

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 631.3.022

И.А. Будашов

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЛЕЗВИЙ НОЖЕЙ РОТАЦИОННО-ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЕРЕРЕЗАЕМЫХ СТЕБЛЕЙ

Ключевые слова: ротационно-дисковый измельчитель, уравнение движения, длина лезвий ножей, наименьший расход мощности.

Введение

Анализ существующих ротационно-дисковых измельчителей и их элементов показал многообразие конструкций, обладающих большим количеством достоинств, но и рядом недостатков. Первый этап работы позволил определить, что ротационно-дисковый измельчитель должен быть:

- с шарнирно подвешенными ножами, способными при перегрузках отклоняться от радиального положения;
- с гребнеобразным ножом-рассекателем;
- с формой ножа, исключающей случайный выход материала из зоны резания и обеспечивающей затягивание стеблей в эту зону;
- с механизмом, ускоряющим возврат державки с ножом в рабочее положение.

Основная часть

При исследовании влияния конструктивных и кинематических параметров ротационно-дискового измельчителя толсто-стебельных культур на мощность мы применили форму ножей, которая не да-

ёт стеблям возможности выйти из зоны измельчения. Общий вид измельчителя изображён в соответствии с рисунком 1 [1].

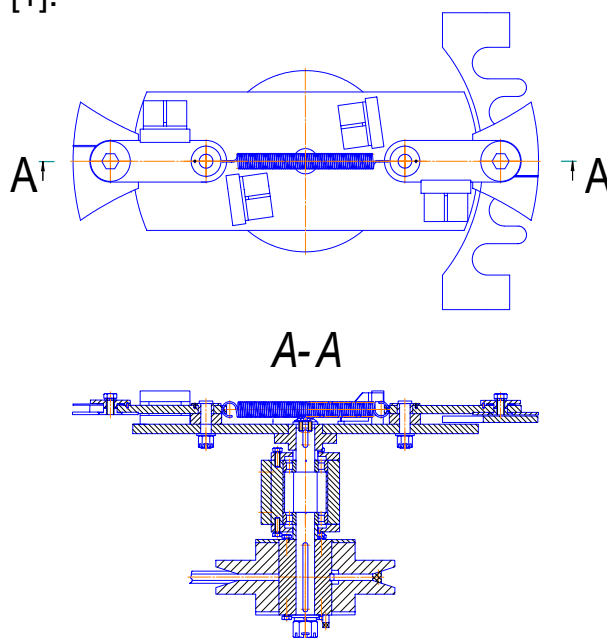


Рис. 1. Общий вид ротационно-дискового измельчающего аппарата

Схема работы ротационно-дискового измельчителя представлена в соответствии с рисунком 2.

Здесь принято допущение, что не стебли движутся на диск, а диск на неподвижные стебли со скоростью подачи стеблей

в направлении оси x . Каждая точка лезвия ножа при этом сложном движении описывает циклоиду (трохоиду) [2]. Принимая всю длину лезвия ab за активный элемент ножа (условно принимая, что ножи не встречают посторонних препятствий, которые они не могут срезать с первого раза и не отклоняются в шарнирах, пропуская их), получим площадку, ограниченную двумя трохоидами 1, со срезанными стеблями. Из рисунка видно, что соседнее лезвие de срежет стебли на площадке, ограниченной трохоидами 2.

