

УДК 631.3.022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОЙ РАБОТЫ ЛЕЗВИЯ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИМ АППАРАТОМ БАРАБАННОГО ТИПА

П.Е. Родзевич, К.В. Ридкина

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

При резании однородных, упруго-вязких материалов критическое усилие $F_{кр}$, при котором завершается процесс сжатия растительного материала и начинается его резание, является максимальным из всех усилий, возникающих в процессе резания. Критическую силу можно представить выражением [1]

$$F_{кр} = F_{рез} + F_{вред},$$

где: $F_{рез}$ – сила резания растительной массы; $F_{вред}$ – сила сопротивления.

Силу $F_{рез}$ можно определить как произведение площади заточенной кромки лезвия S_l на разрушающее напряжение σ_p :

$$F_{рез} = F_l \sigma_p = \delta l \sigma_p,$$

где: δ – толщина кромки лезвия; l – длина лезвия.

Сила сопротивления $F_{вред}$, представляет собой силу вредных сопротивлений, связанных с деформацией перерезаемого слоя и трения фасок лезвия ножа длиной l при внедрении его в слой растительной массы. Силу сопротивления согласно [1] можно записать в виде

$$F_{вред} = \frac{E}{2} \cdot \frac{h_{сж}^2}{h} \cdot [tg\beta + f \cdot \sin^2 \beta + \mu \cdot (f + \cos^2 \beta)] l,$$

где: E – модуль продольной упругости первого рода; $h_{сж}$ – величина слоя растительной массы, сжатой лезвием перед началом резания; h – высота слоя растительной массы перед деформированием лезвием; β – угол заточки лезвия ножа; μ – коэффициент Пуассона; f – коэффициент трения материала о лезвие ножа.

Коэффициент полезной работы λ лезвия представляет собой отношение полезной работы резания $A_{рез}$, ко всей работе, затрачиваемой при резании, и может быть записан в виде

$$\lambda = \frac{A_{рез}}{A_{рез} + A_{сж}},$$

где: $A_{сж}$ – работа предварительного сжатия слоя.

Работу $A_{рез}$ резания можно определить выражением [1]:

$$A_{рез} = F_{рез} (h - h_{сж}) = \delta \sigma_p (h - h_{сж}).$$

Работа сжатия $A_{сж}$ может быть определена как работа критической силы $F_{кр}$, предшествующей началу резания растительной массы, к деформации слоя

$$A_{сж} = \frac{F_{кр}}{2} h_{сж}.$$

Тогда, можно записать выражение для определения коэффициента полезной работы лезвия в виде

$$\lambda = \frac{\delta \sigma_p (h - h_{сж})}{\delta \sigma_p (h - h_{сж}) + \frac{\delta \sigma_p + F_{вред}}{2} h_{сж}}.$$

С учетом преобразований получим

$$\lambda = \frac{2\delta \sigma_p (h - h_{сж})}{\delta \sigma_p (2h - h_{сж}) + F_{вред} h_{сж}}.$$

Проведены расчеты по определению критической силы резания и коэффициента полезной работы лезвия ножа длиной $l = 200$ мм, при угле заточки $\beta = 30^\circ$, для толщины кромки лезвия $\delta = 0,1$ мм, а также от изменения величины сжатого слоя h от 5 до 20 мм при различной высоте H слоя растительной массы (кукуруза, слой). Модуль упругости $E = 36,3 \cdot 10^6$ Па; разрушающее напряжение $\sigma_p = 19,3$ МПа; коэффициент трения (динамический) $f = 0,47$; коэффициент Пуассона $\mu = 0,071$. Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица – Результаты расчетов критической силы резания и коэффициента полезной работы лезвия

Величина сжатого слоя h , м	Критическая сила резания, Н			Коэффициент полезной работы		
	$H = 0,1$ м	$H = 0,15$ м	$H = 0,20$ м	$H = 0,1$ м	$H = 0,15$ м	$H = 0,20$ м
0,005	1095	953	858	0,931	0,944	0,953
0,010	3223	2655	2277	0,683	0,734	0,770
0,015	6769	5492	4641	0,393	0,455	0,507
0,020	11730	9464	7951	0,208	0,257	0,300

Из таблицы результатов расчета видно, что критическая сила резания зависит от величины слоя растительной массы, подвергающегося предварительному сжатию. Так, для величины слоя массы $H = 0,1$ м критическая сила изменяется от 1095 Н до 11730 Н при $h = 5$ мм и $h = 20$ мм,

соответственно. Для высоты слоя $H = 0,2$ м критическая сила изменяется от 858 Н до 7951 Н. Это говорит о значительных затратах энергии на предварительное деформирование слоя растительной массы. Этот эффект также заметен и по величине коэффициента полезной работы лезвия.

