

Information about the authors

Maksimov Valeriy Pavlovich – Doctor of Technical Sciences, professor of the Machines of natural engineering department, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of FSBEI HE «Don State Technical University» (Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation). Phone: +7-928-762-65-01. E-mail: v_maximov@mail.ru.

Ushakov Alexander Evgenyevich – postgraduate student of the Machines of Natural Engineering department, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of FSBEI HE «Don State Technical University» (Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation). Phone: +7-908-178-20-85. E-mail: sashka-ushakov@mail.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.363:636.086.5

**РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕЙ
ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

© 2020 г. С.В. Вендин, В.А. Самсонов, Ю.В. Саенко, М.А. Семернина

При ведении свиноводства, чтобы получать постоянные привесы, животных выращивают безвыгульно. Животным выдают только концентрированные корма, в которых содержатся все необходимые элементы для их роста и развития. В процессе эволюции животные приспособились к поеданию зелёных кормов, которые отсутствуют в комбикорме. Известно, чтобы повысить в корме содержание витаминов, макро- и микроэлементов, необходимо добавить туда пророщенное зерно. Пророщенное зерно можно добавлять в комбикорм при приготовлении на заводе или в хозяйстве, перед выдачей животным. Пророщенное зерно состоит из зерновки и зелёного ростка, поэтому общая масса получается неоднородной. Измельчать такую массу только молотками не всегда эффективно, масса имеет высокую неоднородность. Чтобы измельчить массу, которая имеет различную структуру, нужно использовать два типа измельчающих органов. Для измельчения зерновки – молотки, а для измельчения зелёной массы – ножи. Лучше всего корма усваиваются в виде смесей. Чтобы массу пророщенного зерна распределить в комбикорме, необходимо его измельчить до размера частиц 0,9–1,4 мм. Предложена методика выбора конструктивных параметров ножей для измельчения стеблевидного продукта влажностью до восемнадцати процентов. Формулы для расчёта получены с учетом теории В.П. Горячкина о затратах энергии на резание. Представлены соотношения, учитывающие связь угла заточки ножа, толщины лезвия ножа и начального слоя измельчаемого продукта. Толщина лезвия ножа и толщина слоя сжатия связаны с прочностными свойствами материала, что позволяет оптимизировать параметры и размеры рабочих органов измельчающего аппарата.

Ключевые слова: резание, режущая кромка ножа, толщина ножа, лезвие, измельчаемый продукт, угол заточки.

CALCULATION OF THE CONSTRUCTION PARAMETERS OF KNIVES FOR GRINDING THE SPROUTED GRAIN

© 2020 S.V. Vendin, V.A. Samsonov, Yu.V. Saenko, M.A. Semernina

During pig farming, in order to obtain permanent gains in weight, animals are bred indoor. Animals eat only concentrated feed, which contains all the necessary elements for their growth. In the process of evolution, animals have adapted eating green feeds that are not found in complete feed. It is known that in order to increase the vitamin content, macro- and micro-elements in the feed, it is necessary to add sprouted grain in it. Sprouted grain can be added to the feed when it is preparing at the factory, or on the farm, before serving up to animals. Sprouted grain consists of a kernel and a green sprout, so the total mass is heterogeneous. Grinding such a mass with hammers is not effective; the mass has a high heterogeneity. To grind a mass that has a different structure, two types of grinding organs must be used. For grinding the kernels should be used hammers, and for grinding green mass – knives. Feed is best absorbed in the form of mixtures. In order to mix the mass of sprouted grain with the feed, it is necessary to grind it to a particle size of 0,9–1,4 mm. It is proposed a technique of choosing the design parameters of knives for grinding a stem-shaped product with a moisture content of up to eighteen percent. The formulas for the calculation are obtained taking into account the theory of V.P. Goryachkin on the cost of energy for cutting. It is presented proportions that take into account the correlation between the angle of knife sharpening, the thickness of the knife blade and the initial layer of the crushed product. The thickness of the knife blade and the thickness of the compression layer are associated with the strength properties of the material, which allows to optimize the parameters and sizes of the working units of the grinding apparatus.