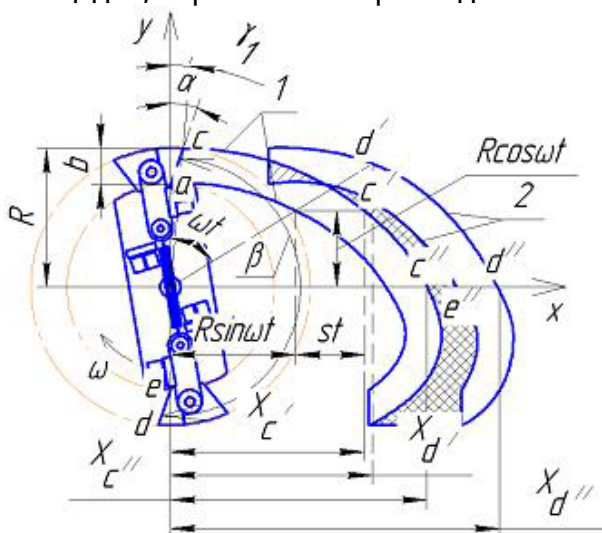


Рис. 2. Схема работы ротационно-дискового измельчителя

Верхняя заштрихованная площадка, ограниченная трохоидами обоих ножей, определяет площадь холостой работы второго ножа, так как стебли, которые стояли на этой площадке, были срезаны первым ножом. На рисунке 2 также показана площадка (заштрихованная крестообразно), ограниченная трохоидами 1 и 2, на которой стебли не будут срезаны.

Напишем уравнения движения для точки c :

$$\begin{cases} x_{c'} = st + R \cdot \sin(\omega t + \gamma_1); \\ y_{c'} = R \cdot \cos(\omega t + \gamma_1). \end{cases} \quad (1)$$

Уравнения движения для точки d :

$$\begin{cases} x_{d'} = st' + R \cdot \sin(\beta + \omega t + \gamma_1); \\ y_{d'} = R \cdot \cos(\beta + \omega t + \gamma_1). \end{cases} \quad (2)$$

Уравнения движения по оси x для точки e :

$$x_{e'} = st + (R-b) \sin(\omega t - \beta). \quad (3)$$

Нескошенной площадки не будет, если $x_{d''} - x_{c''} = b = \Delta s \cdot \cos \alpha$. (4)

Лезвие ac пройдет через ось x при угле поворота диска $\omega t = \frac{\pi}{2}$. Следовательно, время поворота диска на четверть окружности составит $t = \frac{\pi}{2\omega}$. Подставляя это выражение в верхнее уравнение (1), получим

$$x_{c''} = \frac{s}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - \gamma_1 \right) + R.$$

Второй нож de пройдет через ось x при угле поворота

$$\omega t' = \frac{\pi}{2} + 2\pi - \gamma_1 = \frac{5}{2}\pi - \beta - \gamma_1.$$

Определяя из последнего выражения t' и подставляя его в верхнее уравнение (2), получим

$$x_{d''} = \frac{s}{\omega} \left(\frac{5}{2}\pi - \beta - \gamma_1 \right) + R.$$

Подставляя величины $x_{c''}$ и $x_{d''}$ в уравнение (4), получим

$$\frac{s}{\omega} \left(\frac{5}{2}\pi - \beta - \gamma_1 \right) + R - \frac{s}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - \gamma_1 \right) - R = b$$

откуда
$$\frac{s}{\omega} = \frac{b}{2\pi - \beta} = \frac{\Delta s \cdot \cos \alpha}{2\pi - \beta}$$

или
$$\omega = \frac{s}{b} (2\pi - \beta).$$

Если на диске укрепить два ножа, то они образуют угол $\beta = \pi$, и тогда

$$\omega = \frac{s}{b} \pi,$$

откуда
$$s = \frac{b\omega}{\pi} = \frac{b\pi n}{30\pi} = \frac{bn}{30}$$

или
$$b = \frac{s\pi}{\omega} = \frac{30s}{n}.$$

Эти три уравнения связывают между собой три параметра (b , n , s) машины. Пользуясь данными уравнениями, можно по любым двум параметрам определить третий.

Время t пути ножа при повороте диска на угол π (при двух ножах) может быть выражено следующим образом:

$$t = \frac{\pi R}{v_o},$$

где v_o – окружная скорость, м/с.

