УДК 631*658

Моделирование процесса работы устройства для заготовки кедровых шишек

А.И. Рузавин

Ключевые слова: лесовосстановление, кедровый орех, устройство, добыча кедровой шишки, производительность.

Аннотация. В статье представлено

Схема взаимодействия механического отряхивателя типа падающего ударника сверху на ствол кедра приведена на рисунке 1.

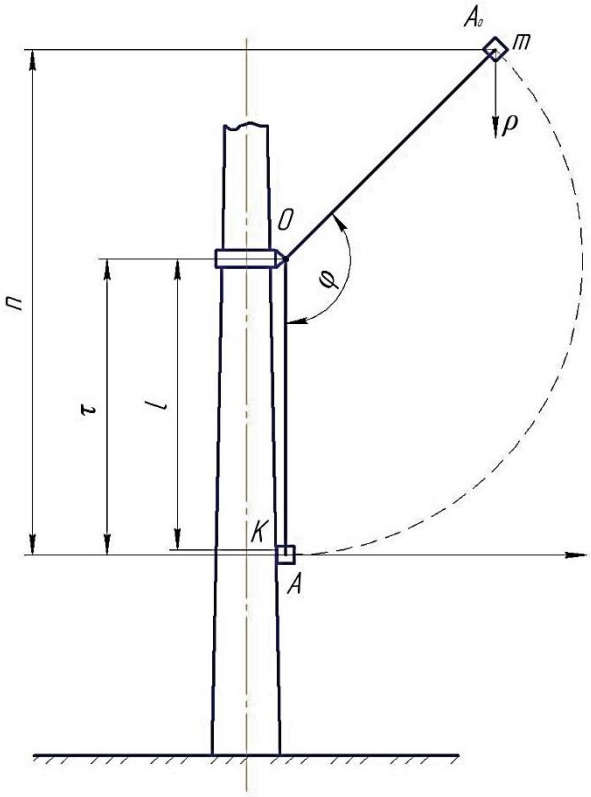

Рисунок 1 - Схема отряхивателя ударного действия

Боек *A* отряхивателя массой *m* расположен симметрично относительно плоскости, проходящей через ось симметрии ствола и линию действия ударного импульса. В момент начала удара ось рычага *OA* параллельна оси ствола (в первом приближении можно считать что ось рычага параллельна и образующей ствола).

Тогда ось *h*, проведённая через центра *A* массы *m*, перпендикулярна к образующей ствола и направлена по касательной к траектории её движения.

Полагая, что масса m_p рычага, на котором подвешен боек *A*, мала по сравнению с массой бойка ($m_p << m$), приведенную длину принимаем равной расстоянию *r* от точки подвеса *O* до центра массы бойка. В таком случае точки *K* соприкосновения бойка со стволом будет лежать на оси *h*.

Из теоремы об изменении кинетической энергии на перемещении АА

$$mV^2 = 2P \cdot \lambda = 2mgr(1 - \cos\varphi) \quad (1)$$

откуда скорость бойка отряхивателя в момент начала удара по стволу

$$V = 2\sqrt{gr} \cdot \sin(\frac{U}{2}) \quad (2)$$

где r - расстояние от точки подвеса O отряхивателя до центра A массы бойка, м;

φ - угол поворота рычага отряхивателя от исходного положения до момента удара, град.

Как видно максимальная скорость в начале удара будет достигаться при угле φ = 180° поворота отряхивателя от исходного положения.

Угловая скорость бойка в начале удара

$$\omega = \frac{V}{r} \quad (3)$$

При условии исполнения бойка из дерева и при соударении дерева по дереву удар является упругим. Коэффициент K восстановления для удара дерева по дереву может быть принят равным K=0,5.

В случае применения стального наконечника на бойке отряхивателя и стальной пяты, устанавливаемой на ствол, K = 0,56.

Ударный импульс

$$S = m(1 + K)V = m(1 + K)\omega r \quad (4)$$

Как видно наибольший ударный импульс будет достигнут при φ = 180°.

Среднюю величину ударной силы (реакции) определяют

$$P_{\text{ср}} = \frac{S}{\tau} \quad (5)$$

где τ - время удара, с.

Кинетическая энергия в начале удара

$$T_1 = \frac{mV^2}{2} \quad (6)$$

При ударе бойка по стволу будет иметь место потеря кинетической энергии.

Поскольку до удара масса ствола находится в состоянии покоя, то потерю кинетической энергии при ударе определим по выражению

$$T_1 - T_2 = (1 - K^2)\frac{M}{m + M}T_1 \quad (7)$$

Так как в рассматриваемом случае масса M дерева значительно превышает массу бойка (M>>m), то значение дроби $\frac{M}{m+M}$ принимаем равным 1.

Тогда потерю кинетической энергии можно подсчитать

$$T_1 - T_2 = (1 - K^2)T_1 \tag{8}$$

Коэффициент полезного действия принимают как отношение потери кинетической энергии к кинетической энергии в начале удара

$$r = \frac{T_1 + T_2}{T_1} = (1 - K^2) = 0{,}75 \tag{9}$$

т.е. К.П.Д. отряхивателя ударного типа зависит только от коэффициента восстановления.

При ударе в шарнире точке O могут возникнуть импульсивные реакции, которые могут обусловить ускоренный износ шарнира или к разрушению узла шарнира.

Для исключения возникновения импульсивных реакций в шарнире необходимо, чтобы ударный импульс был расположен в плоскости симметрии, перпендикулярной шарниру отряхивателя. Центр удара должен совпадать с вертикальной плоскостью, проходящей через ось симметрии бойка и шарнира, ударный импульс должен быть приложен на расстоянии l от оси вращения O.

При ударе бойка по стволу в комлевой части на уровне земли и в центре массы $M_к$ кроны возникнут ударные реактивные импульсы. Согласно теории удара импульсы распределяются на опорах обратно пропорционально расстоянию опор от центра удара, а ударный импульс S равен алгебраической сумме реактивных ударных импульсов, т.е.

$$S_к = h\delta = S_{кр}(H_к - h\delta); \qquad S = S_к + S_{кр}$$

где $S_к$ - реактивный ударный импульс в комлевой части дерева на уровне земли;

$S_{кр}$ - реактивный ударный импульс в центре массы кроны;

$H_к$ - высота центра кроны над уровнем земли;

$h\delta$ - высота бойка отряхивателя над уровнем земли в момент удара.

Нетрудно видеть, что реактивный ударный импульс в центре массы кроны

$$S_{кр} = S\frac{h\delta}{H_к} \tag{10}$$

Максимальная расчётная сила удара, приложенная в центре кроны, с учётом К.П.Д. системы составит

$$P_{MAX}^{расч} = (1 - K^2)\frac{S}{r} \cdot \frac{h_1}{H_к} \tag{11}$$

Литература:

1. *Бырдин П.В., Широколобов Д.А., Керина Э.Н., Аверина Г.А.* Об аспектах инновационной деятельности в лесопромышленном комплексе / Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – Т. 2. – 185 с.

2. *Бырдин П.В., Холопов В.Н, Невзоров В.Н.* Модернизация технологического оборудования для заготовки и транспортировки недревесного растительного сырья / АПК России. - 2015. – Т. 74. – 245 с.