсификации вертикального движения примесей в слое соломы частоту  $p$  необходимо увеличивать до предельного значения:

$$Ap^2 = g. \quad (18)$$

Частота определяется, выбрав амплитуду колебаний  $A$  в пределах значений  $A_0$  и  $A_s$ .

$$p = \sqrt{\frac{g}{A}}. \quad (19)$$

Скорость ленты верхнего транспортера  $DE$  (рисунок 5) определяется из условия транспортировки без учета сжатия вороха соломой за счет воздействия и объема примесей.

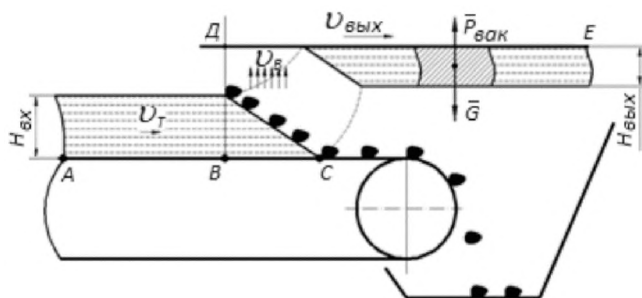


Рисунок 5 – Схема движения материала

Тогда массовая подача соломой на загрузочном транспортере на участке  $AB$  равна:

$$Q_{вх} = \rho_{вх} \cdot H_{вх} \cdot B_T \cdot u_{вх} \quad (20)$$

где  $\rho_{вх}$ ,  $H_{вх}$  – плотность и высота вороха соломой на участке  $AB$ ;  
 $u_{вх}$  – скорость на входе или скорость транспортера.

Аналогично запишем выражение для массовой подачи соломой на верхнем транспортере:

$$Q_{\text{ВЫХ}} = \rho_{\text{ВЫХ}} \cdot H_{\text{ВЫХ}} \cdot B_{\text{T}} \cdot v_{\text{ВЫХ}} \quad (21)$$

где  $\rho_{\text{ВЫХ}}$ ,  $H_{\text{ВЫХ}}$  – плотность и толщина вороха соломы на участке DE;

$v_{\text{ВЫХ}}$  – скорость на выходе.

Полагая, что воздействие воздушного потока не изменяет плотность соломы, то есть  $\rho_{\text{ВХ}} = \rho_{\text{ВЫХ}}$ , получим:

$$v_{\text{ВЫХ}} = \frac{H_{\text{ВХ}} v_{\text{T}}}{H_{\text{ВЫХ}}} \quad (22)$$

где  $v_{\text{T}}$  – скорость транспортера, м/с.

Вентилятор создает вакуумметрическое давление  $p_{\text{ВАК}}$  над перфорированной верхней лентой и на выделенную часть слоя вороха на верхней ленте площадью  $S$  и толщиной  $H_{\text{ВЫХ}}$  вертикально вверх действует сила  $P = p_{\text{ВАК}} S$  и сила тяжести  $G = m g = \rho_{\text{ВЫХ}} H_{\text{ВЫХ}} S g$ .

Слой будет удерживаться на верхней ленте при условии

$$P > G \text{ или } p_{\text{ВАК}} > \rho_{\text{ВЫХ}} H_{\text{ВЫХ}} g. \quad (23)$$

Тогда толщину слоя на выходе имеем:

$$H_{\text{ВЫХ}} < \frac{p_{\text{ВАК}}}{\rho_{\text{ВЫХ}} g}, \quad (24)$$

Скорость верхней ленты транспортера удовлетворяет условию:

$$v_{\text{ВЫХ}} = \frac{H_{\text{ВХ}} v_{\text{T}} \rho_{\text{ВЫХ}} g}{p_{\text{ВАК}}} \quad (25)$$

Высота расположения конфузора над загрузочным транспортером:

$$H_{\text{СЕР}} = H_{\text{T}} + H_{\text{ВЫХ}}. \quad (26)$$

Полученные зависимости показывают, что на степень сепарации или отделения инородных твердых примесей от соломы оказывают влияние следующие конструктивные режимные параметры устройства и технологические свойства соломы и примесей: скорость воздушного потока; подача исходного материала на ленту загрузочного транспортера; скорость ленты загрузочного транспортера; толщина слоя исходного материала на загрузочном

транспортере; высота расположения конфузора над загрузочным транспортером.