За это время измельчитель пройдет путь

$$st = \Delta s \cdot \cos \alpha,$$

откуда
$$t = \frac{\Delta s \cdot \cos \alpha}{s}.$$

Чтобы лезвие работало всей своей длиной, необходимо соблюсти условие:

$$\frac{\pi R}{v_o} \geq \frac{\Delta s \cdot \cos \alpha}{s},$$

откуда
$$\frac{v_o}{s} \geq \frac{\pi R}{\Delta s \cdot \cos \alpha}.$$

Количество ножей можно найти из условия, что отклонение стеблей диском отсутствует [3], то есть $d''/e'' = 0$. Это возможно, когда $x_c'' = x_e''$. Точка e основания второго ножа придёт в точку e'' за время $t = \left(\frac{\pi}{2} + \beta\right) \frac{1}{\omega}$. Подставив это значение t в уравнение (3), получим

$$\begin{aligned} x_{e''} &= \frac{s}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \beta\right) + (R - b) \sin \left(\frac{\pi}{2} + \beta - \beta\right) = \\ &= \frac{s}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \beta\right) + R - b. \end{aligned}$$

Приравнявая полученные значения $x_{e''}$ и x_c'' :

$$\frac{s}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - \gamma_1\right) + R = \frac{s}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \beta\right) + R - b,$$

откуда
$$b = \frac{s}{\omega} (\beta + \gamma).$$

Обозначим $\beta = 2\pi/K$, где K – количество ножей. Тогда

$$\beta = \frac{b\omega}{s} - \gamma \text{ и } K = \frac{2\pi}{\left(\frac{b\omega}{s} - \gamma\right)}.$$

Траектория лезвий ножей измельчителя, которой соответствует наименьший расход мощности при измельчении подсолнечника, изображена в соответствии с рисунком 3. Значению мощности 0,826 кВт соответствует подпорное резание с числом оборотов 1200 мин.⁻¹, подачей 0,4 м/с, наклоном стеблей 28° с прямой формой лезвий ножей. Этой же траектории соответствует наименьший расход мощности измельчения кукурузы при тех же параметрах и значении 0,74 кВт. Контур наклонно заштрихованной площадки означает холостую работу второго ножа с учётом запаса длины лезвия в случае неполного срезания стебля клёна или случайного попадания стебля большого диаметра твёрдой древесины, а также постороннего предмета. Площадки со срезанными участками стеблей имеют вертикальную и горизонтальную штриховки, соответствующие разным трохоидам.

Траектория лезвий ножей измельчителя, которой соответствует наименьший

расход мощности на единицу длины активной части лезвия при измельчении кукурузы и подсолнечника, изображена в соответствии с рисунком 4. Расход мощности при обработке подсолнечника составит 1,533 кВт, при обработке кукурузы – 1,357 кВт со следующими параметрами: резание подпорное, число оборотов в минуту – 1200, подача – 0,8 м/с, форма лезвий ножей – прямая, наклон стеблей 28°. Этой же траектории соответствует наименьший расход мощности на единицу длины активной части лезвия при измельчении кустарниковой поросли клёна. Для клёна средним диаметром 20 мм расход мощности составляет 2,6 кВт, 25 мм – 2,6, 30 мм – 3,35 мм – 3,4 кВт, со следующими параметрами: резание бесподпорное, число оборотов в минуту – 1200, подача – 0,8 м/с, форма лезвий ножей – прямая, наклон стеблей 28°. Клён диаметром 40 мм при указанных параметрах аппарат измельчить не смог.