Keywords: cutting, knife cutting edge, knife thickness, blade, product to be ground, grinding angle.

Введение. Чтобы получать высокие показатели продуктивности животных, в частности свиней, их содержат безвыгульно, а для разда-

чи кормов применяют трубопроводный транспорт. В естественных условиях обитания животных для удовлетворения потребности в пи-

ще они используют большое многообразие кормов, в том числе и зелёные. Для кормления на животноводческих комплексах используют только комбикорма. В этом случае возникает необходимость в естественных витаминах, макро- и микроэлементах [1–4]. Один из источников натуральных витаминов – пророщенное зерно. Чтобы его ввести в комбикорм, разработана технологическая линия.

Сухие комбикорма на свиноводческие комплексы поступают непосредственно с комбикормовых заводов. Доставку комбикорма осуществляют комбикормовозы, которые наполняют продукцией бункеры для сухого корма, которые располагают непосредственно рядом с помещениями, где находится поголовье. Затем, при помощи спирального транспортёра, комбикорм подают в бункер-накопитель, который находится в помещении. Затем комбикорм тросово-шайбовым транспортёром распределяют внутри помещения в дозаторы, после чего масса поступает в кормушки [2].

Чтобы наиболее полно использовать питательные вещества и витамины, рекомендуется проращивать зерно до величины ростков 1,5–2 см [1, 2], после чего произвести сушку до конечной влажности 12–14%. Затем произвести измельчение на дробилке, в которой применён измельчающий аппарат с двумя типами рабочих органов [5]. Размер частиц измельчённого продукта составляет 1–1,4 мм. Затем подготовленная измельченная масса направляется в спиральный транспортер, в котором осуществляется его перемешивание с комбикормом [6].

Высушенное пророщенное зерно обладает малой насыпной плотностью. Это можно объяснить тем, что оно состоит из более плот-

ного зерна и некоторого ростка с меньшей плотностью. Чтобы измельчить такую массу до одинаковых конечных размеров, необходимо использовать различные рабочие органы. Зерно традиционно измельчают молотками, а стебельную массу, к которой относят росток пророщенного зерна, – резанием [5–9].

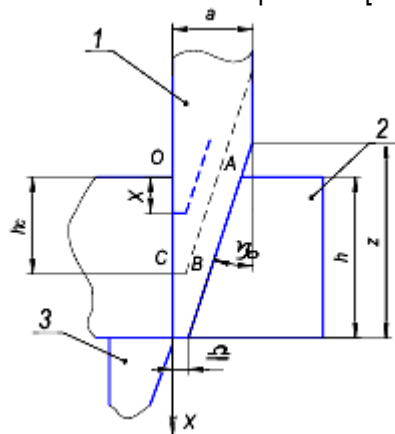
Технологическая линия позволяет добавлять в комбикорм пророщенное зерно на самом комбикормовом заводе или на животноводческом комплексе.

Как было указано ранее, пророщенное зерно рекомендуется измельчать в две стадии на молотковой дробилке, у которой используют два типа рабочих органов [5].

Процесс дробления зерна изучен достаточно полно. Поэтому рассмотрим резание стеблей пророщенного зерна.

Известно, что стеблевые продукты обладают физико-механическими свойствами, которые сильно отличаются друг от друга по различным причинам. Например, по влажности материала, направлению его подачи к рабочим органам, толщине слоя, который попал под нож. Учитывая физико-механические свойства измельчаемого материала, нужно увязать конструктивные параметры ножа с физико-механическими свойствами материала. Чтобы рассмотреть процесс резания слоя материала, необходимо исключить сопротивление ножу, оказываемое воздухом, направление движения ножа сверху вниз перпендикулярно, скользящее движение ножа отсутствует.

