

УДК 631.354.2.076

**АНАЛИЗ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ НОЖА  
И РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ В ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕМ  
АППАРАТЕ БАРАБАННОГО ТИПА**

**И. Д. Говор**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель П. Е. Родзевич

*Процесс измельчения растительной массы в измельчающем аппарате барабанного типа осуществляется вращательным движением ножа при поступательном движении подпрессованного слоя массы. Рассмотрена кинематика движения ножа и растительной массы в измельчающем аппарате кормоуборочного комбайна.*

**Ключевые слова:** растительная масса, измельчающий аппарат, кормоуборочный комбайн.

**ANALYSIS OF THE KINEMATICS OF THE MOVEMENT  
OF THE KNIFE AND VEGETABLE MASS  
IN A DRUM-TYPE SHREDDER**

**I. D. Hovar**

*Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus*

Science supervisor P. E. Radzevich

*The process of grinding vegetable mass in a drum-type shredder is carried out by the rotational movement of the knife with the translational movement of the pressed layer of mass. The article discusses the kinematics of the movement of a knife and vegetable matter in the shredding apparatus of a forage harvester.*

**Keywords:** plant mass, chopping apparatus, forage harvester.

Процессу резания растительной массы в измельчающем аппарате предшествует предварительное сжатие слоя массы с последующим резанием лезвием ножа. Анализ процесса резания растительной массы позволяет обоснованно выбрать геометрические и кинематические параметры режущей пары, снизить удельную энергоёмкость процесса измельчения, а также дать рекомендации об улучшении эксплуатационных характеристик ножей.

Стабильная длина резки, качество резания отдельных порций растительной массы, определяемые остротой лезвий ножей, а также другими геометрическими параметрами, определяют качество измельченного корма.

Процесс резания начинается при сжатии лезвием ножа подпрессованного слоя растительной массы на величину  $H_{сж}$  (рис. 1), когда на его режущей кромке возникает разрушающее контактное напряжение на кромке лезвия  $\sigma_p$  [1].

На нож действуют сила  $P_{рез}$  сопротивления разрушению материала под кромкой лезвия, направленная вверх; силы обжатия массы  $P_{обж}$ , имеющие горизонтальное направление и действующие на боковые грани лезвия; сила сопротивления  $P_{сж}$  слоя сжатию фаской лезвия, направленная вверх.

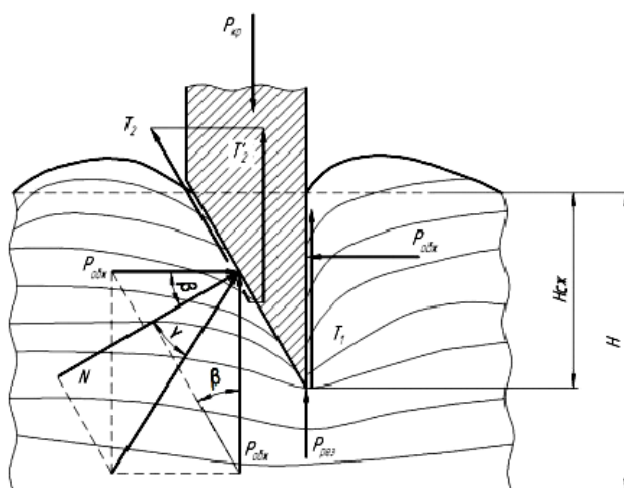


Рис. 1. Схема силового взаимодействия лезвия ножа с растительной массой

Аналитическое выражение, определяющее величину критического усилия  $P_{кр}$ , которое необходимо приложить к ножу для того, чтобы под действием лезвия растительная масса начала разделяться на части, имеет вид [2]:

$$P_{кр} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{H_{ск}^2}{H} [\operatorname{tg} \beta + f \cdot \sin^2 \beta + \mu (f + \cos^2 \beta)].$$

В полученное выражение входят как конструктивные параметры лезвия ножа – его острота  $\delta$  и угол заточки  $\beta$ , так и кинематические параметры слоя растительной массы, подаваемого вальцами питающего аппарата: толщина  $H$  перерезаемого слоя и толщина  $H_{ск}$  слоя, а также ряд физико-механических параметров:  $E$  – модуль упругости материала;  $\mu$  – коэффициент Пуассона;  $f$  – коэффициент трения материала о лезвие ножа.