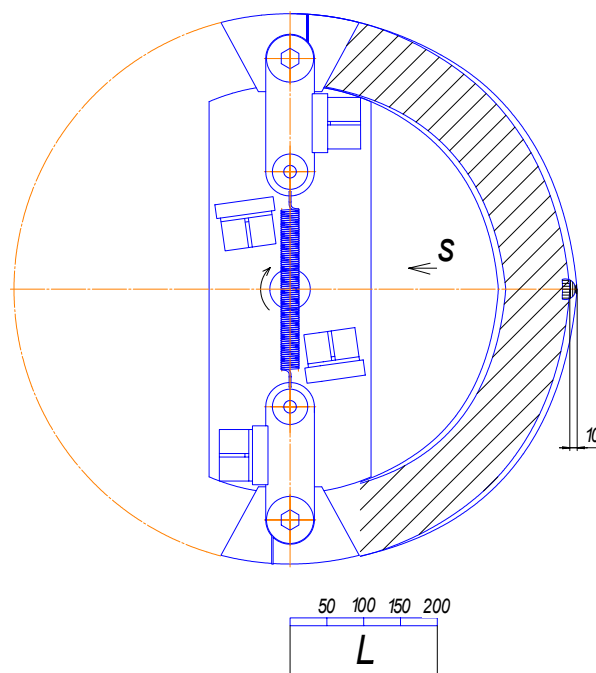


Рис. 3. Траектория лезвий ножей измельчителя с наименьшими затратами мощности

Траектория лезвий ножей измельчителя, которой соответствует наименьший расход мощности при измельчении клёна, соответствует траектории, изображённой на рисунке 3. На измельчение клёна средним диаметром 20 мм расходуется мощность, наименьшее значение которой 1,32 кВт; 25 мм – 1,456; 30 мм – 1,704; 35 мм – 2,112; 40 мм – 2,738 кВт. Этим значениям соответствует бесподпорное

резание с числом оборотов 1200 мин.⁻¹, подачей 0,4 м/с, с прямой формой лезвий ножей и наклоном стеблей 28°.

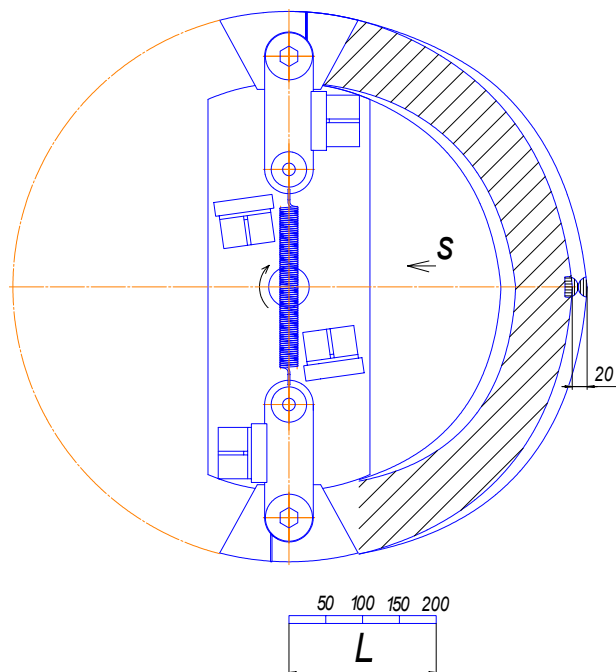


Рис. 4. Траектория лезвий ножей измельчителя с наименьшими затратами мощности на единицу длины активной части лезвия

Заключение

Построены схема работы ротационно-дискового измельчителя с уравнениями движения точек ножей; траектория лезвий ножей, которой соответствует наимень-

ший расход мощности и траектория лезвий ножей измельчителя с наименьшими затратами мощности на единицу длины активной части лезвия для кукурузы, подсолнечника и кустарниковой поросли кле-на. Опытные данные (значения мощности), полученные при испытании ножей на экспериментальной установке, хорошо согласуются со значениями, приведёнными в статье.

Библиографический список

1. Будашов И.А. Ротационно-дисковый измельчитель толстостебельных культур: энергоёмкость эксплуатации / И.А. Будашов // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. тез. Всерос. науч.-техн. конф. (23-24 ноября 2006 г.) / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2006. – 128 с.
2. Турбин Б.Г. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчёт / Б.Г. Турбин, А.Б. Лурье, С.М. Григорьев, Э.М. Иванович, С.В. Мельников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1987.
3. Теория, конструкция и расчёт сельскохозяйственных машин: учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах; под ред. Е.С. Босого. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977.



УДК 631.3:636.5

М.В. Запевалов,
С.М. Запевалов

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

Ключевые слова: технология, птичий помет, минеральные компоненты, органоминеральное удобрение, качество смешения, баланс, урожайность.

Введение

Удовлетворение потребности населения продуктами питания – главная задача агропромышленного комплекса страны. Определяющая роль в выполнении этой

задачи отводится растениеводству, где повышение урожайности сельскохозяйственных культур при минимальных затратах ресурсов на их производство возможно только на основе применения районированных высокоурожайных сортов, защиты растений от болезней, вредителей, сорняков и применения эффективных удобрений. К сожалению, эти факторы зачастую не учитываются.