Ниже представлены результаты теоретических исследований процесса резания с учётом теории В.П. Горячкина о затратах энергии на резание [5–9].



a – толщина ножа; h – высота слоя разрезаемого материала; z – длина участка заточки ножа; γ – угол заточки; 1 – нож; 2 – материал; 3 – противорежущая пластина; δ – толщина режущей кромки; h_c – перемещение ножа до момента максимального сжатия материала; x – текущее перемещение ножа

Рисунок 1 – Схема резания

Основная часть. Рассмотрим процесс резания ростков, так как измельчение стебельной массы в большинстве случаев осуществляется резанием [5–9].

Расчетная схема процесса резания представлена на рисунке 1.

Цель исследования состоит в том, чтобы в процессе измельчения слоя стебельного материала рассчитать по наименьшим значениям энергозатрат оптимальные параметры режущей части ножа – δ , γ , z .

Согласно теории В.П. Горячкина, полная энергия A , Дж, измельчения является суммой энергии сжатия продукта лезвием ножа A_c , Дж, и энергии резания A_p , Дж.

Математическую модель процесса измельчения сформируем, исходя из условий взаимодействия ножа 1 с материалом 2 (при следующих допущениях):

– при перемещении ножа на расстояние от $x = 0$ до $x = h_c$, м, происходит сжатие материала силой $N_c(x)$, Н;

– при перемещении ножа от точки С сила $N_c(x)$ уравнивается силой резания $N_p(x)$, Н, материала на участке $(h - h_c)$, т.е. в точке $x = h_c$ соблюдается условие равновесия системы:

$$N_c(x) = N_p(x). \quad (1)$$

Сила сжатия определяется согласно выражению

$$N_c(x) = \sigma L(\delta + x \cdot \operatorname{tg} \gamma), \quad (2)$$

где σ – допустимое напряжение сжатия, Па; L – ширина слоя, м; δ – толщина режущей кромки, м.

Сила резания равна:

$$N_p(x) = \tau \cdot Lx, \quad (3)$$

где τ – допустимое напряжение среза, Па.

Из равенства (1) с учетом выражений (2) и (3) при $x = h_c$ найдем

$$h_c = (kh - \delta)/(1 + \operatorname{tg} \gamma),$$

где $k = \tau/\sigma$.

Для энергетической оценки измельчения определим работу сил.

Элементарная работа силы сжатия будет равна:

$$dA_c = N_c(x)dx = \sigma L(\delta + x \operatorname{tg} \gamma)dx,$$

откуда элементарную работу силы резания найдём по формуле

$$dA_p = N_p(x)dx.$$

В качестве физического критерия оптимальности принимаем минимум суммарной относительной работы, мм² (геометрические параметры – в мм):

$$A_o = A_c/\sigma L + A_p/\sigma L = \delta h_c + 0,5h_c^2 \operatorname{tg} \gamma + 0,5k(h - h_c)^2 \rightarrow \min. \quad (4)$$

При расчете учитываем ограничение:

$$z = (a - \delta)/\operatorname{tg} \gamma \geq h. \quad (5)$$

Рассмотрим пример расчета с использованием следующих исходных данных: $h = 25$ мм; $0,01 \leq \delta \leq 0,1$; $a \geq 2$ мм; $\sigma = 30$ МПа; $\tau = 0,8$ МПа (принимаем, что минимальная толщина ножа $a = 2$ мм соответствует минимальному коэффициенту запаса прочности – единице).

Чем ближе z к h , тем больше прочность режущей части ножа. Поэтому, с учетом некоторого запаса (например, 20%) по длине z , из ограничения (5) принимаем:

$$z = 1,2 \cdot h,$$

откуда получим безразмерную функцию, минимум которой стремится к нулю (математический критерий оптимальности):

$$F_1 = |1,2h/z - 1| \rightarrow \min, \quad (6)$$

где z – текущее значение длины участка заточки ножа.

