

elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva [Tekst] / G.M. Kukta// – 1986. № 7. 29-33s.

21 Eshdavlatov, E. Aralashtirish kamerasi b'yshtirida ozuqa aralashmasining y'kij tezligini aniqlash. [Tekst] / E. Eshdavlatov // «AGRO ILM». 2022-jil, 1-ilova (79)-son, 92-94 b. ISSN 2091-5616. www.qxjurnal.uz

22 Eshdavlatov, E.U. Water steam consumption and feeding selection device calculation into the mixing chamber. [Tekst] / E.U. Eshdavlatov // Published by Novateur Publication India's Journal NX- A Multidisciplinary Peyer Reviewed Journal ISSN: 2581-4230, Website: journalnx.com, 19th Aug. 2020

23 Eshpulat, E. Intensity of the continuous feed mixing process in the mixer. [Tekst] / E. Eshpulat // E3S Web of Conferences 264, 04037 (2021) CONMECHYDRO – 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404037>

РЕЗЮМЕ

В статье представлены конструктивно-технологические схемы ресурсосберегающих смесителей непрерывного действия, форма камеры смесителя, процесс непрерывного смешивания, технологические и энергетические расчеты и их анализ.

Однако в проводимых исследованиях необходима разработка непрерывно работающих технических средств смешивания, обеспечивающих непрерывность технологического процесса, энерго- и ресурсоэффективность, высокую производительность и качество обработки с введением тепла и жидкости в процесс смешивания. Однако вопросы приготовления кормосмесей поточным методом и их научно-технологическое обоснование на кормовых участках животноводческих ферм недостаточно изучены.

Цель исследований - определение непрерывности технологического процесса, энерго- и ресурсоэффективности производства кормосмесей поточным способом в цехах животноводческих ферм и комплексов, кластеров и самостоятельных предприятий, производящих кормосмеси.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований определены параметры и режимы работы технического оборудования, обеспечивающие непрерывность технологического процесса, энерго- и ресурсоэффективность, высокую производительность и качество при приготовлении кормосмесей поточным методом. Научно обоснованы цеха животноводческих ферм и комплексов, кластеров и предприятий, производящих индивидуальные кормосмеси, рабочая поверхность крышки, параметры и режимы работы устройств впрыска тепла и жидкости в камеру смешивания.

УДК 631.363.2
МРНТИ 68.85.39

DOI 10.52578/2305-9397-2024-4-2-199-208

Нуралин Б.Н., доктор технических наук, профессор, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-0507-5445>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, bnuralin@mail.ru

Джаналиев Е. М., кандидат технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>.

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, ernazar.dzhanaliev@mail.ru

Нұралин А.Ж., старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0001-5048-0485>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, nuralin.76@mail.ru

Галиев М. С., магистр, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, manarbek-1980@mail.ru

Сарбалина Б. Д., магистр, <https://orcid.org/0000-0003-3762-8873>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, rumasa79@mail.ru

Nuralin B.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, **the main author**, [https://orcid.org/ 0000-0002-0507-5445](https://orcid.org/0000-0002-0507-5445)

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan Republics, bnuralin@mail.ru

Dzhanaliev E.M., Candidate of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan Republics, ernazar.dzhanaliev@mail.ru

Nuralin A.Zh., senior lecturer, [https://orcid.org/ 0000-0001-5048-0485](https://orcid.org/0000-0001-5048-0485)

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan Republics, nuralin.76@mail.ru

Galiev M. S., Master's degree, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan Republics, manarbek-1980@mail.ru

Sarbalina B. D., Master, [https://orcid.org/ 0000-0003-3762-8873](https://orcid.org/0000-0003-3762-8873)

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan Republics, rumasa79@mail.ru

**ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ОТЧИСТКИ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ
SUBSTANTIATION OF OPTIMAL OPERATING PARAMETERS OF A
PNEUMOMECHANICAL SEPARATION DEVICE FOR CLEANING STEM FEEDS**

Аннотация

Введение. Грубые стебельные корма в рационе крупного рогатого скота являются важным источником клетчатки. Подготовка стебельных кормов к скармливанию начинается с их измельчения, которое осложняется присутствием инородных твердых примесей. *Цель исследования.* Раскрытия основных проблем очистки кормов от инородных примесей при их приготовлении, приводящие к нарушению работы измельчителей или всей кормоприготовительной линии и графика кормления, снижению продуктивности животных, решения которых является актуальной задачей. *Материалы и методы исследования.* Обоснована технологическая схема пневмомеханического сепарирующего устройства и получены математические модели влияния конструктивно-режимных параметров сепарирующего устройства на степень очистки стебельных кормов. Экспериментально установлены степень влияния физико-механических свойств примесей на процесс сепарирования. *Результаты исследования.* Для исследования влияния конструктивных параметров и режимов работы устройства на качество очистки стебельных кормов был проведен многофакторный эксперимент и получено уравнение регрессии для степени отчистки в зависимости от режимов работы устройства. Оптимальные параметры работы сепарирующего устройства были определены путем исследования поверхности отклика с помощью двумерных сечений.

