

УДК 631:363.4

## **ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РЕЗАНИЯ КОРМОВОГО МАТЕРИАЛА**

*Н.П. Аюгин, кандидат технических наук, доцент,  
тел. 8(8422) 55-95-97, nikall85g@yandex.ru*  
*П.Н. Аюгин, кандидат технических наук, доцент,  
тел. 8(8422) 55-95-73, nikall85g@yandex.ru*  
*Р.Ш. Халимов, кандидат технических наук, доцент,  
тел. 8(8422) 55-95-97, hrasp29@yandex.ru*  
*В.А. Голубев тел. 8(8422) 55-95-73*  
*ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** нож, энергоемкость, измельчитель, острота лезвия, толщина ножа

Работа посвящена изучению влияния остроты лезвия ножа и толщины ножа измельчающего аппарата кормоприготовительных машин на удельную работу резания кормового материала. По результатам лабораторных испытаний после математической обработки получено графическое изображение результатов исследований и уравнение регрессии.

**Введение.** В настоящее время до 70 % всех энергетических затрат при приготовлении кормов к скармливанию приходится на процесс измельчения, а это в свою очередь составляет приблизительно 50 % экономических затрат на их переработку [1]. В связи с развитием фермерства возникла необходимость в выпуске и разработке малогабаритных измельчителей кормов, так как кормовые смеси высокого качества окупаются в животноводстве как минимум на 25...30 % выше, чем скармливание неполноценного фуража. Выпускаемые в настоящее время промышленностью измельчающие машины различных типов имеют высокую энергоемкость и металлоемкость. На данный момент нет достаточно полного обоснования, как конструктивных параметров, так и наиболее эффективных режимов работы измельчающих машин.

В связи с этим изучение и совершенствование измельчителей кормов и их рабочих органов, направленное на снижение энергоемкости, является актуальной и важной задачей.

Важным при проектировании машин для приготовления кормов является проработка принципов, позволяющих уменьшить энергоемкость измельчения кормов, поскольку данный показатель позволяет снизить удельные затраты на производство кормов.

Снижение энергоемкости измельчения кормов возможно за счет учета параметров измельчающего аппарата кормоприготовительных машин. К таким параметрам относят толщину лезвия ножа, угол заточки ножа, остроту лезвия ножа и др. [2, 3].

Толщина ножа имеет существенное значение для процесса резания и энергозатрат в частности [4]. Экспериментально установлено, что с увеличением толщины ножа увеличиваются усилие и работа резания растительного материала. Наиболее оптимальная толщина ножа для резки кормов составляет 5...8 мм [3].

С точки зрения снижения удельной работы резания угол скольжения ножа должен быть не менее  $65...70^\circ$  [3]. В то же время некоторые авторы указывают на оптимальный угол скольжения  $25...40^\circ$  [3],  $35^\circ$  [5,6, 7].

Угол заточки лезвия выбирается такой, при котором лезвие ножа остается достаточно стойким к излому, длительное время сохраняет свою остроту, а усилие резания остается минимальным. Наиболее оптимальным углом заточки ножа для резки стебельных кормов является угол  $45^\circ$  [3], хотя некоторые источники указывают на значение  $18...25^\circ$  [4].

Зачастую различные показания авторов при проведении испытаний в схожих условиях связано главным образом с кинематической трансформацией угла заточки лезвия. Величину угла заточки определяют, исходя из обычного представления о геометрии лезвия в статическом состоянии. Нетрудно убедиться, что в процессе наклонного резания и резания со скольжением угол заточки в направлении резания (рабочего перемещения лезвия) меняет свое значение – уменьшается в зависимости от угла наклона лезвия или угла скольжения. Иными словами, переходя от представления о статической геометрии лезвия к представлению о его кинематической геометрии, мы встречаемся с явлением трансформации угла заточки.

Не менее важным параметром является острота лезвия ножа. Это обусловлено значимостью этого параметра в силовом взаимодействии лезвия с материалом, а также его влиянием на качество среза [8, 9, 10].

