// Почвоведение, 1963. № 11. С. 71-77.

6. Гудков А.Н. Теоретические положения, определяющие пути современного развития рабочих процессов машин сельскохозяйственного производства // Земледельческая механика. Сб. трудов. М., «Машиностроение», 1971. – Т. XIII. – С. 93-101.

7. Гячев Л.В. Теория лемешно-отвальной поверхности. Зерноград, 1961. 319 с.

8. Джон С., Рейнхардт. Действие волн напряжений в горных породах // Сборник докладов на научной VI конференции. М., 1962, С. 142-150.

9. Дубровский А.А. Основные принципы применения вибрации для повышения эффективности почвообрабатывающих орудий. Л., 1965, с. 42-43.

10. Егоров Г.Г. Теория дробления и тонкого измельчения. М. – Л., 1938, 71 с.

11. Желиговский В.А. Основы теории технологического процесса вспашки // Доклады ВАСЗНИЛ, 1947, вып. 11.

12. Заславский М.Н. Эрозия почв. М., «Мысль», 1979, 245 с.

13. Кирпичев В.Л. Журнал русского химического и физического общества. Часть физическая. М., 1874, т.в. вып. 9., с. 152.

УДК 630*24.002.5

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗГОНА И УДАРА ЦЕПИ РОТОРА О СТВОЛ ТОНКОМЕРНОЙ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин **Л. Д. Бухтояров**

студент **Д. С. Сергиенко**

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

vglta-mlx@yandex.ru

При выращивании лесных культур необходимо проводить их осветление, то есть срезание поросли второстепенных пород. Для срезания применяются машины с роторными рабочими органами [1]. Во время проведения полевых экспериментов было установлено, что после срезания ствола в виду его большой длины происходит наклон и попадание уже срезанных стволов в рабочую зону ротора, после чего происходит их отбрасывание в сторону. Энергоёмкость столкновения и отбрасывания поросли предположительно меньше, чем затраты на её срезание, но исследований в данном направлении не проводилось [2].

Нами разработана имитационная модель ротора кустореза, которая позволяет определить кинематические и динамические характеристики процесса отбрасывания срезанной поросли. В модели были учтены инерционные силы, силы тяжести и характеристика разгона, контакт между звеньями цепи и стволами. Общая постановка задачи выглядит следующим образом:

$$[M]\ddot{s}(t)+[C]\dot{s}(t)+[K]s(t)=f(t),$$

где $[K]$ – матрица жесткости;

$[C]$ – матрица демпфирования;

$[M]$ – матрица масс;

$s(t)$ – вектор перемещения;

$\dot{s}(t)$ – вектор скорости;

$\ddot{s}(t)$ – вектор ускорения.

Начальное положение ротора и стволов показано на рис. 1.

Массовые характеристики исследуемых звеньев и расположения их центра масс в начале движения приведены в табл.

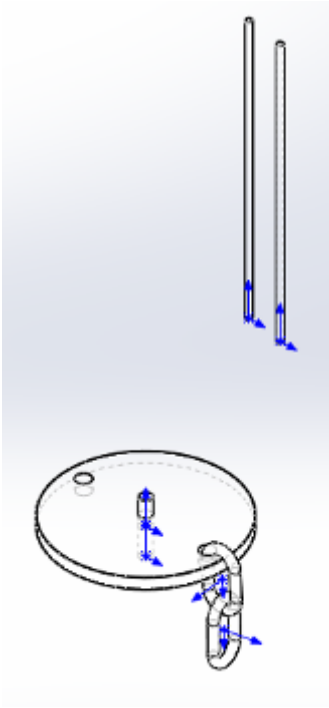


Рис. 1. Ротор и стволы поросли

Таблица

Положения центра масс и масса звеньев

	Ротор	Первое звено цепи	Второе звено цепи
Масса, кг	10,89	0,357	0,357
Положения центра масс звена относительной начальной системы координат, мм			
X	0	-144,6	-148,46
Y	10	17,43	101,5
Z	0	2,68	2,79

Примем, что разгон ротора происходит в соответствии с рис. 2.