Таблица 1 – Влияние толщины режущей кромки на энергозатраты

| δ толщина режущей кромки, мм | γ угол заточки, град. | A_o физический критерий оптимальности (минимум суммарной относительной работы), мм ² | Математический критерий оптимальности $F_1 \cdot 10^{-7}$ |
|--|------------------------------|---|---|
| $h = 25$ мм; $a = 2$ мм; $z = 1,2h$ | | | |
| 0,07 | 3,68 | 8,013 | 110,86 |
| 0,08 | 3,66 | 8,023 | 54,83 |
| 0,09 | 3,64 | 8,034 | 1,19 |
| 0,10 | 3,62 | 8,044 | 51,85 |
| 0,11 | 3,60 | 8,054 | 103,11 |

Минимум критерия (4) определяем минимизацией (6) методом дихотомии [10] по переменной γ в интервале 1° – 30° (размер интервала – произвольный, но задаваемый с учетом возможного максимального значения γ для каждого изменяемого в цикле с шагом 0,01 мм значения δ). Результаты расчета при $h = 25$ мм и $a = 2$ мм представлены в таблице 1. Из нее сле-

дует: минимум $F_1 = 1,19 \cdot 10^{-7}$ определяет минимальные энергозатраты $A_0 = 8,034$ при минимально допустимой по прочности толщине ножа $a = 2$ мм. Ниже на рисунке 2 показана интерпретация данных таблицы 1 для математического критерия оптимальности F_1 в зависимости от угла заточки ножа γ и толщины режущей кромки ножа δ .

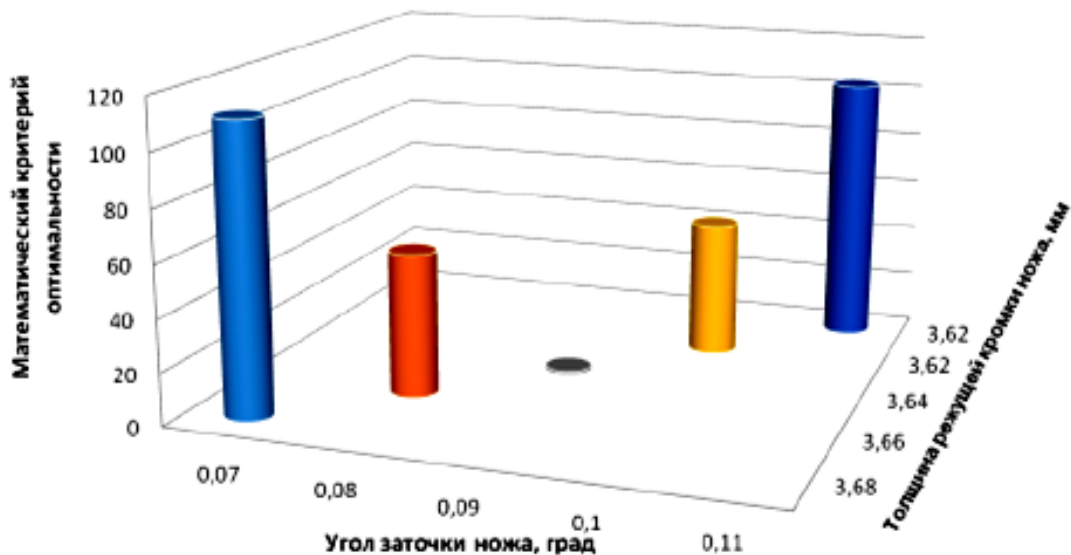


Рисунок 2 – Математический критерий оптимальности F_1 в зависимости от угла заточки ножа γ и толщины режущей кромки ножа δ

Для определения влияния толщины a на энергозатраты A_0 минимизируем (6) при различных значениях a (таблица 2). С учетом принятых ограничений подходит $a = 4$ мм, но в этом случае A_0 больше, чем при $a = 2$ мм. Ниже на рисунке 3 показана интерпретация данных таблицы 2 для угла заточки ножа γ в зависимости от толщины a ножа и толщины режущей кромки δ .

Если для обеспечения большей прочности режущей части ножа необходима толщина $a = 5$ мм, то определим для этого случая оптимальные значения γ и δ при минимуме энергозатрат $A_0 = 8,034$. Этому условию соответствует минимум безразмерной функции, стремящейся к нулю:

$$F_2 = |8,034/A_0 - 1| \rightarrow \min, \quad (7)$$

где A_0 – текущее значение энергозатрат.