Одни ученые утверждают, что при увеличении скорости ножа усилие резания уменьшается, другие указывают на независимость удельного давления резания растительных материалов от скорости воздействия режущего инструмента, а некоторые определяют оптимальные скорости для каждого отдельного случая применительно к конкретной конструкции измельчителя.

Рассмотрение зависимости усилия резания от скорости резания как изменения некоторого физико-механического свойства материала, на наш взгляд, не лишено оснований, поскольку очевидно, что для определения физико-механических свойств материала скорость воздействия на него ножа приобретает значение характера условий, при которых определяется свойство материала. Это тем более обоснованно, поскольку сопротивление упруго-вязкого материала динамическому воздействию связано со скоростью распространения в нем напряжений и деформаций, что является его специфическим качеством.

**Методика и результаты исследований.** Для изучения влияния остроты лезвия и толщины ножа на удельную работу резания на кафедре «Сервис и механика» ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА была разработана и сконструирована универсальная лабораторная установка в виде ротационного копра.

Перед проведением экспериментов ротационный копер тарировали по затуханию частоты вращения в холостую.

В ходе реализации плана эксперимента и использовании прикладной программы Statistica 6.0 была получена зависимость влияния остроты лезвия и толщины ножа на удельную работу резания початков кукурузы (рисунок 2), а также уравнение регрессии.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$A = 6,2038 + 0,0016 \cdot \delta + 3,0997 \cdot h + 4,7772 \cdot 10^{-5} \cdot \delta^2 + 0,0214 \cdot \delta \cdot h - 0,2815 \cdot h^2,$$

где  $A$  – удельная работа резания, кДж/м<sup>2</sup>;

$\delta$  – острота лезвия ножа, мкм;

$h$  – толщина лезвия ножа, мм.

Данные уравнения регрессии свидетельствуют, что решающее влияние на изменение удельной работы резания оказывает толщина лезвия ножа, при увеличении толщины лезвия ножа с 2 до 5 мм, удельная работа резания увеличивается на 34...37 %, при увеличении остроты лезвия ножа с 30 до 100 мкм удельная работа резания возрастает на 21...24 %.

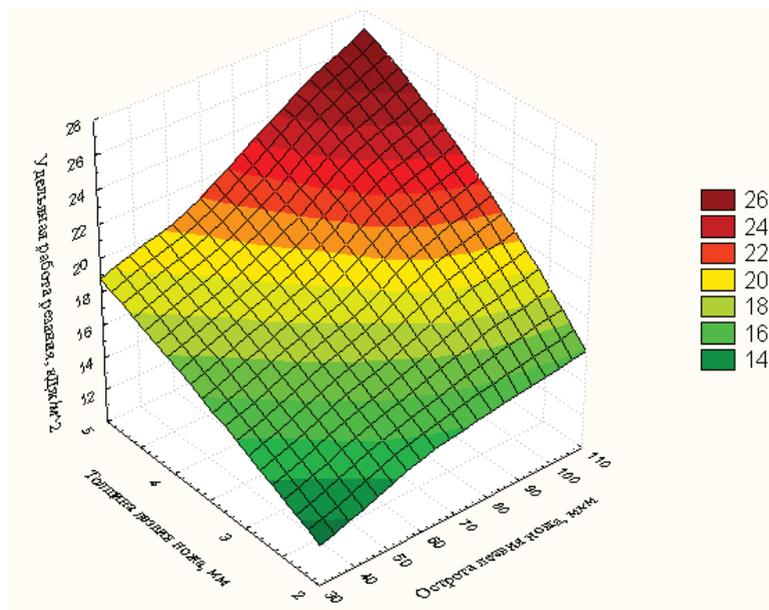


Рисунок 2 – Влияние остроты лезвия ножа и толщины ножа на удельную работу резания початков кукурузы

Поскольку толщина лезвия ножа ограничена прочностными характеристиками материала из которого изготовлен нож, то дополнительным резервом снижения энергоемкости измельчения является поддержание оптимальной остроты лезвия ножа в течении всего его срока службы благодаря применению поверхностных способов упрочнения [11, 12] с целью достижения эффекта самозатачивания ножа.

