

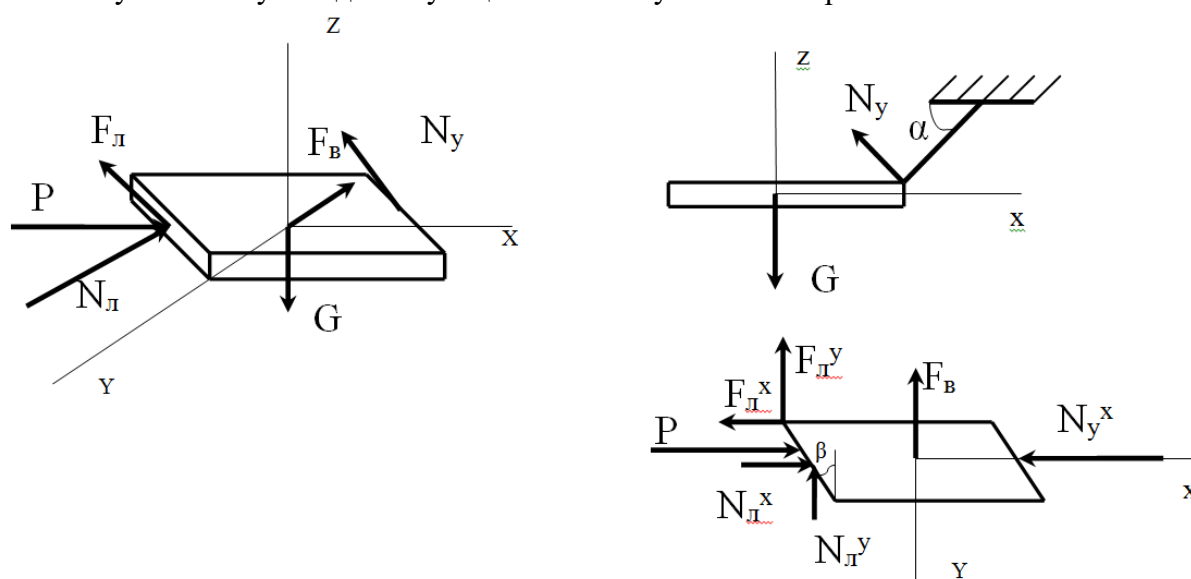
Уравнения движения объекта в рабочем органе устройства для шелушения кедровых шишек

И.И. Рузавин

Ключевые слова: лесовосстановление, кедровый орех, устройство, шелушение, производительность.

Аннотация. В статье представлено

На рисунке 1 представлена расчетная схема устройства, представляющая статическую систему сил действующих на шишку в момент времени.



N_y – реакция упора; $F_{л}$ – сила трения о лопасть шнека при движении шишки; $F_{в}$ – сила трения шишки о вал шнека; $N_{л}$ – нормальная реакция лопасти;
 P – действующая на винт продольная сила; G – сила тяжести шишки;
 α – угол наклона упора; β – угол подъема винтовой линии

Рисунок 1 - Расчетная схема действия сил на шишку в устройстве для шелушения кедровых шишек

Рассмотрим равновесие системы сил приложенных к шишке. Выберем нормальную реакцию лопасти $N_{л}$, нормальная реакция упора N_y , силу трения о лопасть шнека $F_{л}$, действующую продольную силу на винт P , силу трения о вал шнека $F_{в}$ и силу тяжести G . Выбрав координаты осей OX , OY , OZ , как показано на рисунке 1, составим три уравнения равновесия системы.

Далее была составлена система уравнений сил действующих на шишку в устройстве для извлечения ореха из кедровой шишки.

Система уравнений равновесия:

$$\begin{cases} P + N_l^x - N_y^x - F_{л}^x = 0 \\ -F_B - F_{л}^y - N_y^y = 0 \\ N_y^z - G = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Проекции сил на оси $N_l^x = N_l \cdot \cos \beta$; $N_l^y = N_l \cdot \sin \beta$; $F_{л}^x = F_l \cdot \sin \beta$; $F_{л}^y = F_l \cdot \cos \beta$; $N_y^x = N_y \cdot \sin \alpha$; $N_y^y = N_y \cdot \cos \alpha$, подставив эти уравнения в систему (1), получим следующую систему:

$$\begin{cases} P + N_l \cdot \cos \beta - N_y \cdot \sin \alpha - F_l \cdot \sin \beta = 0 \\ -F_B - F_l \cdot \cos \beta - N_l \cdot \sin \beta = 0 \\ N_y \cdot \cos \alpha - G = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Из 2-го уравнения системы (2) выразим N_l

$$N_l = -\frac{F_B + F_l \cdot \cos \beta}{\sin \beta} \quad (3)$$

Подставим выражение (3) в 1-ое уравнение системы (3.2) после преобразования, получим

$$P - F_B \cdot \cot \beta - F_l \cdot \cos \beta \cdot \cot \beta - N_y \cdot \sin \alpha - F_l \cdot \sin \beta = 0. \quad (4)$$