Обсуждение и заключение. Выявлены оптимальные параметры и режимы сепарирующей установки, обеспечивающие наибольшую очистку (степень очистки $\eta_0 = 93,8 \dots 95,3\%$) стебельных кормов от твердых тел при наименьших затратах.

ANNOTATION

Coarse stem feeds in the diet of cattle are an important source of fiber. Preparation of stem feeds for feeding begins with their grinding, which is complicated by the presence of foreign solid impurities. The purpose of the study. Disclosures of the main problems of cleaning feed from foreign impurities during their preparation, leading to disruption of the shredders or the entire feed preparation line and feeding schedule, reducing the productivity of animals, the solution of which is an urgent task. Materials and methods of research. The technological scheme of the pneumomechanical separation device is substantiated and mathematical models of the influence of the design and operating parameters of the separation device on the degree of purification of stem feeds are obtained. The degree of influence of the physical and mechanical properties of impurities on the separation

process has been experimentally established. The results of the study. To study the influence of the design parameters and operating modes of the device on the quality of stem feed cleaning, a multifactorial experiment was conducted and a regression equation was obtained for the degree of cleaning depending on the operating modes of the device. The optimal operating parameters of the separation device were determined by examining the response surface using two-dimensional cross sections. Discussion and conclusion. The optimal parameters and modes of the separation unit have been identified, providing the greatest purification (degree of purification $\eta_0 = 93.8...95.3\%$) of stem feeds from solids at the lowest cost.

Ключевые слова: стебельные корма, инородные тела, сепарирующее устройство, расход воздуха, конфузор, процесс разделения, поверхность отклика.

Key words: stem feeds, foreign bodies, separation device, air flow, confuser, separation process, response surface.

Введение. Увеличение производства животноводческой продукции в Республике Казахстан невозможно без качественного приготовления кормов, рационального использования и сокращения их потерь. В рационе крупного рогатого скота значительную долю составляет грубые стебельные корма.

Основу технологической операции кормоприготовления составляет измельчение. Данный процесс нарушается тем, что вместе с стебельными кормами попадают инородные примеси. От них быстро изнашиваются и повреждаются режущие органы [1], приводя к увеличению энергозатрат процесса резания, к сокращению производительности машины, к лишним затратам на покупку и ремонт рабочих деталей. Наличие тяжелых крупных тел вызывают выхода из строя или к длительной остановке всей кормоприготовительного комплекса, которые приводят к нарушению графиков кормления, сокращению продуктивности животных. Заостренные мелкие инородные тела, попадая с кормами в внутренние органы животных, вызывают у них травматизм, и даже гибель [2]. Сокращение поголовья продуктивного скота несут для хозяйства ощутимые экономические потери и решения которых является актуальной проблемой.

Инородные твердые тела различной формы и размеров в грубые стебельные корма попадают в процессе их уборки, погрузки и хранения. Очистка кормов от инородных примесей непосредственно перед процессом измельчения существенно улучшает эффективность работы кормоприготовительных машин.

Для отделения инородных твердых тел от сельскохозяйственных материалов существует множество сепарирующих устройств различных конструкций [3], которые классифицируются по способу сепарации, по форме и принципу действия рабочего органа, по физико-механическим свойствам и размерам разделяемых тел.

Сепарирующие устройства, отделяющие инородные тела механическими или магнитными способами, не универсальны по отношению к очищаемым кормам, имеют низкий степень очистки, сложны в конструкции и требуют значительные энергозатраты в изготовлении [4-12]. Отсутствует единое мнение по определению коэффициента парусности разделяемых компонентов. Поэтому очистка грубых стебельных кормов с применением воздушного потока изучена недостаточно и решение данной проблемы является актуальной.

Сравнивая преимущества и недостатки существующих конструкций сепараторов, физико-механические свойства разделяемых компонентов, разработано пневмомеханическое устройство для очистки стебельных кормов от твердых тел, новизна которого подтверждена патентом на изобретение [13,14,15,16].