**Выводы.** Теоретическое описание процесса очистки грубых кормов от инородных твердых примесей позволило:

- провести кинематический анализ движения разделяемых компонентов после воздействия эксцентрика;
- обосновать месторасположение загрузочного транспортера относительно воздушного потока;
- определить оптимальную скорость воздушного потока при очистке грубых кормов от инородных твердых примесей.

Обоснование оптимальных конструктивно-режимных параметров сепарирующего устройства, обеспечивающие максимальную производительность при высокой степени сепарации с наименьшими энергозатратами требует реализации многофакторного эксперимента.

### Список литературы

1 Джaparов P.P. К вопросу повышения качества измельчения стебельных кормов / P.P. Джaparов // Наука и образование. – 2019. – №1 (54). – С.342-346

2 Джaparов P.P. Кормораздатчики для выдачи кормов животным / P.P. Джaparов // - Наука и образование. – 2019. – №2 (55). – С.237-241

3 Завражнов A.И. Араластыргыштың конструктивті-режимді параметрлерінің оның көрсеткіштеріне әсерін зерттеу / A.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, A.A. Кажияхметова // Ғылым және білім. –2021. – №2-2 (63). – Б.65-72

4 Fox D.G., Tedeschi L.O., Guirouy P.J. Determining feed intake and feed efficiency of individual cattle fed in groups // Beef Improvement Federation Meet Proc., San Antonio, Texas – 2001. – P.80–98.

5 Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows / Vol. 95, Issue 3, March 2012, P.1472-1483 / [N.A. Khan](#), T.A. Tewoldebrhan, R.L.G. Zom, J.W. Cone, W.H. Hendriks.

6 Postprandial degradation of crude protein, neutral detergent fiber and starch of maize and grass silages / Animal Feed Science and Technology, Vol. 177, Issues 3-4, 8 November 2012, P.172-179 / M. Ali, J.W. Cone, G. van Duinkerken, M.R. Weisbjerg, W.H. Hendriks.

7 Миронова И.В. Усвояемость питательных веществ и энергии у коров, получавших энергетическую добавку “Фелуцен” / И.В. Миронова, В.И. Косилов, А.А. Нигматзянов, P.P. Сайфуллин, О.В. Сенченко, Е.Р. Чалирачманов, Е.Н. Черненко // Научный журнал фармацевтических, биологических и химических наук. – 2018. – Том 9. – № 6. – С.18–25.,

8 Джаналиев Е.М. Повышение эффективности очистки грубых стебельных кормов от инородных твердых примесей путем совершенствования сепарирующего устройства : дис... канд. тех. наук: 05.20.01: защищена 26.02.2010:

утв. 04.06.2010 / Джаналиев Ерназар Максutowич. – Саратов, 2010. – 181 с. – Библиогр.: с. 142-156

9 Патент на изобретение № 9022 Республика Казахстан, МПК6 А 01 D 75/00. Устройство для отделения инородных твердых предметов от стеблевых кормов / Р.Р. Джaparов, Н.Р. Джaparов, Е.М. Джаналиев (KZ). заявл. 03.11.98; опубл. 15.06.2000, Бюл. № 6

10 Красников В.В. Подъемно-транспортные машины / В.В. Красников [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с

11 Турбин Б.Г. Сельскохозяйственные машины: теория и технологический расчет / Б.Г. Турбин. – Л.: Машиностроение, 1967. – 582 с

12 Джаналиев Е.М. Теоретическое исследование процесса очистки стеблевых кормов от инородных твердых предметов под воздействием воздушного потока / А. Брежнев, И. С. Шустов, Е.М. Джаналиев. – Саратов: Вестник СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2007. – № 2. – С.34-35

13 Джаналиев Е.М. Определение параметров кулачкового сепарирующего устройства / В. А. Мухин, Е.М. Джаналиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 7. – С. 13-14

14 Джаналиев Е.М. Теоретическое исследование процесса отделения инородных твердых предметов от стеблевых кормов под воздействием вибрации / Е.М. Джаналиев, А.Л. Брежнев. – Саратов: Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2007. – № 2. – С.40-42.,

15 Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. / Н.И. Левитский. – М.: Наука, 1990. – 260 с

## References

1 Dzhaparov R.R. K voprosu povysheniya kachestva izmel'cheniya stebel'nyh kormov / R.R. Dzhaparov // Nauka i obrazovanie. – 2019. – №1 (54). – S.342-346., [Dzhaparov R.R. K voprosu povysheniya kachestva izmel'cheniya stebel'nyh kormov / R.R. Dzhaparov // Nauka i obrazovanie. – 2019. – №1 (54). – S.342-346].