В уравнение (4) вынесем F_l за скобку и получим:

$$P - F_B \cdot \cot \beta - F_l \cdot (\cos \beta \cdot \cot \beta + \sin \beta) - N_y \cdot \sin \alpha = 0. \quad (5)$$

Проведем преобразование в скобке уравнения (5)

$$(\cos \beta \cdot \cot \beta + \sin \beta) = \frac{\cos \beta \cdot \cos \beta}{\sin \beta} + \sin \beta = \frac{\cos^2 \beta + \sin^2 \beta}{\sin \beta} = \frac{1}{\sin \beta},$$

тогда уравнение (5) примет следующий вид:

$$P - \frac{F_B \cdot \cos \beta}{\sin \beta} - \frac{F_l}{\sin \beta} - N_y \cdot \sin \alpha = 0. \quad (6)$$

Из уравнения (6) выразим силу P , получим

$$P = N_y \cdot \sin \alpha + \frac{F_B \cdot \cos \beta + F_l}{\sin \beta}. \quad (7)$$

Действующая на шнек сила P равна,

$$P = \frac{2k \cdot M_B}{D_B \cdot \tan \beta}, \quad (8)$$

где M_B – крутящий момент на валу шнека;

D_B – диаметр шнека;

k – коэффициент равный 1,25...1,43 и учитывающий, что радиус винта больше чем радиус, на котором приложена равнодействующая сил сопротивления винта вращению[3,4].

Приравняв правые части уравнений (7) и (8), получим:

$$\frac{2k \cdot M_B}{D_B} \cdot \cot \beta = N_y \cdot \sin \alpha + F_B \cdot \cot \beta + \frac{F_L}{\sin \beta}. \quad (9)$$

Из уравнения (9) выражая M_B , сделав преобразование, получим

$$M_B = \frac{D_B}{2k} \left(N_y \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta + F_B + \frac{F_L}{\cos \beta} \right). \quad (10)$$

Из полученного выражения видно, что момент M_B на валу прямо пропорционален диаметру шнека D_B , нормальной реакции упора N_y , $\sin \alpha$ угла наклона упора и $\operatorname{tg} \beta$ угла подъема винтовой линии шнека.

Литература:

1. *Бырдин П.В., Михальский Д.В.* Устройство для шелушения кедровых шишек / Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. – Т. 2. – 288 с.
2. *Бырдин П.В., Михальский Д.В., Иванов В.А.* Теоретические исследования устройства для извлечения ореха из кедровых шишек / Системы. Методы. Технологии. - 2009. - №4. – с. 83-85.
3. *Бырдин П.В., Михальский Д.В.* Теоретические исследования устройства для извлечения ореха из кедровой шишки / Вестник КрасГАУ. – 2010. № 6 (45). - с. 139-142.
4. *Бырдин П.В., Михальский Д.В., Медведева О.И.* Теоретические аспекты шелушения термообработанных кедровых шишек / Вестник КрасГАУ. – 2013. № 6 (81). - с. 201-205.
5. *Бырдин П.В., Лукина В.С., Невзоров В.Н.* Устройство для извлечения из шишек кедровых орехов, их очистки и сортировки: пат. 2316240 РФ. 2008. заявитель и патентообладатель «Сибирский технологический университет». - № 2006111101/13; заявл. 05.04.2006; опубл. 10.02.2008.
6. *Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С.* Устройство для шелушения кедровых шишек: пат. 95470 РФ. 2009. заявитель и патентообладатель «Братский государственный университет». - № 2009144530/22; заявл. 01.12.2009; опубл. 10.07.2010.
7. *Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С.* Устройство для извлечения ореха из кедровой шишки: пат. 2403829 РФ. 2009. заявитель и патентообладатель «Братский государственный университет». - № 2009113404/13; заявл 09.04.2009; опубл. 20.11.2010.
8. *Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С.* Устройство для выделения ореха из кедровых шишек: пат. 2440013 РФ. 2010. заявитель и патентообладатель «Братский государственный университет». - № 2010122961/13; заявл 04.06.2010; опубл. 20.01.2012.

9. *Бырдин П.В., Михальский Д.В., Борейкина Е.М.* Устройство для шелушения кедровых шишек с их предварительной термической обработкой: пат. 2491010 РФ. 2011. заявитель и патентообладатель «Братский государственный университет». - № 2011147697/13; заявл 23.11.2011; опубл. 27.05.2013.