Целью исследований является выбор оптимальных конструктивно-режимных параметров сепарирующей установки, обеспечивающие максимальное отделения стебельных кормов от инородных тел.

Материалы и методы исследования. Теоретическими исследованиями получены математические выражения вычисления основных параметров и режимов работы сепарирующей установки [17]. Экспериментальными исследованиями определены степень влияния размеров отделяемых частиц, их физико-механических свойств и скорости вращения на процесс сепарирования: [18].

Проблема улучшения процесса отделения стебельных кормов от примесей потребовало предварительного изучения влияния расхода воздуха Q_B на производительность разделяющего устройства. Изменение количества воздуха осуществлялось с помощью жалюзи и скорости воздушного потока в конфузоре. Полученные результаты подтверждает о правильности теоретической зависимости производительности разделяющего устройства от расхода воздуха (рисунок 1).

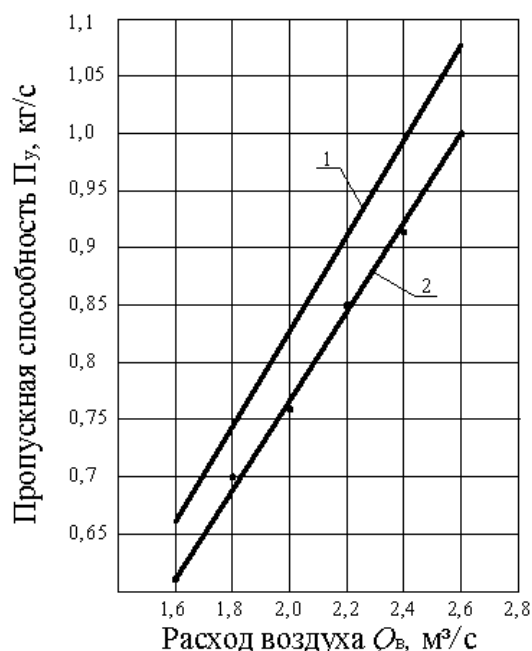


Рисунок 1– Зависимость пропускной способности P_y сепарирующего устройства от расхода воздуха Q_B : 1. расчетная; 2. экспериментальная

Исследовалась солома яровой пшеницы со средней длиной частиц в пределах 220...225 мм, плотностью 40 кг/м³ и влажностью 13,4 %. В расчетах коэффициент допустимой массовой концентрации стебельных кормов в воздухе принят равным 0,7.

Качество процесса сепарации характеризуется степенью очистки корма и определяется не массой выделенных примесей, а их числом. Степень очистки кормов равна [17]:

$$\eta_0 = \frac{\Delta n_{np}}{n_{np}} 100 \%, \quad (1)$$

где Δn_{np} – выделенное число примесей, шт.; n_{np} – общее число примесей в неочищенном корме, шт.

Данный критерий оптимизации имеет четкий физический смысл, определяется конкретными условиями объема исследования и возможностями экспериментальной установки, является наиболее исчерпывающей характеристикой процесса отделения грубых стебельных кормов от инородных примесей.

Для исследования влияния конструктивно-режимных параметров устройства на очищенность стебельных кормов выбрано двадцать факторов, наиболее влияющие на данный технологический процесс. После проведения отсеивающих экспериментов отобраны наиболее значимые факторы [19]: (X_3 - скорость воздушного потока, X_{11} - подача соломы на ленту загрузочного транспортера, X_{16} - скорость ленты загрузочного транспортера, X_{19} - толщина слоя соломы на загрузочном транспортере, X_{20} - высота расположения конфузора над загрузочным транспортером).

Результаты исследования.

Для получения математической модели технологического процесса очистки стебельных кормов был реализован ортогональный центральный композиционный план типа B_5 , интервалы и уровни изменения входных факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
	Нижний уровень, - 1	Основной уровень, 0	Верхний уровень, + 1	
1.Скорость воздушного потока, v_B , м/с	15,66	19,66	23,66	4
2.Подача исходного материала на ленту загрузочного транспортера, Q , кг/с	0,8	1,2	1,6	0,4
3.Скорость ленты загрузочного транспортера, v_T , м/с	0,4	0,6	0,8	0,2
4.Толщина слоя исходного материала на загрузочном транспортере, H_T , м	0,05	0,10	0,15	0,05
5.Высота расположения конфузора над загрузочным транспортером, $H_{\text{вер}}$, М	0,15	0,25	0,35	0,1