**Заключение.** Таким образом, в целях снижения энергоемкости измельчения початков кукурузы в кормоприготовительных машинах наиболее целесообразно применение ножей толщиной не менее 2 мм. Дальнейшее снижение толщины ножа приводит к существенному снижению его прочности.

Добиться рекомендуемой остроты лезвия ножа кормоприготовительной машины целесообразно за счет применения поверхностных методов упрочнения, поскольку в процессе работы задняя грань ножа изнашивается в несколько раз быстрее передней грани, благодаря чему и достигается самозатачивание ножа.

*Библиографический список*

1. Курдюмов В.И. Снижение энергоемкости измельчения / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, П.Н. Аюгин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2008. - № 5. - С. 50-53.
2. Курдюмов В.И. Анализ факторов, влияющих на энергоемкость резания/ В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, П.Н. Аюгин // Нива Поволжья. - 2008. - № 3. - С. 57-59.
3. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. - М.: Машиностроение, 1975. - 311 с.
4. Хабарова В.В. Особенности измельчения корнеплодов консольными ножами / В.В. Хабарова, Р.М. Гайсин, Ю.М. Исаев, В.А. Богатов // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Интеграция аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути их решения». – Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ», 2008. – С. 84-86.
5. Патент RU № 2369082. Измельчитель корнеклубнеплодов / Курдюмов В.И., Аюгин Н.П., Лемаева М.Н.; Опубл. 10.10.2009 Бюл. № 28.
6. Патент RU № 73153 Измельчитель корнеклубнеплодов/ Курдюмов В.И., Аюгин Н.П.; Опубл. 20.05.2008 Бюл. № 14.
7. Патент RU № 2324329/ Измельчитель корнеклубнеплодов / Курдюмов В.И., Зотов Е.И., Хабарова В.В.; Опубл. 01.12.2005 г.; Бюл. №3
8. Львов С.К. Анализ методов упрочнения и восстановления рабочих органов кормоприготовительных машин / С.К. Львов, Р.Ш. Халимов, Н.П. Аюгин // Материалы Международной студенческой научно-практической конференции «Современные подходы в решении инженерных задач в АПК». - Ульяновская ГСХА, 2013. – С. 72-76.
9. Дарьин Н.П. Применение электромеханической обработки при восстановлении рабочих органов кормоприготовительных машин / Н.П. Дарьин, С.К. Львов, Н.П. Аюгин, Р.Ш. Халимов // Материалы Международной студенческой научно-практической конференции «Современные подходы в решении инженерных задач в АПК». - Ульяновская ГСХА, 2013. – С. 44-47.
10. Хабарова В.В. Аналитическое определение усилия резания корнеплодов блоком горизонтальных ножей / В.В. Хабарова, В.С. Ананьев, В.А. Богатов // Естественные и технические науки. – 2011. - №5. – С. 395-39.
11. Патент RU № 2385212. Способ упрочнения поверхности деталей / Жиганов В.И., Халимов Р.Ш., Смирнова Н.И.; Опубл. 27.03.2010 г.; Бюл. № 9.

12. Патент RU № 2501643. Способ многопроходной электромеханической обработки детали на токарном станке / Жиганов В.И., Халимов Р.Ш.; Опубл. 20.12.2013 г.; Бюл. № 35.

## INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS OF KNIFE FLOWING ON THE SPECIFIC WORK OF CUTTING FEED MATERIAL

*Ayugin N.P., Ayugin P.N., Halimov K.Sh.*

**Keywords:** knife, energy consumption, chopper, the sharpness of the blade, the thickness of the blade.

The work is devoted to studying the impact of the severity of the knife blade and the thickness of the blade grinders on the specific work of cutting feed material. According to the results of laboratory tests after a mathematical treatment of a graphical representation of the results of research and the regression equation.