

15 Patent №2490844 (RU). Pluzhnyj korpus/Tyrnov YU.A., Balashov A.V., Belogorskiy V. P., Marnov S. V. – Opubl. 27.08.2013.

16 Vedenyapin G. V. Ekspluatatsiya mashino - traktornogo parka/ G. V. Vedenyapin, YU.K. Kirtbaya, M.P. Sergeev. – M.: Kolos, 1968. – 343s.

17 Baumhardt, R.L., Jones, O.R., Schwartz, R.C. Long-term effects of profile-modifying deep plowing on soil properties and crop yield (2008) Soil Science Society of America Journal, 72 (3), pp. 677-682.

18 Schwartz, R.C., Baumhardt, R.L., Scanlon, B.R., Bell, J.M., Davis, R.G., Ibragimov, N., Jones, O.R., Reedy, R.C. Long-term changes in soil organic carbon and nitrogen under semiarid tillage and cropping practices (2015) Soil Science Society of America Journal, 79 (6), pp. 1771-1781.

19 Nuralin B.N. Obosnovanie formy i parametrov rombovidnogo rabochego organa povorotnogo pluga dlya gladkoj vspashki/ B.N. Nuralin, S.V. Olejnikov, A.ZH. Murzagaliev // ZHurnal «Novosti nauki Kazakhstana». - Almaty, №2, 2016. - S.186-195.

20 Patent na poleznuyu model' №5143 (KZ). Rabochii organ k povorotnomu plugu dlya osnovnoj obrabotki pochvy / Nuralin B.N., Konstantinov M.M., Olejnikov S.V., Galiev M., Nuralin A.ZH. i dr.// Opubl. 10.07.2020g. Byul. № 27.

РЕЗЮМЕ

Серийные отвальные рабочие органы выполняют оборот пласта только в одну стороны и обеспечивают загонную вспашку с образованием свальных гребней и развальных борозд, клиньев, что снижает качество обработки почвы. Гладкая вспашка оборотными и поворотными плугами тоже осуществляются рабочими органами с использованием лево-правооборачивающих серийных отвалов, установленные на одном или на двух отдельных стойках, что повышают металлоемкость конструкции и тяговое сопротивление орудия. Поворотный плуг поворотными рабочими органами с использованием симметричного лево-правооборачивающего ромбовидного отвала, установленного на одной стойке, имеет снижение удельной металлоемкости в 1,6 раза, повышение производительности до 15...20% по сравнению плугами с серийными отвалами за счет сокращения длины холостых ходов и снижения тягового сопротивления агрегата, и обеспечивает качественную гладкую вспашку при наименьших энергозатратах. Гладкая вспашка с выровненной поверхностью, что создает более благоприятные условия для роста урожайности возделываемых растений на 5...10% и работы машин, выполняющих следующие за вспашкой технологические операции.

УДК 631.362.334: 631.365.34

МРНТИ 55.57.43, 68.85.39

Дусенов Максұт Кажиахметович, PhD, основной автор, <https://orcid.org/0000-0002-1855-6694>

НАО «Западно-Казакхстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, ул. Жангир хана, 51, г. Уральск, Республика Казакхстан, dusenov.maksut@mail.ru

Dussenov Maxut Kazhiahmetovich, PhD, the main author , <https://orcid.org/0000-0002-1855-6694>,

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

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДВУХОПОРНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE WORKING PARTIES OF A DOUBLE- SUPPORT GRINDER OF ROOT CROPS

Аннотация

В данной статье рассматривается теоретическое обоснование рабочих органов измельчителя. Рабочий процесс данного измельчителя основан на двухопорном измельчении

корнеклубнеплодов, позволяющего повысить качество измельчения в соответствии с зоотехническими требованиями и снизить энергоемкость процесса измельчения. Приведены исследования по обоснованию скользящего двухопорного резания продукта, с целью снижения энергозатрат и времени взаимодействия корнеклубнеплода с рабочим органом. Определены зависимости силы резания от угла наклона ножа к плоскости резания, коэффициента трения, конструктивных размеров ножа, физико-механических свойств продукта, что позволяет определить оптимальные параметры процесса резания. Рассматривается рабочий процесс резания корнеклубнеплода плоским ножом с подпором вращающегося диска. В результате происходит снижение пути прохождения ножа по продукту, уменьшается сжатие как продукта в целом так и отрезанных ломтиков, что ведет снижению выделения сока. Сравнительная характеристика удельной работы предлагаемого измельчителя с существующим промышленным устройством показывает, что наблюдается снижение на 22%. Технический результат от использования предлагаемого технического решения заключается в создании эффективного устройства для измельчения корнеклубнеплодов, позволяющего улучшить технико-экономические показатели процесса измельчения корнеклубнеплодов и обеспечить минимальное разрушение структуры корнеклубнеплодов без обильного соковыделения.