В результате реализации многофакторного эксперимента получены математические модели процесса разделения стебельных кормов от инородных тел в виде функциональных зависимостей степени очистки от параметров сепарирующего устройства:

$$\begin{aligned} \eta_0 = & 130,627 + 0,371v_B - 22,522Q - 57,486v_T - 211,438H_T + 152,79H_{\text{вер}} + \\ & + 0,138v_B^2 - 1,33v_BH_T - 16,703v_BH_{\text{вер}} + 10,786Q^2 + 15,103v_T^2 + \\ & + 31,835v_TH_T + 68,998v_TH_{\text{вер}} + 478,6H_T^2 - 133,0H_{\text{вер}}^2, \end{aligned} \quad (2)$$

Методика исследования поверхности отклика с помощью двумерных сечений предусматривал применения метода крутого восхождения, основанный на движении из некоторой точки поверхности по кратчайшему пути к оптимуму [20].

Из десяти возможных двумерных сечений исследованы те сечения, которые имеют наибольшее практическое значение:

$X_3 - X_{19}$ ($X_{11} = 0$; $X_{16} = 0$; $X_{20} = 0$), $X_{11} - X_{20}$ ($X_3 = 0$; $X_{16} = 0$; $X_{19} = 0$), $X_{16} - X_{19}$ ($X_3 = 0$; $X_{11} = 0$; $X_{20} = 0$), $X_{16} - X_{20}$ ($X_3 = 0$; $X_{11} = 0$; $X_{19} = 0$).

Для получения двумерных сечений поверхности отклика, характеризующей степень отделения стебельных кормов от инородных тел находили частные производные от функции оптимизации (2) по выбранным факторам.

Анализ двумерных сечений (рисунки 2-5) позволил определить оптимальные значения режимных параметров работы разделяющего устройства (рисунок 6), обеспечивающие наибольшую степень очистки корма от инородных примесей (таблица 2).

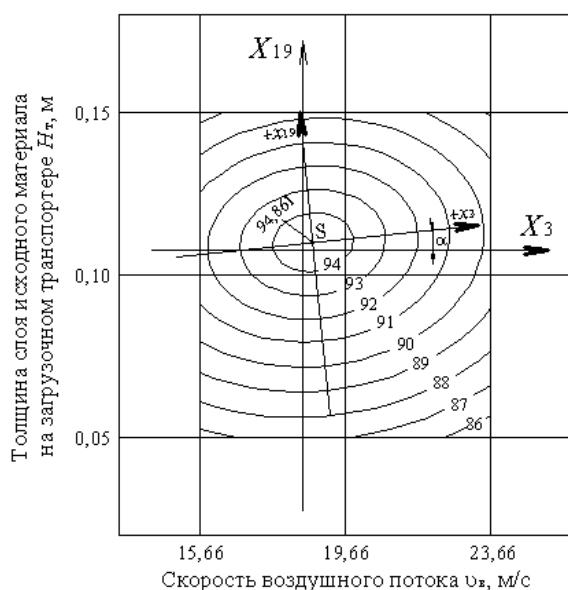


Рисунок 2 – Двумерное сечение поверхности отклика степени очистки корма η_0 в зависимости от скорости воздушного потока v_b (X_3) и толщины слоя соломы на загрузочном транспортере H_T (X_{19}) при $X_{11} = 0$; $X_{16} = 0$; $X_{20} = 0$

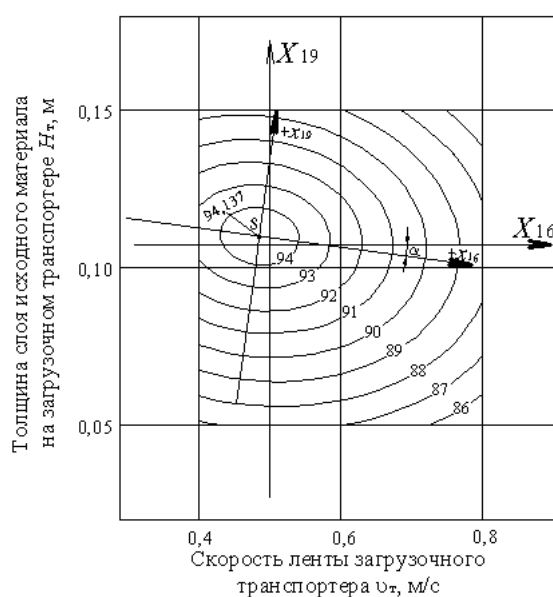


Рисунок 3 – Двумерное сечение поверхности отклика степени очистки корма η_0 в зависимости от скорости ленты загрузочного транспортера v_T (X_{16}) и толщины слоя соломы на загрузочном транспортере H_T (X_{19}), при $X_3 = 0$; $X_{11} = 0$; $X_{20} = 0$