2 Dzhaparov R.R. Kormorazdatchiki dlya vydachi kormov zhitovnym / R.R. Dzhaparov // - Nauka i obrazovanie. – 2019. – №2 (55). – S.237-241., [Dzhaparov R.R. Kormorazdatchiki dlja vydachi kormov zhitovnym / R.R. Dzhaparov // - Nauka i obrazovanie. – 2019. – №2 (55). – S.237-241].

3 Zavrazhnov A.I. Aralastyryfyshtyң konsturktivti-rezhimdi parametrleriniң onyң kersetkishterine әserin zertteu / A.I. Zavrazhnov, S.M. Vedishchev, M.K. Braliev, A.A. Kazhijahmetova // Fylym zhәne bilim. –2021. – №2-2 (63). – B.65-72., [Zavrazhnov A.I. Aralastyryfyshtyң konsturktivti-rezhimdi parametrleriniң onyң kersetkishterine әserin zertteu / A.I. Zavrazhnov, S.M. Vedishhev, M.K. Braliev, A.A. Kazhijahmetova // Fylym zhәne bilim. –2021. – №2-2 (63). – S.65-72].

4 Fox D.G., Tedeschi L.O., Guiroy P.J. Determining feed intake and feed efficiency of individual cattle fed in groups // Beef Improvement Federation Meet Proc., San Antonio, Texas – 2001. – P.80–98.

5 Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows / Vol. 95, Issue 3, March 2012, P.1472-1483 / N.A. Khan, T.A. Tewoldebrhan, R.L.G. Zom, J.W. Cone, W.H. Hendriks.

6 Postprandial degradation of crude protein, neutral detergent fiber and starch

of maize and grass silages / *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 177, Issues 3-4, 8 November 2012, P.172-179 / M. Ali, J.W. Cone, G. van Duinkerken, M.R. Weisbjerg, W.H. Hendriks.

7 *Mironova I.V.* Usvoyaemost' pitatel'nyh veshchestv i energii u korov, poluchavshih energeticheskuyu dobavku \\'Felucen\' / I.V. Mironova, V.I. Kosilov, A.A. Nigmatzyanov, R.R. Sajfullin, O.V. Senchenko, E.R. Chalirachmanov, E.N. Chernenkov // *Nauchnyy zhurnal farmacevticheskikh, biologicheskikh i himicheskikh nauk.* – 2018. – Tom 9. – № 6. – S.18–25., [Nutrient and energy digestibility in cows fed the energy supplement \\'Felucen\'/ I.V. Mironova, V.I. Kosilov, A.A. Nigmatzyanov, R.R. Saifullin, O.V. Sen-chenko, E.R. Chalirachmanov, E.N. Chernenkov // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2018. Vol. 9. No 6. P. 18-25].

8 *Dzhanaliev E.M.* Povyshenie effektivnosti oчитki grubyyh stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh primesej putem sovershenstvovaniya separiruyushchego ustrojstva : dis... kand. tekhn. nauk: 05.20.01: zashchishchena 26.02.2010: utv. 04.06.2010 / *Dzhanaliev Ernazar Maksutovich.* – Saratov, 2010. – 181 s. – Bibliogr.: s. 142-156., [Dzhanaliev E.M. Povyshenie effektivnosti oчитki grubyyh stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh primesej putem sovershenstvovaniya separiruyushchego ustrojstva : dis... kand. tekhn. nauk: 05.20.01: zashchishchena 26.02.2010: utv. 04.06.2010 / *Dzhanaliev Ernazar Maksutovich.* – Saratov, 2010. – 181 s. – Bibliogr.: s. 142-156].

9 Patent na izobretenie № 9022 Respublika Kazahstan, MPK6 A 01 D 75/00. Ustrojstvo dlya otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot steblevyh kormov / R.R. Dzhaparov, N.R. Dzhaparov, E.M. Dzhanaliev (KZ). zayavl. 03.11.98; opubl. 15.06.2000, Byul. № 6., [Patent na izobretenie № 9022 Respublika Kazahstan, MPK6 A 01 D 75/00. Ustrojstvo dlya otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot steblevyh kormov / R.R. Dzhaparov, N.R. Dzhaparov, E.M. Dzhanaliev (KZ). zayavl. 03.11.98; opubl. 15.06.2000, Byul. № 6].