ANNOTATION

This article discusses the theoretical justification of the working bodies of the chopper. The working process of this grinder is based on two-bearing grinding of root crops, which makes it possible to improve the quality of grinding in accordance with zootechnical requirements and reduce the energy intensity of the grinding process. The researches on substantiation of the sliding two-bearing cutting of the product are given in order to reduce energy consumption and the time of interaction of the root crop with the working body. The dependences of the cutting force on the angle of inclination of the knife to the cutting plane, the coefficient of friction, the design dimensions of the knife, and the physical and mechanical properties of the product are determined, which makes it possible to determine the optimal parameters of the cutting process. The working process of cutting a root crop with a flat knife with a support of a rotating disk is considered. As a result, there is a reduction in the path of the knife through the product, the compression of both the product as a whole and the cut slices decreases, which leads to a decrease in the release of juice. Comparative characteristics of the specific work of the proposed grinder with the existing industrial device shows that there is a decrease of 22%. The technical result of using the proposed technical solution is to create an effective device for grinding root crops, which makes it possible to improve the technical and economic indicators of the process of grinding root crops and ensure minimal destruction of the structure of root crops without abundant juice secretion.

Ключевые слова: рабочий орган, сила резания, корнеклубнеплод, измельчение, нож, диск, угол наклона, эксцентриситет.

Key words: working part, cutting force, root crop, grinding, knife, disc, angle of inclination, eccentricity.

Введение. В связи со снижением кормовой базы и засушливого климата в Западных регионах Казахстана возник дефицит разнообразия кормов. При кормлении животных в основном используется монорацион и нехватка сочных, молокогонных кормов. Данный дефицит можно восполнить если в рацион животных включить сбалансированные по питательности корма. Одним из питательных по свойствам являются корнеклубнеплоды, которые перед скармливанием надо измельчать. Измельченные корнеклубнеплоды легко поедаются животными и происходит полное усвоение питательных веществ организмом животного. Усвоение питательных веществ зависит от размеров частиц, так как скорость взаимодействия желудочного сока прямо пропорциональна объему измельченных корнеклубнеплодов. При измельчении корнеклубнеплодов получается большая масса частиц небольших размеров, которые в отдельности обволакиваются желудочным соком и быстро усваиваются выделяя необходимые питательные вещества в виде сахарозы [1,2].

Вместе с тем, любое измельчение продуктов требует больших энергетических затрат, которые не всегда компенсируются повышением коэффициента продуктивного его действия.

Поэтому на операции измельчения в общем технологическом процессе переработки и приготовления кормов должен приходиться минимум суммарных потерь питательных веществ и затрат энергии [3, 4].

Целью работы является обоснование расположения рабочих органов двухпорного измельчителя корнеклубнеплодов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: обосновать рабочий процесс двухпорного измельчения корнеклубнеплодов; определить влияние конструктивных характеристик рабочих органов и режимных параметров на процесс измельчения.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования является рабочий орган измельчителя корнеклубнеплодов. Предметом исследования процесс измельчения корнеклубнеплодов двухпорным резанием.

Для проведения исследования использовали теоретические расчеты и экспериментальные исследования.

Для обоснования конструкции рабочих органов измельчителя корнеклубнеплодов проводился патентный поиск конструкции измельчителей и исследование процесса измельчения; по определению конструктивных параметров использовали силовой расчет взаимодействия рабочих органов и продукта; оптимизация режимных параметров устройства измельчения корнеклубнеплодов состояла в определении эффективности измельчения при различных положениях рабочих органов в зависимости режимных параметров, а также, в снижении энергоемкости рабочего процесса. В период лабораторных исследований устройства нами проверена возможность измельчения корнеклубнеплодов, по которым были получены положительные результаты.

Методика исследования. Измельчители корнеклубнеплодов в линии приготовления кормов являются одним из самых энергоемких видов технологического оборудования, без которого невозможно приготовить сбалансированные сочные корма. В данных устройствах процесс измельчения в зависимости от воздействию режущего инструмента на продукт разделен на следующие технологические процессы (рис.1): резание пуансоном и резание лезвием.