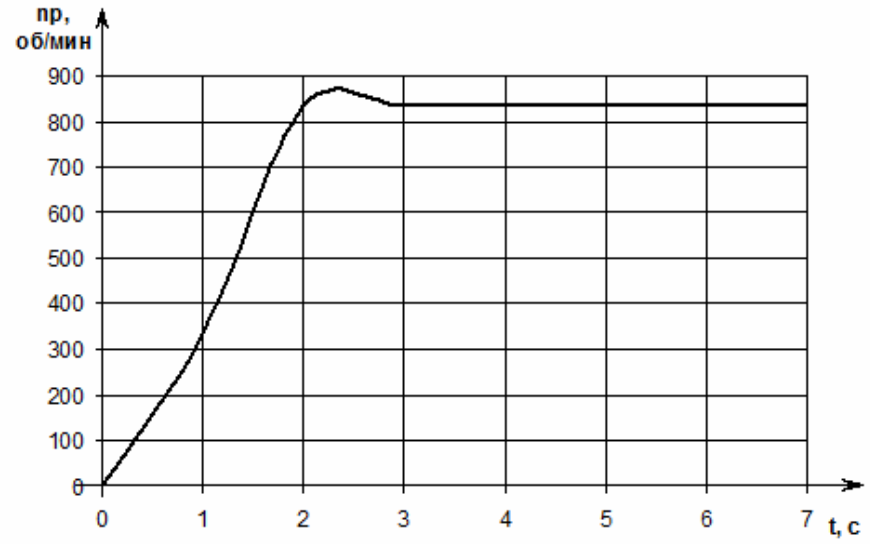


Рис 2. Характеристика разгона ротора

Введём данную характеристику в виде исходных данных и получим диаграммы ускорения и рывка ротора (рис 3).

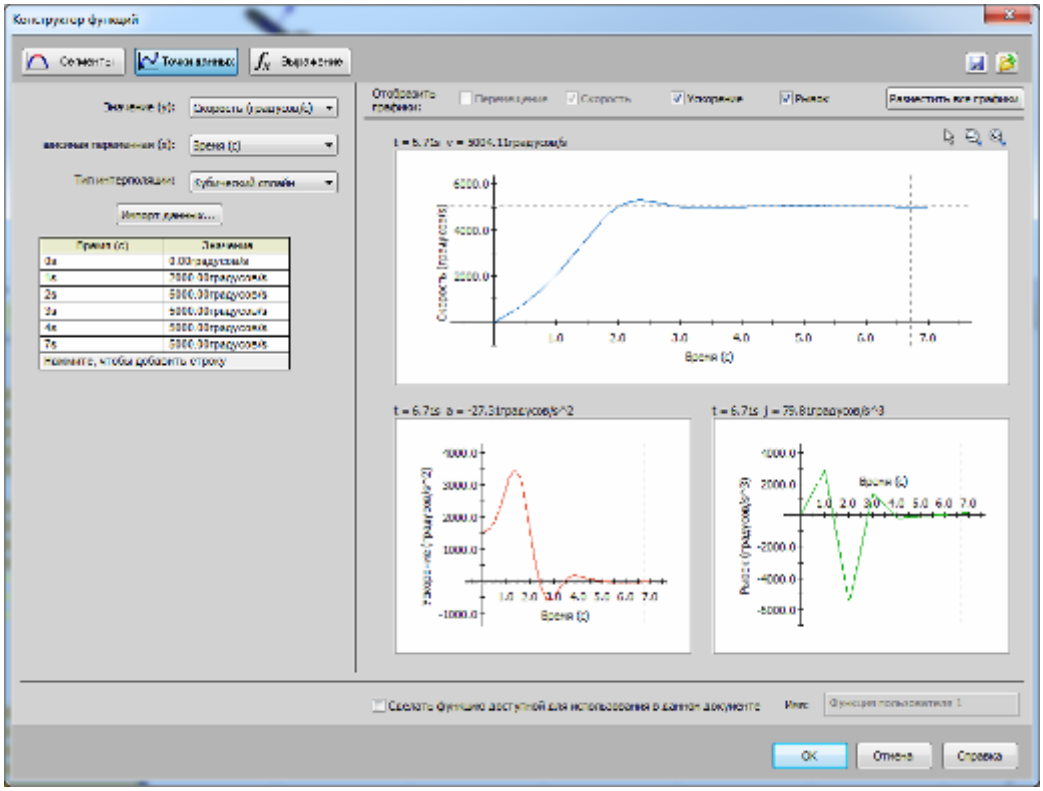


Рис. 3. Характеристика разгона ротора

Для того чтобы произвести моделирование падения ствола, на шкале времени начиная с 2 с выключим связи, удерживающие ствол в покое и на 0,2 с включим момент вращения одного из стволов.

