

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ И УГЛОВ УСТАНОВКИ НОЖА ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО БАРАБАНА НА ЕГО НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ

Ю.Т. Антонишин, к.т.н., доцент, В.А. Сокол, аспирант
БГАТУ, г. Минск, РБ

Введение

Увеличение продукции животноводства возможно, в первую очередь, при создании прочной кормовой базы, однако из-за несоблюдения агротехнических сроков уборки кормов, что связано с низкой технической готовностью кормоуборочных комбайнов, ежегодно теряется до 25% выращенного урожая кормовых культур. Анализ испытаний кормоуборочных комбайнов показывает, что 25...30% от всех зафиксированных отказов приходится на измельчающий аппарат, причем главным образом из-за поломок барабана. При этом комбайн надолго выходит из строя, трудоемкость устранения таких отказов высокая.

Важнейшими физико-механическими свойствами стебельных кормов при оценке измельчения резанием являются размеры стеблей, удельное сопротивление резанию (удельная линейная сила ножа или удельное давление), удельная работа резания, плотность измельченной зеленой массы, разрушающие напряжения среза [1].

Процесс измельчения растительной массы измельчающим барабаном проходит при высоких окружных скоростях и является самым энергоемким в процессе работы кормоуборочного комбайна. Наиболее нагруженными, подверженными интенсивному изнашиванию являются ножи измельчающего барабана. Схема установки ножа и приложения силы резания F_p приведена на рис. 1 [2].

Угол β представляет собой угол между плоскостью ножа и направлением силы резания F_p , угол τ характеризует наклон лезвия в плоскости резания и называется углом скольжения или защемления. Углы установки ножа варьируются для угла β в зависимости от угла заточки лезвия от 30° до 45° , для угла τ – от 0° до 25° [3].

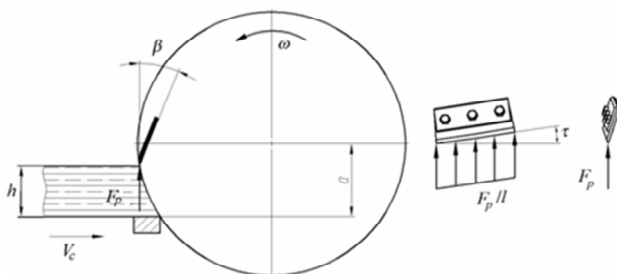


Рис. 1. Схема установки ножа и приложения силы резания

При моделировании напряженно-деформированного состояния будем считать, что сила резания равномерно распределена по лезвию ножа. Силу инерции вращающегося ножа измельчающего барабана и силу сопротивления воздуха не учитываем.

На нож будут действовать три силы: F_1 ; F_2 ; F_3 . Силы F_1 и F_3 действуют в плоскости ножа и пытаются вызвать сдвиг ножа в двух плоскостях. Сила F_2 изгибает нож.

Сила резания F_p в зависимости от толщины лезвия δ рассчитывается по методике Н. Е. Резника и изменяется от 2136 Н при $\delta = 0,2$ мм до 3295 Н при $\delta = 0,5$ мм.

Силы, действующие на нож, будут определяться выражениями:

$$F_1 = F_p \cos \beta \cos \tau; \quad F_2 = F_p \sin \beta; \quad F_3 = F_p \cos \beta \sin \tau.$$

При резании растительной массы на нож действуют ударные нагрузки. Определение динамического коэффициента при этом затруднительно. Его величина зависит от большого количества внешних факторов: частоты вращения барабана, окружной скорости лезвий ножей, от заточенности лезвий, зазора пары «нож – противорежущая пластина» и т. д.

В расчетах для сравнительной оценки условий динамического нагружения ножа принимаем динамический коэффициент равным:

$$k_{\text{дин}} = 10.$$

Тогда динамические нагрузки, действующие на нож, будут определяться выражениями:

$$F_{1д} = k_{\text{дин}} F_1; \quad F_{2д} = k_{\text{дин}} F_2; \quad F_{3д} = k_{\text{дин}} F_3.$$

Так как силы F_1, F_2, F_3 распределены по лезвию ножа, окончательно расчетные выражения примут вид:

$$q_{1д} = \frac{k_{\text{дин}} F_1}{l}; \quad q_{2д} = \frac{k_{\text{дин}} F_2}{l}; \quad q_{3д} = \frac{k_{\text{дин}} F_3}{l}.$$

Приняв углы установки ножа $\beta = 30^\circ\text{--}44^\circ$, $\tau = 10^\circ\text{--}20^\circ$ и приложив расчетные нагрузки на лезвия ножа, методом конечных элементов определим прогибы ножа и эквивалентные напряжения, возникающие в его рабочей консольной части.

Для резания лезвием, при котором основное разрушающее воздействие на материал оказывает кромка лезвия, казалось бы, что толщина ножа не имеет существенного значения. Такая точка зрения справедлива при тонкослойном резании, когда разрезанные части материала отделяются друг от друга без значительного углубления в лезвие. При толстослойном резании, когда отделение материала происходит вслед за полным углублением в него хотя бы фасок и, тем более, части граней ножа, толщина ножа приобретает существенное значение для процесса.

Заключение

Наиболее нагруженным местом является острие ножа, которое первым внедряется в растительную массу ($\sigma_{\text{эжв}} = 323\text{--}648$ МПа). Нагруженность острия ножа во многом зависит от угла защемления τ .

Снижение толщины ножа с 7 мм до 6 мм уменьшит его массу на 15%. При этом увеличится его деформация на 7%, что допустимо при резании растительного материала, но может отразиться на его стойкости при попадании посторонних предметов в измельчающий барабан.

Установлено, что наибольшей деформации подвержены точки лезвия ножа, расположенные на наибольшем удалении от защемления «основание – прижимная пластина» (изменяются от 0,216 до 0,315 мм). С учетом инерционных нагрузок деформации лезвия ножа будут возрастать, что может привести к удару ножа о противорежущий брус.

Литература

1. Технологии заготовки высококачественных кормов из трав и силосных культур: рекомендации / В.К. Павловский [и др.]. – Минск: РУП НПЦ НАНБ по механизации сельск. хоз-ва, 2008. – 32 с.
2. Технологии заготовки высококачественных кормов из трав и силосных культур: рекомендации / В.К. Павловский [и др.]. – Минск: РУП НПЦ НАНБ по механизации сельск. хоз-ва, 2008. – 32 с.
3. Резник Н.Е. Кормоуборочные комбайны / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1980. – 375 с.

УДК 631:314.5

УСЛОВИЕ САМООЧИЩЕНИЯ КОЛЬЧАТО-ПРУТКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КАТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

¹И.С. Крук, к.т.н., доцент; ¹Ф.И. Назаров, ¹Ж.И. Пантелеева, ¹Д.С. Мазур, ²Н.Г. Бакач, к.т.н., доцент; ³В. Романюк, д.т.н., профессор

¹Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

³Институт технологических и естественных наук в Фалентах,
отдел в Варшаве, Варшава, Республика Польша

Введение

При работе дисково-прутковых рабочих органов забивание межпруткового пространства почвой может возникать в следующих стадиях движения: 1 – пруток вошел в почву и движется до крайней нижней точки его траектории, срезая и уплотняя почву; 2 – пруток прошел нижнюю точку своей траектории и движется к выходу из почвы; 3 – пруток вышел из почвы и движется с почвой к верхней точке своей траектории (рисунок 1).

Основная часть

Рассмотрим третью стадию движения при равномерном вращении кольчато-пруткового рабочего органа без учета силы