В промышленных машинах по измельчению корнеклубнеплодов рабочий процесс в основном построен на рубке или ударе пуансоном и резание лезвием [5, 6, 7]. У каждого из указанных способов есть свои достоинства. Наша задача определить преимущества по энергозатратам технологического процесса рубки и резания для обоснования рабочего органа для измельчения корнеклубнеплодов.

Согласно анализа ранее проведенных исследований по снижению энергоемкости измельчения корнеклубнеплодов наиболее рациональным способом является скользящее резание. Ранее исследованиями были рассмотрены случаи скользящего резания одним рабочим органом.

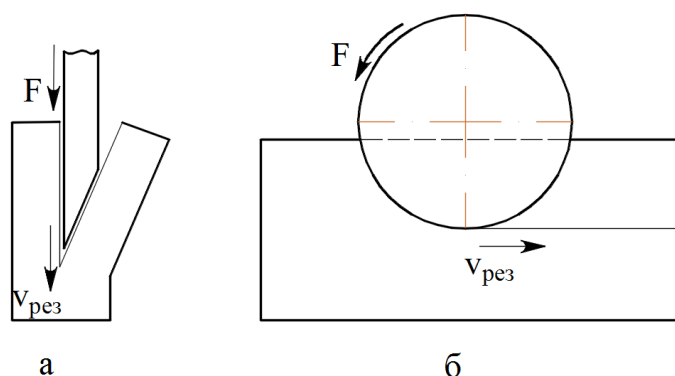


Рисунок 1 – Резание корнеклубнеплода: а – пуансоном(ножом); б – лезвием диска

Мы предлагаем воздействовать на продукт двумя рабочими инструментами в виде ножа и диска, где они будут выполнять функцию резания и взаимной фиксации продукта.

Исследование скользящего резания корнеклубнеплода в плоскости ножа и диска позволит найти оптимальные конструктивно-режимные параметры рабочих органов.

Рассмотрим процесс скользящего резания корнеклубнеплода между ножами и дисками. Резание со скольжением сопровождается сжиманием и отгибанием ломтика корнеклубнеплода вбок, а в некоторых случаях и откалыванием от основного материала. При нарастании сжимающих усилий возможна выдавливание материала с выделением питательного сока. Данный случай может произойти если угол защемления измельчаемого продукта больше угла резки. Выполнение данного условия возможно при конструктивном расположении ножа и диска.

В данном устройстве при использовании опорных многолезвийных режущих инструментов происходит стесненное скользящее резание, когда между параллельно расположенным ножом и диском возникают силы, которые стремятся отогнуть срезаемый слой корнеклубнеплода [12, 13].

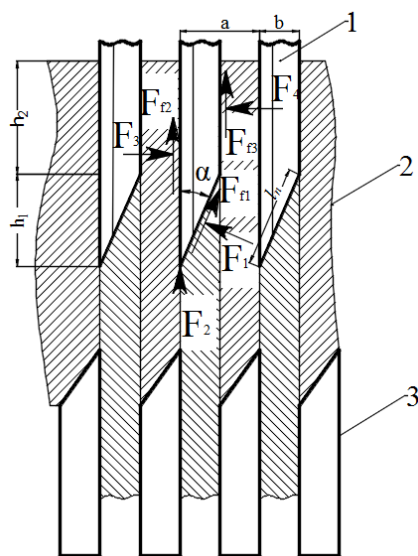


Рисунок 2 – Система сил возникающее при наклонном резание корнеклубнеплода

Данные силы по выполняемой работе разлагаются на (рис. 2): силы сопротивления перерезыванию продукта F_2 и силы обжатия F_1 , F_3 и F_4 , которые возникают при деформационном сжатии отрезаемого ломтика, направленных перпендикулярно к боковой поверхности ножа и диска, кроме того при движении ножа и диска возникают силы трения F_{f1} , F_{f2} и F_{f3} направление которых совпадает с рабочими поверхностями диска и ножа.

В процессе одновременного воздействия на корнеклубнеплод ножей и дисков сокращается глубина и время измельчения. Тем самым мы уменьшаем ломкость и соковыделение измельченных ломтиков корнеклубнеплода. Также затраты на передвижение измельченного продукта будут уменьшены за счет сил инерции вращающихся рабочих органов, которое отбрасывают ломтики к стенкам рабочей камеры и скатываются в сборную емкость [8, 9].

Такая конструкция измельчителя корнеклубнеплодов позволит снизить энергоемкость процесса измельчения за счет применения вращающихся дисков, а также получать ломтики определенных размеров в соответствии с зоотехническими требованиями [10, 11].