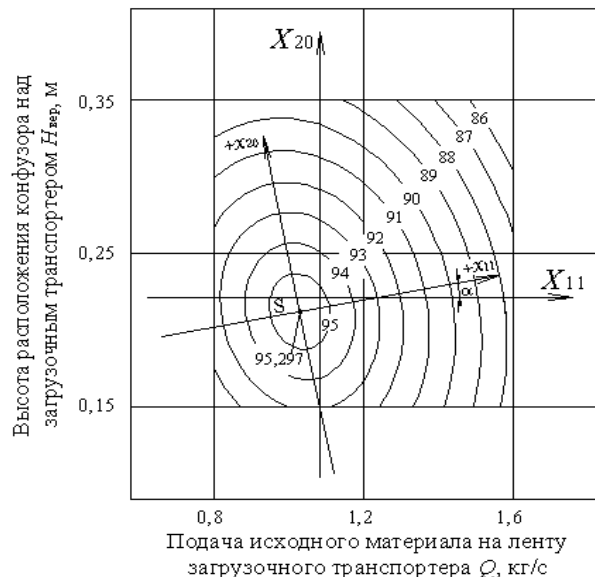


Рисунок 4 – Двумерное сечение поверхности отклика степени очистки корма η_0 в зависимости от подачи соломы на ленту загрузочного транспортера Q (X_{11}) и высоты расположения конфузора над загрузочным транспортером $H_{\text{вер}}$ (X_{20}), при $X_3 = 0$; $X_{16} = 0$; $X_{19} = 0$

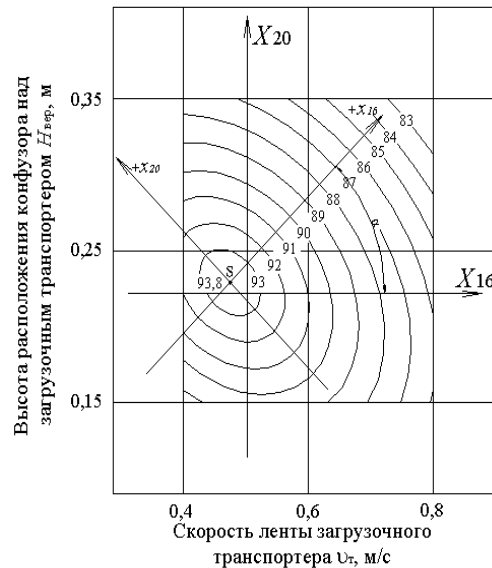


Рисунок 5 – Двумерное сечение поверхности отклика степени очистки корма η_0 в зависимости от скорости ленты загрузочного транспортера v_T (X_{16}) и высоты расположения конфузора над загрузочным транспортером $H_{\text{вер}}$ (X_{20}), при $X_3 = 0$; $X_{11} = 0$; $X_{19} = 0$



Рисунок 6 – а). Производственные испытания сепарирующего устройства;
б). Инеродные тела

Таблица 2 – Оптимальные режимные параметры работы разделяющего устройства

Наименование параметров	Обозначение и значение фактора	Раскодированное оптимальное значение	Оптимальное значение критерия оптимизации
Скорость воздушного потока, v_b	$X_3 = -0,29$	18,50 м/с	94,5 %
Подача соломы на ленту загрузочного транспортера, Q	$X_{11} = -0,275$	1,09 кг/с	
Скорость ленты загрузочного транспортера, v_t	$X_{16} = -0,6$	0,48 м/с	
Толщина слоя соломы на загрузочном транспортере, H_t	$X_{19} = 0,3$	0,115 м	
Высота расположения конфузора над загрузочным транспортером, $H_{\text{вер}}$	$X_{20} = -0,32$	0,218 м	

Обсуждение и заключение. Очистка стебельных кормов от инородных тел наиболее эффективно в результате пневмомеханического воздействия на разделяемые компоненты. По результатам экспериментальных исследований были установлены оптимальные режимные параметры сепарирующей установки (рисунок 6).