Таблица 2 – Влияние толщины ножа на энергозатраты

| a толщина ножа, мм | δ толщина режущей кромки, мм | γ угол заточки, град. | A_0 физический критерий оптимальности (минимум суммарной относительной работы), мм ² | Математический критерий оптимальности $F \cdot 10^{-7}$ |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|---|
| $h = 25$ мм; $z = 1,2h$ | | | | |
| 3 | 0,12 | 5,48 | 8,076 | 1,19 |
| 4 | 0,08 | 7,45 | 8,050 | 7,15 |
| 5 | 0,11 | 9,26 | 8,088 | 3,57 |
| 6 | 0,11 | 11,11 | 8,098 | 1,19 |

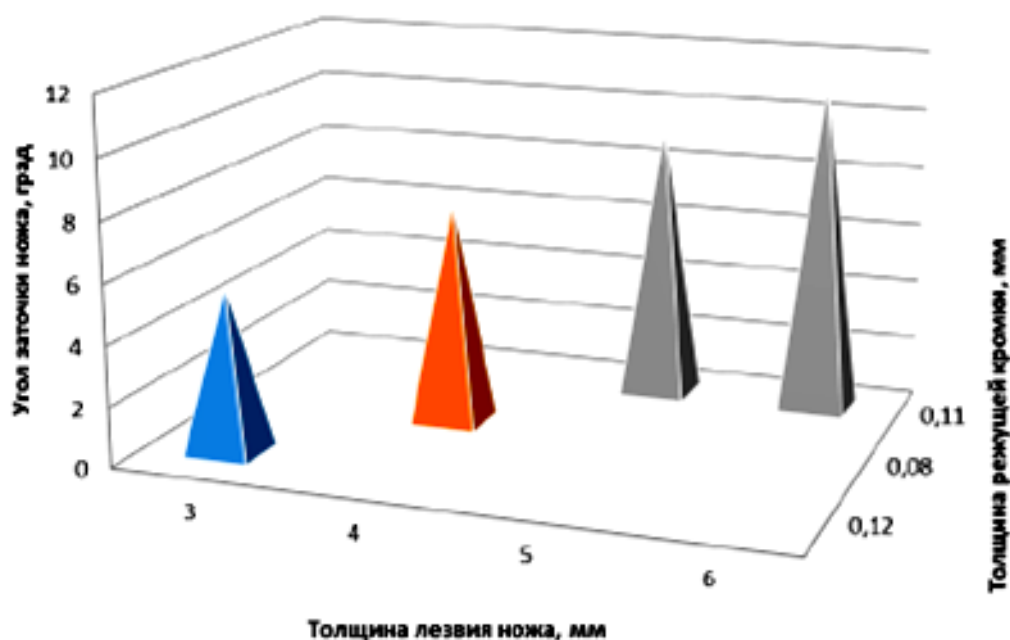


Рисунок 3 – Угол заточки ножа γ в зависимости от толщины a ножа и толщины режущей кромки δ

Так как критерии (6) и (7) однородны, то обобщенный математический критерий оптимальности можно использовать в виде их суммы:

$$F = F_1 + F_2 \rightarrow \min. \quad (8)$$

Результаты минимизации (8) представлены в таблице 3. С погрешностью $F = 3,18 \cdot 10^{-5} = 0,00318\%$ получены следующие оптимальные

параметры заточки ножа толщиной $a = 5$ мм при резке слоя материала высотой $h = 25$ мм с минимальными энергозатратами $A_0 = 8,034$; $\delta = 0,05$ мм; $\gamma = 9^\circ 37'$; $z = 30$ мм. Ниже на рисунке 4 показана интерпретация данных таблицы 3 для математического критерия оптимальности F в зависимости от угла заточки ножа γ и толщины режущей кромки ножа δ .