При резании материала девятью ножами и дисками, расположенными в одной горизонтальной плоскости, наибольшее усилие на измельчение просматривается у картофеля в этом варианте различие незначительно и составляет при скользящем резания 180 Н.

Анализ действующих сил при резании корнеклубнеплода позволяет нам определить усилие резания $F_{рез}$, которое мы должны создать, чтобы нож и диск в условиях сжатого резания могло существовать. Данное усилие резания можно определить проецируя все действующие

силы в направления резания ножа с учетом конструктивных параметров и взаимного расположения:

$$F_{рез} = F_1 \sin \alpha + F_2 + F_{f1} \cos \alpha + F_{f2} + F_{f3} = F_1 (\sin \alpha + 2 f \cos \alpha) + F_2 + 2 f F_4 \quad (1)$$

где F_2 – сопротивление резанию, Н; F_1, F_3, F_4 – силы сжатия продуктов, Н; F_{f1}, F_{f2}, F_{f3} – силы трения ножа по продукту в зависимости от коэффициента трения и нормальной силы ($F_{fi} = f_i F_i$), Н; α – угол заточки ножа, град., f – коэффициент трения ножа по поверхности корнеклубнеплода.

После преобразования формулы (1) согласно теории прочности материалов и подстановки значений соответствующих величин, получим результирующую силу:

$$F_{рез} = \frac{\delta^2 E}{4 \sin \alpha} (\sin \alpha + 2 f \cos \alpha) + qb + \delta E (h - b \cot \alpha), \quad (2)$$

где h – высота ножа, мм; δ – толщина ножа, мм; b – ширина отрезаемого продукта (расстояние между ножами $a=2b$), мм; E – модуль упругости продукта, МПа; q – сопротивление корнеклубнеплода резанию, Н/мм.

Согласно формуле (2) усилие сопротивления на ноже будет зависеть от толщины ножа и удельного сопротивления продукта резанию.

Рассмотрим процесс резания корнеклубнеплода ножом и определим силу приложенную к ножу. Сила приложенная к ножу направлена на преодоление сил сопротивления продукта резанию и сил трения (рис. 3).

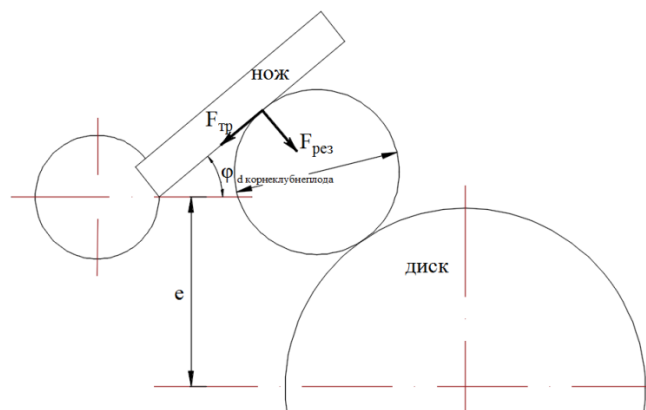


Рисунок 3 – Взаимодействие ножа с корнеклубнеплодом

Для этого спроецируем силы в направление резания и определим общую составляющую силу резания корнеклубнеплода.

$$F = F_{тр} \operatorname{tg} \varphi + F_{рез} = fmg \sin \varphi + \frac{\delta^2 E}{4 \sin \alpha} (\sin \alpha + 2 f \cos \alpha) + qb + \delta E (h - b \cot \alpha), \quad (3)$$

где m – масса ножа, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; φ – угол расположения ножа, град.

Согласно выражению (3) сила, приложенная к ножу, рассчитывается в зависимости от угла наклона ножей к плоскости резания, коэффициента трения, конструктивных размеров ножа, физико-механических свойств продукта, что позволяет определить оптимальные параметры процесса резания [14, 15, 16, 17].

Результаты и обсуждение

Экспериментально усилие сопротивление на ноже определяли на разрывной машине [18, 19]. Результаты теоретических и экспериментальных исследований приведены на графике (рис. 4).

На рисунке 4 представлен участок сжатия (А-Б, В-Г) и резания материала. Участки (О-А), (Б-В) и (Г-Д) соответствует зоне резания и подчинена закону Гука, а криволинейная зоне сжатия, где происходит уплотнение материала диском и ножом. После уплотнения материала происходит резание.

Исследуя предлагаемое устройство, изучали влияние угла наклона ножа φ (рис. 5), значения которого принимались, следуя рекомендациям, и составляли 20...60° [20, 21, 22].