Наибольший показатель степени очистки $\eta_o = 93,8...95,3\%$ грубых стебельных кормов от инородных тел обеспечивается при скорости воздушного потока в интервале $v_b = 18...19$ м/с, подаче соломы на загрузочный транспортер $Q = 1,05...1,15$ кг/с, скорости загрузочного транспортера $v_t = 0,43...0,52$ м/с, толщине слоя соломы на загрузочном транспортере $H_t = 0,10...0,12$ м, высоте расположения конфузора над загрузочным транспортером $H_{\text{вер}} = 0,18...0,24$ м. Невозвратимых потерь корма в процессе сепарации не наблюдалось, а возвратимые потери не превышали 2...3% от общего количества очищаемого грубого стебельного корма. Приведенные затраты пневмомеханического сепарирующего устройства на 29,8% ниже по сравнению с магнитным сепаратором ДЛ-1С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кулаковский, И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов [Текст] / И.В. Кулаковский// – М. : Россельхозиздат, 1984. – 215 с.
- Волотко, И.И. Кормовой травматизм крупного рогатого скота [Текст] / И.И. Волотко// – М. : Агропромиздат, 1987. – 80 с.

3 Джаналиев, Е. М. Классификация и анализ работы существующих кормоочистительных устройств [Текст] / Е.М. Джаналиев // Сб. науч. тр. ЗКАУ. – Уральск, 2000. – С. 314-319.

4 Nuralin, B.N. Constructive-regime parameters of rotor-brush cleaner for tuberous roots dry cleaning [Текст] / B.N. Nuralin [and etc.] // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. - 2018. - Vol. 40. -№ 40:113. - P. 1-7.

5 Vozhdaeva, N.G. Modern Feed-Processing Equipment for Small Farming in The Agricultural Business [Текст] / N.G. Vozhdaeva [and etc.] // Education excellence and innovation management: a 2025 vision to sustain economic development during global challenges : 35th International-Business-Information-Management-Association Conference (IBIMA). - 2020. - P.14953-14964.

6 Borotov, A. N. Parameters and operation process of supplier rollers of the feed chopper device [Текст] / A.N. Borotov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. - 868 (1). – С. 012035.

7 Astanakulov, K.D. Study on preparation and distribution of forage by chopping coarse fodder [Текст] / K.D. Astanakulov [and etc.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. -№ 614 (1). – С. 012158.

8 Tumanova, M.I. Theoretical and experimental aspects of studying the disc working body of the feed chopper [Текст] / M.I. Tumanova, E.A. Kotelevskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. -№ 839(4). – С. 042032.

9 Van Dam, V. Parameter optimization of cutting force in corn stalk chopping [Текст] / V. Van Dam[and etc.] // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. -2019. - 9(3). - P.655-664.

10 Design and test of stalk chopping and conveying device for corn combine reaping both stalk and spike [Текст] / Y. Zhang [and etc.] // Nongye Jixie Xuebao / Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. -2016. -№ 47. - P.208-214.

11 Дусенов, М.К. Исследование процесса очистки корнеклубнеплодов роторной щеткой [Текст] / М.К. Дусенов // Наука и образование. - 2020. - №1-2 (58). - С.117-120.

12 Tkachev, V. Improving the efficiency of separating machines equipped with flat oscillating sieves [Текст] / V. Tkachev, N. Borodin, A. Knyazev, R. Borovikov, V. Lebedev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. - Vol. 839

13 Джапаров, Р.Р. Пат. 9022 Республика Казахстан, МПК6 А 01 D 75/00. Устройство для отделения инородных твердых предметов от стеблевых кормов [Текст] / Р.Р. Джапаров, Н.Р. Джапаров, Е.М. Джаналиев. - заявлено 03.11.98; опубл. 15.06.2000, Бюл. № 6.

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

15 Турбин, Б.Г. Сельскохозяйственные машины: теория и технологический расчет [Текст] / Б.Г. Турбин. – Л. : Машиностроение, 1967. – 582 с.

16 Малис, А.Я. Пневматический транспорт сыпучих материалов / А.Я. Малис. – М. : Машгиз, 1985. – 186 с.

17 Нуралин, Б.Н. Обоснование конструктивно-режимных параметров сепарирующего устройства [Текст] / Б.Н. Нуралин, Е.М. Джаналиев// Журнал «Новости науки Казахстана». – Алматы, №3, 2024. –С.76-91.

18 Нуралин, Б.Н. Исследование влияния технологических параметров примеси на процесс очистки стеблевых кормов от инородных тел[Текст] / Б.Н. Нуралин, Е.М. Джаналиев, Н.В. Костюченков, А.Ж. Нұралин// Журнал «Наука и образование». - Уральск, ЗКАТУ им. Жангир хана, № 2-2, (67), 2022. –С.166-176.

19 Джаналиев, Е.М. Методика и результаты отсеивающих экспериментов при исследовании сепарирующего устройства [Текст] / В.А. Мухин, Е.М. Джаналиев. – Саратов: Вестник СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2007. – № 3. – С. 55–57.