На рисунке представлен график изменения полезной работы лезвия ножа при резании растительной массы.

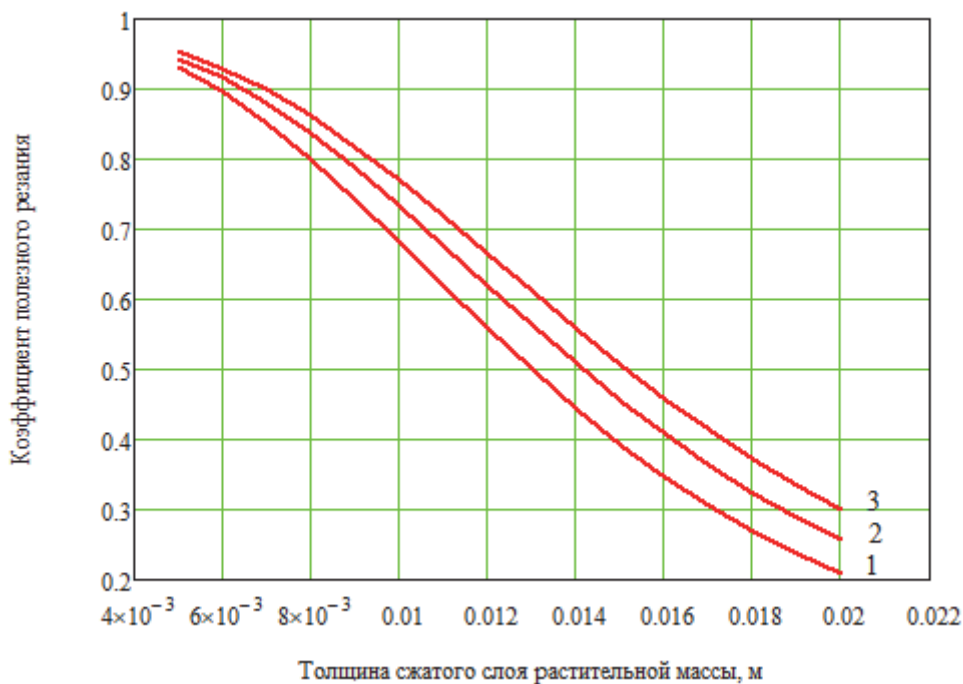


Рисунок – График изменения коэффициента полезной работы лезвия ножа при различной толщине сжатого слоя:

- 1 – высота слоя $H = 0,1$ м; 2 - высота слоя $H = 0,15$ м;
3 - высота слоя $H = 0,2$ м

Таким образом, можно сказать что, при резании слоя растительной массы всегда имеет место предварительное сжатие его лезвием, следовательно, коэффициент полезной работы лезвия всегда меньше единицы. Увеличение этого коэффициента характеризует улучшение процесса резания, так как суммарная работа A , затрачиваемая на процесс предварительного сжатия и резания, с повышением значения λ уменьшается. Кроме того, необходимо стремиться к уменьшению величины $h_{сж}$ сжимаемого слоя, поступающего из питающего аппарата кормоуборочного комбайна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резник, Н.Е. Кормоуборочные комбайны / Н.Е. Резник. – М.: «Машиностроение», 1980. – 375 с.
2. Родзевич П.Е. Влияние углов установки на напряженно-деформированное состояние ножа измельчающего барабана

кормоуборочного комбайна / П.Е. Родзевич, В.В. Миренков, В.Ф. Хиженок, Е.П. Шельманова // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель. – 2016. – №1. – С. 31-37.

3. Родзевич П.Е. Влияние сжатого слоя растительной массы на критическую силу резания // Современные проблемы машиноведения: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 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: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – С. 60-63.