Эксцентриситет расположения диска “е” (рис. 4) изменяли от 10 до 90 по вертикали. По итогам проведенных экспериментов определено, что увеличение угла эксцентриситета ведет к снижению усилия резания и при увеличении с 40 до 80 уменьшается в 1,67...2,45 раза (рис. 5). Уменьшение угла наклона ножей с 55 до 40° также ведет к снижению усилия резания в 1,17...2 раза, затем идет увеличение.



Рисунок 4 – Усилие резания корнеклубнеплода

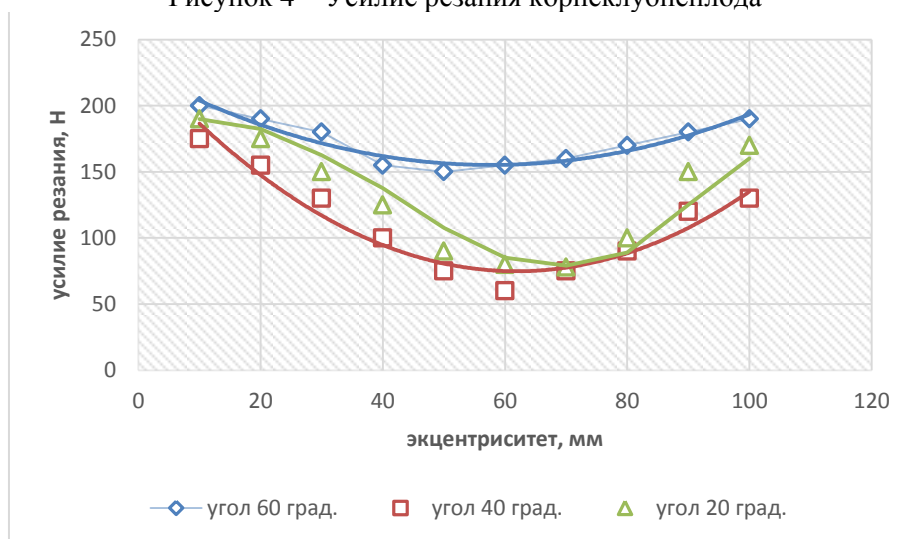


Рисунок 5 – Влияние угла наклона ножа и эксцентриситета расположения диска на силу резания

Выводы. В конструкции измельчителя корнеклубнеплодов использование ножей и дисков происходит на основе щелевого типа, которое позволяет осуществлять двухопорное резание. По сравнению с другими аппаратами он позволяет получить более тонкое измельчение и равномерный гранулометрический состав частиц. Заточка ножей под углом 60° и угол защемления 40° между ножами и дисками позволяет существенно уменьшить трение измельчаемого материала. При двухопорном резании корнеклубнеплодов, одновременное воздействие навстречу вращающихся ножей и противорежущих дисков, позволяет снизить затраты энергии на измельчения корнеклубнеплода, путем уменьшения времени и пути резания. Это позволяет улучшить технико-экономические показатели процесса измельчения корнеклубнеплодов и получать ломтики определенных размеров в соответствии с зоотехническими требованиями. Кроме того предлагаемая конструкция измельчителя позволит обеспечить минимальное разрушение структуры корнеклубнеплодов без обильного соковыделения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дусенов М.К. Исследование процесса очистки корнеклубнеплодов роторной щеткой

[Текст]: М.К. Дусенов – Уральск: Наука и образование, 2020. - № 1-2. - 117 с.

2 Дусенов, М.К. Constructive-regime parameters of rotor-brush cleaner for tuberous roots dry cleaning / М.К. Дусенов, Б.Н. Нуралин, Ж.К. Кубашева, Н.И. Омарова, В.П. Захаров, Е.М. Джаналиев, А.А. Бакушев // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, ISSN: 1678-5878 (Print) 1806-3691 (Online), Volume 40. Issue 2, February 2018.

3 Ветров И.Ю. Анализ технологических решений измельчения корнеклубнеплодов [Текст]:/ И.Ю. Ветров. – Курск: Изд-во Курская гос. Сельхоз. Акад, 2018. – 141 с.

4 Шуханов С.Н. Устройство для подготовки кормов к скармливанию [Текст]: С.Н. Шуханов, А.В. Косарева, А.С. Доржиев – Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2018. № 1. 23 с.