В ходе данного исследования определяем зависимость скорости подачи растительной массы к лезвию ножа. Из этого следует, что мы найдем путь растительной массы, который разбили на участки согласно заданной высоте слоя РМ. Формула нахождения пути имеет вид:

$$S_{окр_i} = v_{окр_i} t_{рез_i} \sin(\varphi_i),$$

где  $S_{окр_i}$  – путь кромки лезвия ножа при сжатии и резании слоя массы высотой  $H$ ;  $v_{окр_i}$  – окружная скорость ножа;  $t_{рез_i}$  – время прохождения ножа;  $\sin(\varphi_i)$  – положение ножа на участках резания растительной массы высотой  $H$ .

В результате расчетов вышеперечисленных параметров получены значения пути резания слоя растительной массы  $S_{окр_i}$  при различной величине  $H_{ск}$ . На основании полученных результатов построен график зависимости пути резания слоя растительной массы от сжатого слоя растительной массы для различных слоев растительной массы (рис. 2). Где каждой цифре на графике соответствует своя кривая пути для точки  $A$  и  $B$ .

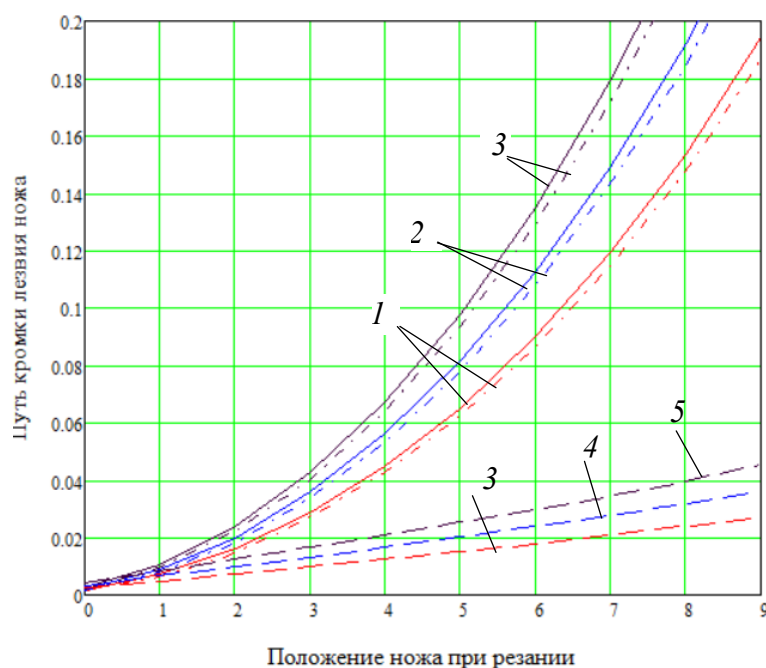


Рис. 2. График зависимостей горизонтального перемещения точек лезвия ножа (*A* и *B*) и растительной массы при различных скоростях: 1, 2, 3 – линии перемещения точек ножа при частотах вращения барабана 800, 1000, 1200 об/мин, соответственно (точка *A* – «—»; точка *B* – «- - - -»)

Расчеты показывают, что горизонтальная скорость движения точек лезвия ножа зависит от диаметра барабана (по лезвию), частоты его вращения и относительного положения ножа при его встрече с растительной массой (высоты слоя массы) и изменяются от 0,0018 мм в начале резания до 194 мм в конце резания при 800 об/мин и изменяется с увеличением частоты вращения до 1200 об/мин до значений от 0,0026 мм в начале резания до 291 мм в конце резания. При этом перемещение растительной массы при разных скоростях питающего аппарата (3, 4, 5 м/с) изменяется от 0,0024 мм в начале резания до 27 мм при скорости питающего аппарата 3 м/с и от значения 0,004 мм в начале резания до 45 мм при скорости питающего аппарата 5 м/с. Это говорит о том, что в начальный период резания скорость движения ножа и соответственно горизонтальное перемещение массы больше чем горизонтальное перемещение точек лезвия. Данное явление приводит к появлению дополнительного усилия на плоскость ножа и увеличению критической скорости в начальный период резания. При нерациональном расположении противорежущего бруса точка начала резания может оказаться выше оси барабана, что может привести к заклиниванию.

#### Л и т е р а т у р а

1. Резник, Н. Е. Кормоуборочные комбайны / Н. Е. Резник. – М. : Машиностроение, 1980. – 375 с.
2. Влияние сжатого слоя растительной массы на критическую силу резания // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ПАО «Компания» «Сухой» ОКБ «Сухого»; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2020. – С. 60–63.