Таблица 3 – Результаты минимизации

| δ толщина режущей кромки, мм | γ угол заточки, град. | A_0 физический критерий оптимальности (минимум суммарной относительной работы), мм ² | Математический критерий оптимальности $F \cdot 10^{-5}$ |
|--|------------------------------|---|---|
| $h = 25$ мм; $a = 5$ мм; $z = 1,2h$ | | | |
| 0,03 | 9,41 | 8,0142 | 245,80 |
| 0,04 | 9,39 | 8,0241 | 123,26 |
| 0,05 | 9,37 | 8,0337 | 3,18 |
| 0,06 | 9,35 | 8,0432 | 115,85 |
| 0,07 | 9,33 | 8,0526 | 232,16 |

Полученные результаты свидетельствуют о том, что трудно выделить наибольшее влияние на величину энергозатрат при изменении одного из таких факторов, как толщина режущей кромки δ (мм) или угол заточки γ (град). Расположение оптимума (минимума энергозатрат)

свидетельствует о взаимодействии обоих факторов и их совместном влиянии, так как при отклонении от точки оптимума (минимума энергозатрат) в сторону изменения любого из факторов наблюдается увеличение энергозатрат на измельчение продукта.

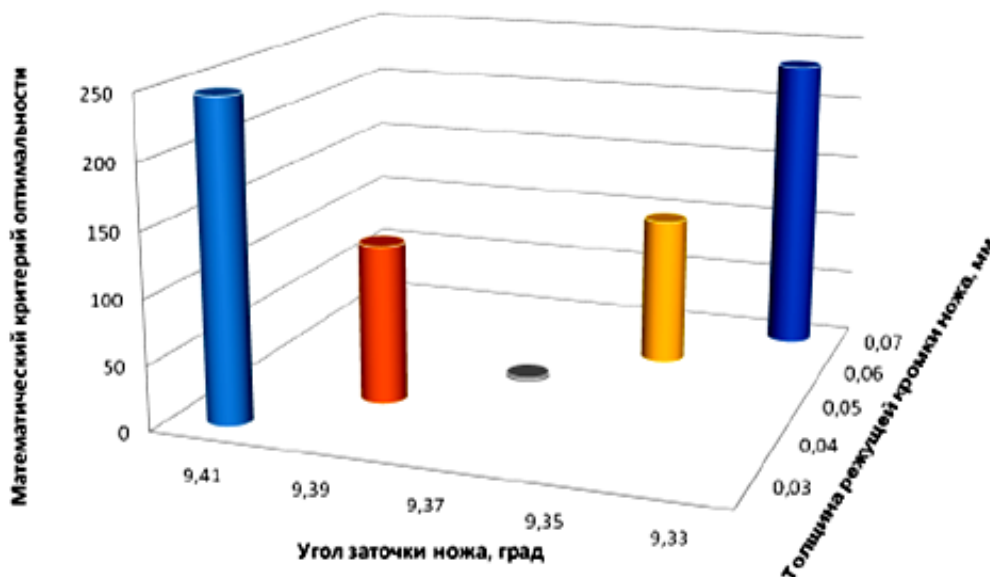


Рисунок 4 – Математический критерий оптимальности F в зависимости от угла заточки ножа γ и толщины режущей кромки ножа δ

Выводы. На основе полученных результатов исследований резки слоя материала заданной высоты, с известными пределами его прочности на сжатие и срез, и принятом ограничении на длину участка заточки ножа можно заключить следующее.

1. Оптимальные параметры режущей части ножа зависят от отношения предела прочности материала на срез к пределу его прочности на сжатие.

2. Минимальные энергозатраты A_{omin} определяются минимально допустимой по прочности толщиной a_{min} ножа.

3. Оптимальные значения угла γ и толщины режущей кромки δ ножа толщиной $a > a_{\text{min}}$ определяются минимальными энергозатратами A_{omin} , полученными при $a = a_{\text{min}}$.

Литература

1. Откорм свиней с введением в их рацион пророщенного зерна ячменя / Г.С. Походня, А.Н. Ивченко, П.П. Корниенко, Н.А. Маслова // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы XIX Международной научно-производственной конференции. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – Белгород, 2015. – С. 191–192.