5 Sun, J., Li, X., Li, S., Wang, X., & Wang, L. (2021). Design optimization and experiment of four-row potato seedling-cutting machine. Applied Engineering in Agriculture, 37(6), 1155-1167. doi:10.13031/aea.14532

6 Lü, J., Yang, X., Li, Z., Li, J., & Liu, Z. (2020). Design and test of seed potato cutting device with vertical and horizontal knife group. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 51(8), 89-97. doi: 10.6041/j.issn.1000-1298.2020.08.010

7 Шуханов С.Н. [Коваливнич В.Д.](#), [Доржиев А.С.](#) Обзор современных конструкций измельчителей корнеклубнеплодов как основа для создания более совершенных машин [Текст]: С.Н. Шуханов, В.Д. Коваливнич, А.С. Доржиев – М.:Аграрная наука, 2016. № 1. С. 31.

8 Moos, J.A., Steel D.D., Kirkpatrick D.C. (2002) - Small-scale mechanical carrot washer for research sample preparation - Applied Engineering in Agriculture, Volume 18, Issue 2, 3/2002, ISSN 0883-8542, Pg. 235-241.

9 Комбинированное устройство для мойки и измельчения корнеплодов Патент №205076 от 25.06.2021 бюл №18 Морозов А. В., Хабарова В.В, Замальдинов М. М., Исаева А. М.

10 Rosenberg H.R., Garrett R.E., Voss R.E., Mitchell D.L. (1990). Labor and Competitive Agricultural Technology in 2010. Journal of Agricultural Economics. -V. 42. - #3, ISSN 1477-955220 - 26.

11 Джапаров Р.Р. Совершенствование рабочих органов измельчителя смесителя кормов ИСК-3 [Текст]: Р.Р. Джапаров, М.М. Константинов, Б.Н. Нуралин, А.Ж. Нуралин – Оренбург: Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. 2020, № 2, 133 с.

12 Дусенов М.К. Исследование повреждаемости корнеклубнеплодов в роторно-щеточном устройстве [Текст]: М.К. Дусенов – Алматы: Исследование, результаты, 2020. - № 3. - 345 с.

13 Устройство для измельчения корнеклубнеплодов. Патент №5011 на полезную модель от 05.06.2020. Р.Р.Джапаров.

14 Wang, F., Ma, S., Ke, W., Xing, H., Bai, J., Hu, J., . . . Wei, Y. (2021). Optimization of basecutter structural parameters for under-the-ground sugarcane basecutting. Applied Engineering in Agriculture, 37(2), 233-242. doi:10.13031/AEA.14178

15 Крючкова Л.Г. Обоснование способа и параметров процесса измельчения корнеплодов [Текст]: Л.Г. Крючкова – Благовещенск: [Вестник современных исследований](#), 2019. – 106 с.

16 Dabo-Niang, S. Guillas S. (2010) – Functional semiparametric partially linear model with autoregressive errors / Journal of Multivariate Analysis, Volume 101, Issue 2, 2/2010, ISSN 0047-259X, Pg. 307-315.

17 Ковалев С.В. Методика определения энергоемкости процесса измельчения корнеплодов с использованием ПЭВМ [Текст]: С.В. Ковалев. Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» - Белгород: Изд-во Белгородского гос. агр. ун-та, 2019. – 142 с.

18 Новиков В.В. Результаты исследования производительности шнекового измельчителя корнеклубнеплодов [Текст]: В.В. Новиков, О.А. Камышева, А.С. Грецов // - 2016. - №2(58) – Оренбург: Известия Оренбургского ГАУ. - 65 с.

19 Камышева О.А. Методологические основы и обоснование структурно-функциональной схемы измельчителя корнеплодов [Текст]: О.А. Камышева // Инновационные достижения науки и техники АПК. - 2017. Кинель: Изд-во Самарской ГСХА, - 679 с.

20 Малыгин Н.О. Обоснование процесса переработки корнеклубнеплодов при приготовлении кормов [Текст]: Н.О. Малыгин – Вологда: Изд-во Вологодская гос. Академия, 2021, - 82 с.

21 Савиных П.А. Определение усилия со стороны ножа при резании с качением корнеклубнеплодов в измельчителе с горизонтальным вращающимся диском [Текст]: П.А. Савиных, А.В. Алешкин, С.Ю. Булатов, Р.А. Смирнов - Вологда: Молочнохозяйственный вестник, 2016, №3 (23). – 62 с.

22 Булатов С.Ю. Результаты экспериментальных исследований по статистике окружающей среды заземления клубня в дисковом измельчителе корнеклубнеплодов [Текст]: С.Ю. Булатов, Р.А. Смирнов – Княгинино: Изд-во Нижегородского гос ун-та, 2018. №18. – 47 с.

