УДК 631\*658

**Моделирование процесса работы устройства для извлечения ядер из кедрового ореха**

М.И. Рузавин

Ключевые слова: лесовосстановление, кедровый орех, устройство, извлечение ореха, производительность.

*Аннотация.* В статье представлено

Для теоретического исследования работы устройства примем, что качение ореха по диску проходит в плоскости XOY декартовой системы координат без скольжения, плоскость XOY и ZOY проходят через центр ореха, т.е. через точку C (центр масс ореха), диаметр ореха - зазора между дисками. Принимаем, что орех в зазоре между дисками скользит по поверхности обоих дисков с одновременным качением.

На орех действуют следующие силы:

Сила реакции () – сила реакции в верхней и нижней точки контакта ореха с дисками); сила тяжести ; силы трения ; , приложены соответственно в точках B и A контакта ореха с дисками; сила инерции .

Центробежная сила инерции определится как:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (1) |

где – масса кедрового ореха;

 – угловая скорость кедрового ореха;

 – расстояние от центра вращения до центра ореха.

Кориолисова сила инерции определится как:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (2) |

где – относительная скорость ореха направленная по оси X.

Дифференциальное уравнение движения точки (кедрового ореха) запишется:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (3) |

где – равнодействующая всех сил, приложенных к кедровому ореху.

Так как движение происходит в плоскости YOX, уравнение движения запишется:

по оси OX:

|  |  |
| --- | --- |
| ; | (4) |

по оси OY:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (5) |

где – сила трения скольжения кедрового ореха по поверхности верхнего диска; – коэффициент трения качения кедрового ореха по поверхности верхнего диска; – сила трения скольжения кедрового ореха по поверхности нижнего диска; - коэффициент трения качения кедрового ореха по поверхности нижнего диска.

Условие возможности движения ореха между дисками по направлению оси X является превышение сил инерции над силами трения, то есть когда:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (6) |

Силы трения между дисками зависят от свойств материала дисков и скорлупы кедрового ореха, а также от силы прижатия дисков к ореху. Одновременно трение скольжения и трение качения будут действовать при равенстве их коэффициентов, т.е. когда . Для того чтобы кедровых орех перекатывался по диску к нему необходимо, в точке контакта с диском, приложить касательную силу, то есть чтобы возникал момент *M* равный:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (7) |

где – сила трения скорлупы кедрового ореха о диск;

 – диаметр кедрового ореха;

 – сила инерции.

В зависимости от величины момента (7) сил сопротивления, возможно качение по диску или его скольжение. Если , то происходит перекатывание по диску, а если , то кедровый орех скользит по диску. При движении кедрового ореха между верхним и нижним дисками, возникают силы трения, которые стремятся орех вывести к периферии, т. е. наружу.

На рисунке 3.1, показано положение ореха в начальный момент времени и при повороте диска на величину угла . При этом контакты ореха с диском протекают не в точке, а по плоскости, т.е. имеется пятно контакта с радиусов (условно принято, что пятно контакта на круглом орехе является кругом). Скорость перемещения точки «С» (центра масс ореха) в плоскости XOY отлична от скорости движения диска, т.е. от точки контакта ореха с диском. Исходя из этого, линейная скорость кедрового ореха определится следующим образом.

Линейная скорость точки «А» будет ровна:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (8) |

где – угловая скорость диска;

 – угловая скорость ореха;

 - расположение ореха на диске;

 – радиус ореха.

Линейная скорость движения ореха:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (9) |

Так как принято движение ореха без скольжения, то линейная скорость движения ореха относительно дисков определятся из условия:

откуда

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

Подставляя 10 в 9, получаем линейную скорость кедрового ореха:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

Тогда, подставляя (11) в формулу по определению силы инерции, получим:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

Из полученного выражения видно, что суммарная сила инерции кедрового ореха зависит от массы ореха , его радиуса , а также угловых скоростей движения ореха и диска .

**Литература:**

1. *Вовк В.А., Гуленко В.Е.* Устройство для извлечения ядер из кедрового ореха; Молодая мысль: наука, технологии, инновации: Матер. VIII науч. техн. конф. – Братск: ФГБОУ ВО «БрГУ»; 2016. С 289 – 291.

2. *Вовк В.А.* Исследование устройств для извлечения ядер из кедрового ореха; Молодая мысль – развитию лесного комплекса: Матер. XVII науч. техн. конф. – Братск: ФГБОУ ВО «БрГУ»; 2016. С 14 – 19.

3. *Бырдин П.В., Вовк В.А.* Теоретико-экспериментальные исследования устройства для разрушения скорлупы кедровых орехов / Системы. Методы. Технологии. 2017. № 1 (33). С. 102 – 106.