20 Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С.В. Мельников, В.Р. Алешин, П.М. Рошин. – 2 изд., перераб. и доп. – Л. : Колос, 1980. – 168 с.

REFERENCES

- 1 Kulakovskij, I.V. Mashiny i oborudovanie dlya prigotovleniya kormov [Tekst] / I.V. Kulakovskij// – M. : Rossel'hozizdat, 1984. – 215 s.
- 2 Volotko, I.I. Kormovoj travmatizm krupnogo rogatogo skota [Tekst] / I.I. Volotko// – M. : Agropromizdat, 1987. – 80 s.
- 3 Dzhanaliev, E. M. Klassifikaciya i analiz raboty sushchestvuyushchih kormoочистител'nyh ustroystv [Tekst] / E.M. Dzhanaliev // Sb. nauch. tr. ZKAU. – Ural'sk, 2000. – S. 314-319.
- 4 Nuralin, B.N. Constructive-regime parameters of rotor-brush cleaner for tuberous roots dry cleaning [Tekst] / B.N. Nuralin [and etc.] // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. - 2018. - Vol. 40. -№ 40:113. - R. 1-7.
- 5 Vozhdaeva, N.G. Modern Feed-Processing Equipment for Small Farming in The Agricultural Business [Tekst] / N.G. Vozhdaeva [and etc.] // Education excellence and innovation management: a 2025 vision to sustain economic development during global challenges : 35th International-Business-Information-Management-Association Conference (IBIMA). - 2020. - P.14953-14964.
- 6 Borotov, A. N. Parameters and operation process of supplier rollers of the feed chopper device [Tekst] / A.N. Borotov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. - 868 (1). – C. 012035.
- 7 Astanakulov, K.D. Study on preparation and distribution of forage by chopping coarse fodder [Tekst] / K.D. Astanakulov [and etc.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. -№ 614 (1). – C. 012158.
- 8 Tumanova, M.I. Theoretical and experimental aspects of studying the disc working body of the feed chopper [Tekst] / M.I. Tumanova, E.A. Kotelevskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. -№ 839(4). – C. 042032.
- 9 Van Dam, V. Parameter optimization of cutting force in corn stalk chopping [Tekst] / V. Van Dam[and etc.] // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. -2019. - 9(3). - P.655-664.
- 10 Design and test of stalk chopping and conveying device for corn combine reaping both stalk and spike [Tekst] / Y. Zhang [and etc.] // Nongye Jixie Xuebao / Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. -2016. -№ 47. - P.208-214.
- 11 Dusenov, M.K. Issledovanie processa ochistki korneklubneplodov rotornoj shchetkoj [Tekst] / M.K. Dusenov // Nauka i obrazovanie. - 2020. - №1-2 (58). - S.117-120.
- 12 Tkachev, V. Improving the efficiency of separating machines equipped with flat oscillating sieves [Tekst] / V. Tkachev, N. Borodin, A. Knyazev, R. Borovikov, V. Lebedev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. - Vol. 839
- 13 Dzhaparov, R.R. Pat. 9022 Respublika Kazakhstan, MPK6 A 01 D 75/00. Ustrojstvo dlya otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot steblevyh kormov [Tekst] / R.R. Dzhaparov, N.R. Dzhaparov, E.M. Dzhanaliev. - zayavleno 03.11.98; opubl. 15.06.2000, Byul. № 6.
- 14 Krasnikov, V. V. Pod'emno-transportnye mashiny [Tekst] / V.V. Krasnikov [i dr]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat, 1987. – 272 s.
- 15 Turbin, B.G. Sel'skohozyajstvennye mashiny: teoriya i tekhnologicheskij raschet [Tekst] / B.G. Turbin. – L. : Mashinostroenie, 1967. – 582 s.
- 16 Malis, A.YA. Pnevmaticheskij transport sypuchih materialov / A.YA. Malis. – M. : Mashgiz, 1985. – 186 s.
- 17 Nuralin, B.N. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnyh parametrov separiruyushchego ustrojstva [Tekst] / B.N. Nuralin, E.M. Dzhanaliev// ZHurnal «Novosti nauki Kazahstana». – Almaty, №3, 2024. –S.76-91.
- 18 Nuralin, B.N. Issledovanie vliyaniya tekhnologicheskikh parametrov primesi na process ochistki stebel'nyh kormov ot inorodnyh tel[Tekst] / B.N. Nuralin, E.M. Dzhanaliev, N.V. Kostyuchenkov, A.ZH. Nuralin// ZHurnal «Nauka i obrazovanie». - Ural'sk, ZKATU im. ZHanger hana, № 2-2, (67), 2022. –S.166-176.
- 19 Dzhanaliev, E.M. Metodika i rezul'taty otseivayushchih eksperimentov pri issledovanii separiruyushchego ustrojstva [Tekst] / V.A. Muhin, E.M. Dzhanaliev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I.Vavilova, 2007. – № 3. – S. 55–57.