REFERENCES

1 Dusenov M.K. Issledovanie processa ochistki korneklubneplodov rotnoi ssethko [Tekst]: M.K. Dusenov – Ural'sk: Nauka i obrazovanie, 2020. - № 1-2. - 117 s.

2 Dusenov, M.K. Constructive-regime parameters of rotor-brush cleaner for tuberous roots dry cleaning / M.K. Dusenov, B.N. Nuralin, Zh.K. Kubasheva, N.I. Omarova, V.P. Zaharov, E.M. Dzhanaliev, A.A. Bakushev // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, ISSN: 1678-5878 (Print) 1806-3691 (Online), Volume 40. Issue 2, February 2018.

3 Vetrov I.Ju. Analiz tehnologicheskikh reshenii izmel'cheniya korneklubneplodov [Tekst]: I.Ju. Vetrov. – Kursk: Izd-vo Kurskaja gos. Sel'hoz. Akad, 2018. – 141 s.

4 Shuhanov S.N. Ustroistvo dlya podgotovki kormov k skarmlivaniyu [Tekst]: S.N. Shuhanov, A.V. Kosareva, A.S. Dorzhiev – Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo gos. un-ta, 2018. № 1. 23 s.

5 Sun, J., Li, X., Li, S., Wang, X., & Wang, L. (2021). Design optimization and experiment of four-row potato seedling-cutting machine. Applied Engineering in Agriculture, 37(6), 1155-1167. doi:10.13031/aea.14532

6 Lü, J., Yang, X., Li, Z., Li, J., & Liu, Z. (2020). Design and test of seed potato cutting device with vertical and horizontal knife group. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 51(8), 89-97. doi: 10.6041/j.issn.1000-1298.2020.08.010

7 Shuhanov S.N. Kovalivnich V.D., Dorzhiev A.S. Obzor sovremennykh konstrukcii izmel'chitelei korneklubneplodov kak osnova dlya sozdaniya bolee sovershennykh mashin [Tekst]: S.N. Shuhanov, V.D. Kovalivnich, A.S. Dorzhiev – M.: Agrarnaya nauka, 2016. № 1. S. 31.

8 Moos, J.A., Steel D.D., Kirkpatrick D.C. (2002) - Small-scale mechanical carrot washer for research sample preparation - Applied Engineering in Agriculture, Volume 18, Issue 2, 3/2002, ISSN 0883-8542, Pg. 235-241.

9 Kombinirovannoe ustrojstvo dlya moi i izmel'cheniya korneplodov Patent №205076 ot 25.06.2021 bjul №18 Morozov A. V., Habarova V.V, Zamal'dinov M. M., Isaeva A. M.

10 Rosenberg H.R., Garrett R.E., Voss R.E., Mitchell D.L. (1990). Labor and Competitive Agricultural Technology in 2010. Journal of Agricultural Economics. -V. 42. - #3, ISSN 1477-95220 - 26.

11 Dzhaparov R.R. Sovershenstvovanie rabochih organov izmel'chatelya smesatelya kormov ISK-3 [Tekst]: R.R. Dzhaparov, M.M. Konstantinov, B.N. Nuralin, A.Zh. Nuralin – Orenburg: Izvestija Orenburgskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020, № 2, 133 s.

12 Dusenov M.K. Issledovanie povrezhdaemosti korneklubneplodov v rotno-shetochnom ustrojstve [Tekst]: M.K. Dusenov – Almaty: Issledovanie, rezul'taty, 2020. - № 3. - 345 s.

13 Ustroistvo dlya izmel'cheniya korneklubneplodov. Patent №5011 na poleznuyu model' ot 05.06.2020. R.R.Dzhaparov.

14 Wang, F., Ma, S., Ke, W., Xing, H., Bai, J., Hu, J., . . . Wei, Y. (2021). Optimization of basecutter structural parameters for under-the-ground sugarcane basecutting. Applied Engineering in Agriculture, 37(2), 233-242. doi:10.13031/AEA.14178

15 Kryuchkova L.G. Obosnovanie sposoba i parametrov processa izmel'cheniya korneplodov [Tekst]: L.G. Krjuchkova – Blagoveshensk: Vestnik sovremennykh issledovanii, 2019. – 106 s.

16 Dabo-Niang, S. Guillas S. (2010) – Functional semiparametric partially linear model with autoregressive errors / Journal of Multivariate Analysis, Volume 101, Issue 2, 2/2010, ISSN 0047-259X, Pg. 307-315.