10 *Krasnikov V.V.* Pod'emno-transportnye mashiny / V. V. Krasnikov [i dr]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat, 1987. – 272 s., [Krasnikov V. V. Pod'emno-transportnye mashiny / V. V. Krasnikov [i dr]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat, 1987. – 272 s.].

11 *Turbin B.G.* Sel'skokozyajstvennye mashiny: teoriya i tekhnologicheskij raschet / B. G. Turbin. – L. : Mashinostroenie, 1967. – 582 s., [Turbin B. G. Sel'skokozyajstvennye mashiny: teoriya i tekhnologicheskij raschet / B. G. Turbin. – L. : Mashinostroenie, 1967. – 582 s.].

12 *Dzhanaliev, E. M.* Teoreticheskoe issledovanie processa oчитki stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh predmetov pod vozdejstviem vozdušnogo potoka / A. L. Brezhnev, I. S. Shustov, E. M. Dzhanaliev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I.Vavilova, 2007. – № 2. – S.34-35., [Dzhanaliev, E. M. Teoreticheskoe issledovanie processa oчитki stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh predmetov pod vozdejstviem vozdušnogo potoka / A. L. Brezhnev, I. S. Shustov, E. M. Dzhanaliev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I.Vavilova, 2007. – № 2. – S.34-35.].

13 *Dzhanaliev E.M.* Opređenje parametrov kulachkovogo separiruyushchego ustrojstva / V.A. Muhin, E.M. Dzhanaliev // *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozjajstva.* – 2007. – № 7. – S. 13-14., [Dzhanaliev E.M. Opređenje parametrov kulachkovogo separiruyushchego ustrojstva / V. A. Muhin, E.M. Dzhanaliev // *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozjajstva.* – 2007. – № 7. – S. 13-14.].

14 *Dzhanaliev E.M. Teoreticheskoe issledovanie processa otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot stebel'nyh kormov pod vozdejstviem vibracii / E. M. Dzhanaliev, A. L. Brezhnev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N. I. Vavilova, 2007. – № 2. – S.40-42., [Dzhanaliev E.M. Teoreticheskoe issledovanie processa otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot stebel'nyh kormov pod vozdejstviem vibracii / E.M. Dzhanaliev, A.L. Brezhnev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I. Vavilova, 2007. – № 2. – S.40-42.]*

15 *Levitskij N.I. Teoriya mekhanizmov i mashin. / N.I. Levitskij. – M. Nauka, 1990. – 260 s., [Levitskij, N.I. Teoriya mehanizmov i mashin/ N. I. Levitskij. – M.: Nauka, 1990. –260 s.]*

---

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность руководству Западно-Казахстанского аграрно-технического университете им. Жангир хана за предоставленную помощь при изготовлении лабораторной установки и проведении экспериментальных исследований.

---

**Нуралин Б.Н., Джаналиев Е.М.**

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан.

### **БӨЛГІШ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫ МЕН ЖҰМЫС ПАРАМЕТР-ЛЕРІН НЕГІЗДЕУ**

**Түйіндеме.** Қазақстанда еліміздің азық-түлік қауіпсіздігінің негізін мал шаруашылығы өнімдері құрайды. Мықты жемшөп базасын жасамай, жем-шөпті сапалы дайындамай, оларды ұтымды пайдаланбай, азықтық ысырапты азайтпайынша мал шаруашылығы өнімін өндіруді арттыру мүмкін емес. Ірі сабақты азықтарды дайындау үшін және теңдестірілген азық қоспаларын алу үшін азықты ұнтақтау және араластырғыш машиналары қажет. Ұнтақтау процесі ірі сабақ азығымен қатар бөтен қатты қоспалардың түсуімен қиындайды. Олар машиналардың кесу тетіктерін зақымдайды және бүкіл азық дайындау желісінің ұзақ тоқтап қалуына, азықтандыру кестесінің бұзылуына және малдың салмақтың өсуі және сүт өнімділігінің азаюына әкеледі. Бұл механикаландыру деңгейі төмен шағын шаруашылықтарды дамытуда өзекті мәселе болып табылады. Авторлар жаңалығы ірі сабақты азықтардан бөтен қатты қоспаларды бөлуге арналған құрылғы Қазақстан Республикасының өнертабысқа патентімен расталған. Мақалада ірі сабақты азықтарды бөгде қатты қоспалардан бөлу құрылғысының конструкциясы мен жұмыс параметрлерінің әсері теориялық негізделеді. Бөгде қатты қоспаларды байланыстырылған материалдардан бөлу үшін, мысалы, ірі сабақты жем-шөп, ауа ағыны түріндегі жұмыс органдары бар сепараторлар тиімді болмақ. Бұл түрдегі сепараторларда физикалық-механикалық қасиеттерінің жиынтығының айырмашылығы бөтен қоспаларды ірі сабақты жем-шөптерден бөлу үшін қолданылады. Бұл тәсіл механикалық құрылғылармен сапалы бөлуге қол жеткізуге мүмкіндік береді және мүмкіндігінше олардың бөлінген компоненттердің ерекше қасиеттерінің көп комбинацияларын пайдалану бағытында дамуын күтеді.