2. Рост и сохранность поросят при скармливании им пророщенного зерна пшеницы / Г.С. Походня, М.Н. Понедельченко, А.А. Файнов, А.И. Гришин, В.В. Шабловский // Свиноводство и технология производства свинины: сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни. – Белгород, 2014. – С. 104–105.

3. Походня, Г.С. Повышение эффективности откорма свиней / Г.С. Походня, Т.А. Малахова, Д.В. Коробов // Зоотехния. – 2018. – № 5. – С. 14–17.

4. Пророщенное и экструдированное зерно пшеницы, ячменя и кукурузы в кормосмесях дойных коров: монография / М.Р. Шевцова, Н.Н. Шевцов, Г.С. Походня, М.Ю. Иевлев. – Белгород: ООО ИПЦ «ПОЛИТЕРА», 2019. – 125 с.

5. Вендин, С.В. Обоснование частоты вращения ножей дробилки пророщенного зерна / С.В. Вендин, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 4. – С. 9–12.

6. Пат. RU 2493697 C1 A01K 5/02 (2006.01). Технологическая линия для подготовки к скармливанью пророщенного зерна / Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю., Немыкин В.А. – № 2012102292; заявл. 23.01.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.

7. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Вертий, Е.Е. Корчагина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 1 (13). – С. 23–32.

8. Вольвак, С.Ф. Теоретическое обоснование затрат мощности измельчителем стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Вертий // Проблемы и решения современной аграрной экономики: материалы XXI Международной научно-производственной конференции (п. Майский, 23–24 мая 2017 г.): в 2 т. Т. 1. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – С. 32–33.

9. Бахарев, Д.Н. Бионические основы разработки и конструирования эффективных шипов молотильно-сепарирующих устройств для кукурузы / Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 3 (15). – С. 3–13.

10. Коднянко, В.А. О вычислительной избыточности метода дихотомии и условной минимизации унимодальных функций методом экономной дихотомии / В.А. Коднянко // Системы и средства информатики. – 2019. – Т. 29. – № 1. – С. 164–173.