17 Kovalev S.V. Metodika opredeleniya jenergoemkosti processa izmel'cheniya korneplodov s ispol'zovaniem PJeVM [Tekst]: S.V. Kovalev. Materialy XXIII mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoi konferencii «Innovacionnye resheniya v agrarnoj nauke – vzglyad v budushhee» - Belgorod: Izd-vo Belgorodskogo gos. agr. un-ta, 2019. – 142 s.

18 Novikov V.V. Rezul'taty issledovaniya proizvoditel'nosti shnekovogo izmel'chatelya korneklubneplodov [Tekst]: V.V. Novikov, O.A. Kamyshcheva, A.S. Grecov // - 2016. - №2(58) – Orenburg: Izvestija Orenburgskogo GAU. - 65 s.

19 Kamysheva O.A. Metodologicheskie osnovy i obosnovanie strukturno-funkcional'noi shemy izmel'chitelya korneplodov [Tekst]: O.A. Kamysheva // Innovacionnye dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2017. Kinel': Izd-vo Samarskoi GSHA, - 679 s.

20 Malygin N.O. Obosnovanie processa pererabotki korneklubneplodov pri prigotovlenii kormov [Tekst]: N.O. Malygin – Vologda: Izd-vo Vologodskaja gos. Akademiya, 2021, - 82 s.

21 Savinyh P.A. Opredelenie usiliya so storony nozha pri rezanii s kacheniem korneklubneplodov v izmel'chitele s gorizontaln'ym vrashhajushhimsja diskom [Tekst]: P.A. Savinyh, A.V. Aleshkin, S.Ju. Bulatov, R.A. Smirnov - Vologda: Molochnohozyaistvennyi vestnik, 2016, №3 (23). – 62 s.

22 Bulatov S.Ju. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanii po statistike okruzhayushhei sredy zashhemleniya klubnya v diskovom izmel'chitele korneklubneplodov [Tekst]: S.Ju. Bulatov, R.A. Smirnov – Knyaginino: Izd-vo Nizhegorodskogo gos un-ta, 2018. №18. – 47 s.

ТҮЙІН

Бұл мақалада ұнтақтағыштың жұмыс органдарының теориялық негіздемесі қарастырылады. Бұл ұнтақтағыштың жұмыс процесі түбірлік дақылдарды екі подшипникті ұнтақтауға негізделген, бұл зоотехникалық талаптарға сәйкес ұнтақтау сапасын жақсартуға және ұнтақтау процесінің энергия сыйымдылығын төмендетуге мүмкіндік береді. Тамыр дақылының жұмыс органымен әрекеттесу уақытын және энергия шығынын азайту мақсатында өнімнің сырғымалы екі тірек кесуін негіздеу бойынша зерттеулер келтірілген. Кесу күшінің пышақтың кесу жазықтығына көлбеу бұрышына, үйкеліс коэффициентіне, пышақтың есептік өлшемдеріне және бұйымның физикалық-механикалық қасиеттеріне тәуелділігі анықталады, бұл кесу процесінің оңтайлы параметрлері. Айналмалы дискінің тірегі бар жалпақ пышақпен тамыр дақылын кесудің жұмыс процесі қарастырылады. Нәтижесінде пышақтың өнім арқылы өтетін жолының қысқаруы байқалады, тұтас өнімнің де, кесілген тілімдердің де қысылуы азаяды, бұл шырынның бөлінуінің төмендеуіне әкеледі. Ұсынылған ұнтақтағыштың қолданыстағы өнеркәсіптік құрылғымен нақты жұмысының салыстырмалы сипаттамасы 22% - ға төмендеу бар екенін көрсетеді. Ұсынылған техникалық шешімді қолданудың техникалық нәтижесі тамыржемісті ұнтақтау үшін тиімді құрылғыны құру болып табылады, бұл тамыржемісті ұнтақтау процесінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға және тамыржемістердің құрылымын аз мөлшерде бұзуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. шырын секрециясы.

УДК 536

МРНТИ 29.17.01

Дюсегалиева Қайрлы Окасовна, техника ғылымдарының магистрі, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0003-3529-948X>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, D.galia74@mail.ru

Көпжасаров Бахадыр Тастанбекович, техника ғылымының кандидаты, <https://orcid.org/0000-0001-9163-2879>

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тәуке хан даңғылы, 5, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы, tsmiik@mail.ru

Dyussegalieva Kairly Okasovna, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0003-3529-948X>,

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, D.galia74@mail.ru

Kopzhasarov Bahadir Tastanbekovich, Candidate of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0001-9163-2879>

M. Auezov South Kazakhstan University, Tauke Khan Avenue, 5, Shymkent, 160012, Kazakhstan, tsmiik@mail.ru