**Түйінді сөздер:** Ірі сабақты азық, бөгде қатты қоспалар, тазарту құрылғысы, эксцентрлік білік

...

**Nuralin Beket B., Janaliyev Y.**

West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after. Zhanqir Khan, Uralsk, Kazakhstan.

### **JUSTIFICATION OF DESIGN-MODE PARAMETERS SEPARATING DEVICE**

**Abstract.** In Kazakhstan, the basis of the country's food security is livestock products. Increasing the production of livestock products is impossible without creating a strong feed base, high-quality preparation of feed, rational use and reduction of feed losses. Preparation of coarse stem feed for feeding requires grinding with feed grinding and mixing machines to obtain balanced feed mixtures. The grinding process is complicated by the fact that, along with coarse stem feed, foreign solid impurities enter, which damage the cutting organs of machines and cause a long shutdown of the entire feed preparation line, disruption of the feeding schedule, and reduction in animal weight gain and milk yield. These problems are of particular relevance in the development of small farms with a low level of mechanization. The authors have developed a device for separating foreign solid impurities from coarse stem feeds, the novelty of which is confirmed by a patent for an invention of the Republic of Kazakhstan. The article theoretically substantiates the influence of the design and operating parameters of the separating device for cleaning stem feed from foreign solid impurities. To separate foreign solid impurities from bound materials, such as stem feed, the most effective are separators with working bodies in the form of an air flow. In separators of this type, differences in the totality of physical and mechanical properties are used to separate foreign impurities from stem feeds. This approach makes it possible to achieve better separation by mechanical devices and expect their development towards the use of as many combinations of the distinctive properties of the separated components as possible.

**Key words:** Rough stem feed, foreign solid impurities, separating device, eccentric shaft

---

#### ***Сведения об авторах***

***Нуралин Бекет Нурғалиевич*** - доктор технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан, [orcid.org/0000-0002-0507-5445](https://orcid.org/0000-0002-0507-5445), [bnuralin@mail.ru](mailto:bnuralin@mail.ru)

***Джаналиев Ерназар Максұтович*** - кандидат технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан, [orcid.org/0000-0002-7177-413X](https://orcid.org/0000-0002-7177-413X), [ernazar.dzhanaliyev@mail.ru](mailto:ernazar.dzhanaliyev@mail.ru)

**Авторлар туралы мәліметтер**

**Нұралин Бекет Нұрғалиұлы** – техника ғылымдарының докторы, профессор, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан, [orcid.org/0000-0002-0507-5445](https://orcid.org/0000-0002-0507-5445), [bnuralin@mail.ru](mailto:bnuralin@mail.ru)

**Жаналиев Ерназар Мақсұтұлы** – техника ғылымдарының кандидаты, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан, [orcid.org/0000-0002-7177-413X](https://orcid.org/0000-0002-7177-413X), [ernazar.dzhanaliev@mail.ru](mailto:ernazar.dzhanaliev@mail.ru)

**Information about the authors**

**Nuralin Beket Nurgalievich** - Doctor of Technical Sciences, Professor, West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after. Zhanqir Khan, Uralsk c., Kazakhstan, [orcid.org/0000-0002-0507-5445](https://orcid.org/0000-0002-0507-5445), [bnuralin@mail.ru](mailto:bnuralin@mail.ru)

**Janaliev Ernazar Maksutovich** - Candidate of Technical Sciences, Polytechnic Institute for Academic Affairs of the West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after. Zhanqir Khan, Uralsk c., Kazakhstan, [orcid.org/0000-0002-7177-413X](https://orcid.org/0000-0002-7177-413X), [ernazar.dzhanaliev@mail.ru](mailto:ernazar.dzhanaliev@mail.ru)