References

1. Pohodnja G.S., Ivchenko A.N., Kornienko P.P., Maslova N.A. Otkorm svinej s vvedeniem v ih racion proro-shhennogo zerna jachmenja [Fattening pigs with the introduc-tion of sprouted barley grain into their diet], Problemy i per-spektivy innovacionnogo razvitija agrotehnologij: materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii, FGBOU VO Belgorodskij GAU, Belgorod, 2015, pp. 191–192. (In Russian)
2. Pohodnya G.S., Ponedelchenko M.N., Faynov A.A., Grishin A.I., Shablovskiy V.V. Rost i sohrannost' porosjat pri skarmlivanii im proro-shhennogo zerna pshenicy [Growth and preservation of piglets when they feed sprouted wheat grain], Svinovodstvo i tehnologija proizvodstva svininy: sbornik nauchnyh trudov nauchnoj shkoly professora G.S. Pohodni, Belgorod, 2014, pp. 104–105. (In Russian)
3. Pokhodnya G.S., Malakhova T.A., Korobov D.V. Povysheniye effektivnosti otkorma svinej [Improving the effi-ciency of fattening pigs], *Zootekhnika*, 2018, No 5, pp. 14–17. (In Russian)
4. Shevtsova M.R., Shevtsov N.N., Pokhodnya G.S., Iyevlev M.Yu. Proroshchennoye i ekstrudirovannoye zerno pshenitsy, yachmenya i kukuruzy v kormosmesyakh doynnykh korov: monografiya [Sprouted and extruded grain of wheat, barley and corn in feed mixtures of dairy cows: monograph], Belgorod: OOO IPTS «POLITERA», 2019, 125 pp. (In Rus-sian)
5. Vendin S.V., Bulavin S.A., Saenko Y.V. Obosnova-nie chastoty vrashcheniya nozhej drobilki proro-shhennogo zerna [Justification of the rotational speed of the knives of the sprouted grain crusher], *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva*, 2015, No 4, pp. 9–12. (In Russian)
6. Bulavin S.A., Saenko Y.V., Nosulenko A.Y., Nemy-kin V.A. Tekhnologicheskaya liniya dlya podgotovki k skarmli-vaniyu proro-shhennogo zerna [Technological line for prepa-ration to using sprouted grain up on feeding], pat. RU 2493697 C1 A01K 5/02 (2006.01), No 2012102292, zayavl. 23.01.2012, opubl. 27.09.2013, Byul. No 27. (In Russian)
7. Volvak S.F., Baharev D.N., Vertiy A.A., Korchagi-na E.E. Teoreticheskoe obosnovanie zatrat moshchnosti na izmel'chenie stebel'chatyh kormov izmel'chitelem s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami [Theoretical substantiation of the cost of power for grinding stalked feed chopper with articulated hanging combined knives], *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy*, 2017, No 1 (13), pp. 23–32. (In Russian)
8. Volvak S.F., Baharev D.N., Vertiy A.A. Teoretiches-koe obosnovanie zatrat moshchnosti izmel'chitelem ste-bel'chatyh kormov s sharnirno podveshennymi kombinirovan-nymi nozhami [Theoretical substantiation of power consump-tion by a chopper of stalk feed with articulated hanging com-bined knives], Problemy i resheniya sovremennoj agrarnoj ekonomiki: materialy XXI Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii (p. Majs-kij, 23–24 maya 2017 g.): v 2 t. T. 1. p. Majs-kij: Izd-vo FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2017, pp. 32–33. (In Russian)
9. Baharev D.N., Volvak S.F. Bionicheskie osnovy ra-zrabotki i konstruirovaniya effektivnyh shipov molotil'no-separiruyushchih ustrojstv dlya kukuruzy [Bionic fundamen-tals of the development and construction of effective spikes of threshing and separating devices for corn], *Innovacii v APK: problemy i perspektivy*, 2017, No 3 (15), pp. 3–13. (In Rus-sian)
10. Kodnyanko V.A. O vychislitel'noy izbytochnosti metoda dihotomii i uslovnoj minimizacii unimodal'nyh funk-cij metodom jekonomnoj dihotomii [On computational redundan-cy of the dichotomy method and conditional minimisation of unimodal functions by the economical dichotomy method], *Sistemy i sredstva informatiki*, 2019, T. 29, No 1, pp. 164–173. (In Russian)

Сведения об авторах

Вендин Сергей Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры «Электрооборудование и электротехнологии в АПК», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет» (п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Российская Федерация). Тел.: 8 (4722) 39-11-36. E-mail: elapk@mail.ru.

Самсонов Валерий Александрович – доктор технических наук, профессор, главный редактор журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства» (Москва, Российская Федерация).

Саенко Юрий Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и оборудование в агро-бизнесе», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет» (п. Майский, Белгородский район, Белго-родская область, Российская Федерация). Тел.: 8 (4722) 38-19-48. E-mail: yuriy311300@mail.ru.

Семернина Марина Александровна – аспирант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет» (п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Рос-сийская Федерация). Тел.: 8 (4722) 38-19-48.

Information about the authors

Vendin Sergey Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, professor of the Electrical equipment and electrotech-nologies in agro-industrial complex department, FSBEI HE «Belgorod State Agrarian University» (Majskij, Belgorod region, Rus-sian Federation). Phone: 8 (4722) 39-11-36. E-mail: elapk@mail.ru.

Samsonov Valery Alexandrovich – Doctor of Technical Sciences, professor, editor-in-chief of the journal «Mechaniza-tion and Electrification of Agriculture» (Moscow, Russian Federation).

Saenko Yuri Vasilievich – Doctor of Technical Sciences, professor of the Machinery and equipment in agribusiness de-partment, FSBEI HE «Belgorod State Agrarian University» (Majskij, Belgorod region, Russian Federation). Phone: 8 (4722) 38-19-48. E-mail: yuriy311300@mail.ru.

Semernina Marina Aleksandrovna – postgraduate student of the Machinery and equipment in agribusiness department, FSBEI HE «Belgorod State Agrarian University» (Majskij, Belgorod region, Russian Federation). Phone: 8 (4722) 38-19-48.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.