20 Mel'nikov, S.V. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah sel'skohozyajstvennyh processov [Tekst] / S.V. Mel'nikov, V.R. Aleshin, P.M. Roshchin. – 2 izd., pererab. i dop. – L. : Kolos, 1980. – 168 s.

ТҮЙІН

Кіріспе. Ірі қара малдың рационындағы ірі сабақты азық талшықтың маңызды көзі болып табылады. Сабақты азықты тамақтандыруға дайындау оларды ұсақтаудан басталады, бұл бөгде қатты қоспалардың болуымен қиындайды. *Зерттеудің мақсаты.* Оларды дайындау кезінде азықты бөгде қоспалардан тазартудың негізгі проблемаларын ашу, ұсақтағыштардың немесе бүкіл азық дайындау желісі мен азықтандыру кестесінің бұзылуына, шешімдері өзекті міндет болып табылатын жануарлардың өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. *Зерттеу материалдары мен әдістері.* Пневмомеханикалық бөлгіш құрылғының технологиялық схемасы негізделген және бөлгіш құрылғының құрылымдық-режимдік параметрлерінің сабақты азықты тазарту дәрежесіне әсер етуінің математикалық модельдері алынды. Қоспалардың физика-механикалық қасиеттерінің бөлу процесіне әсер ету дәрежесі эксперименталды түрде анықталды. *Зерттеу нәтижелері.* Құрылғының құрылымдық параметрлері мен жұмыс режимдерінің сабақты азықты тазарту сапасына әсерін зерттеу үшін көп факторлы эксперимент жүргізілді және құрылғының жұмыс режимдеріне байланысты тазарту дәрежесі үшін регрессия теңдеуі алынды. Бөлу құрылғысының оңтайлы жұмыс параметрлері жауап бетін екі өлшемді бөлімдермен зерттеу арқылы анықталды. *Талқылау және қорытынды.* Ең аз шығындармен қатты денелерден сабақты азықты ең көп тазартуды қамтамасыз ететін бөлгіш қондырғының оңтайлы параметрлері мен режимдері анықталды (тазару дәрежесі $\eta_0 = 93,8...95,3\%$).

ӨОЖ 57.084.2
 FTAXP 68.41.15

DOI 10.52578/2305-9397-2024-4-2-208-216

Абдуллина Э. С., ветеринария ғылымдарының магистрі, **негізгі автор,** <https://orcid.org/0000-0001-8558-329X>

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей қ., көш. Глинка 20(а), 071412, Қазақстан, emmmmy@mail.ru

Серікова А. Т., ветеринария ғылымдарының кандидаты, <https://orcid.org/0000-0002-8707-5878>

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей қ., көш. Глинка 20(а), 071412, Қазақстан, aiser_71@mail.ru

Байғазанов А. Н., ветеринария ғылымдарының кандидаты, <https://orcid.org/0009-0004-4578-861X>

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей қ., көш. Глинка 20(а), 071412, Қазақстан, abdrahman_59@mail.ru

Асауова Ж. С., ветеринария ғылымдарының кандидаты, <https://orcid.org/0000-0001-7071-7320>

«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62, 01000, Қазақстан, asauova2019@mail.ru

Жұмахан Ә. Ж., магистрант, <https://orcid.org/0009-0002-0883-6155>

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей қ., көш. Глинка 20(а), 071412, Қазақстан, alishka200110@gmail.com

Abdullina E. S., Master of Veterinary Sciences, **the main author,** <https://orcid.org/0000-0001-8558-329X>

NJSC «Shakarim University of Semey», Semey, st. Glinka 20(a), 071412, Kazakhstan, emmmmy@mail.ru

Serikova A. T., Candidate of Veterinary Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-8707-5878>

NJSC «Shakarim University of Semey», Semey, st. Glinka 20(a), 071412, Kazakhstan, aiser_71@mail.ru

Baigazanov A. N., Candidate of Veterinary Sciences, <https://orcid.org/0009-0004-4578-861X>

NJSC «Shakarim University of Semey, Semey», st. Glinka 20(a), 071412, Kazakhstan, abdrahman_59@mail.ru