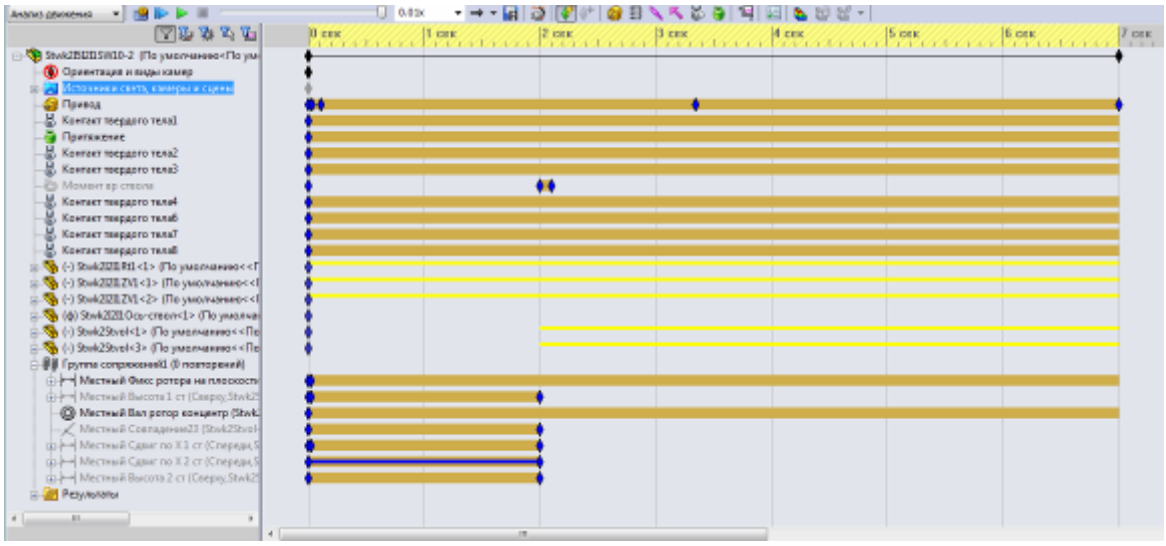
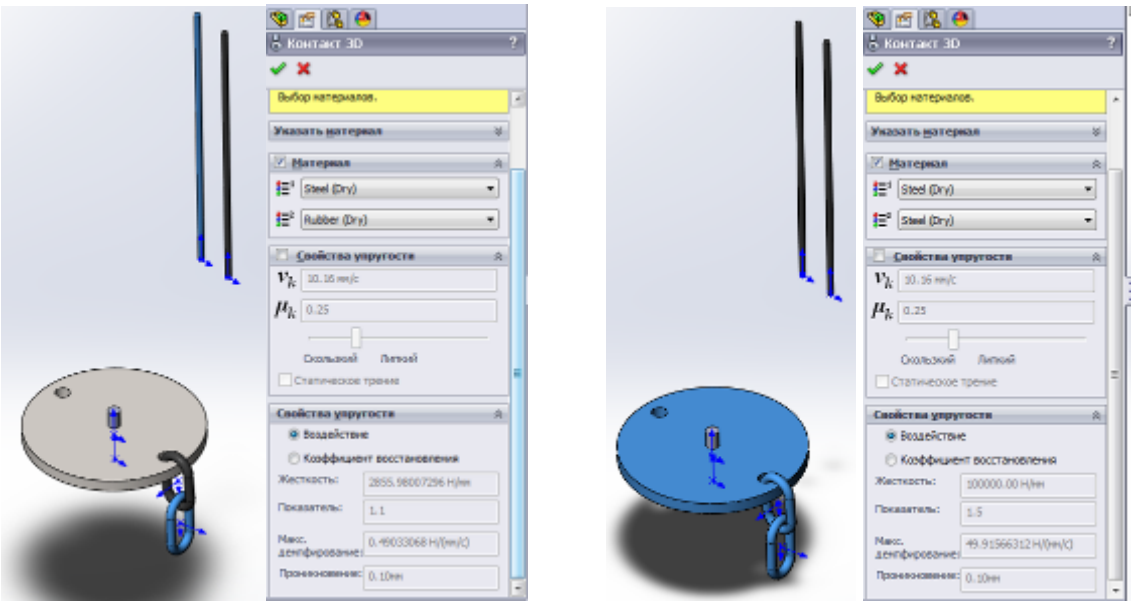


Рис. 4. Временная шкала с индикаторами выключения связей стволов и запуска момента

Зададим 3D контакт между звеньями ротора и двумя стволами, которые упрощённо представлены в виде цилиндров (рис. 5). Синим цветом выделены звенья, для которых показаны свойства 3D контакта.



а б

Рис. 5. Задание контакта между звеньями ротора:
а – контакт звена цепи со стволом; б – контакт звеньев цепи между собой и с ротором

На рис 6. показана траектория полета ствола после его контакта с цепью. Ствол отлетает на 2 м.

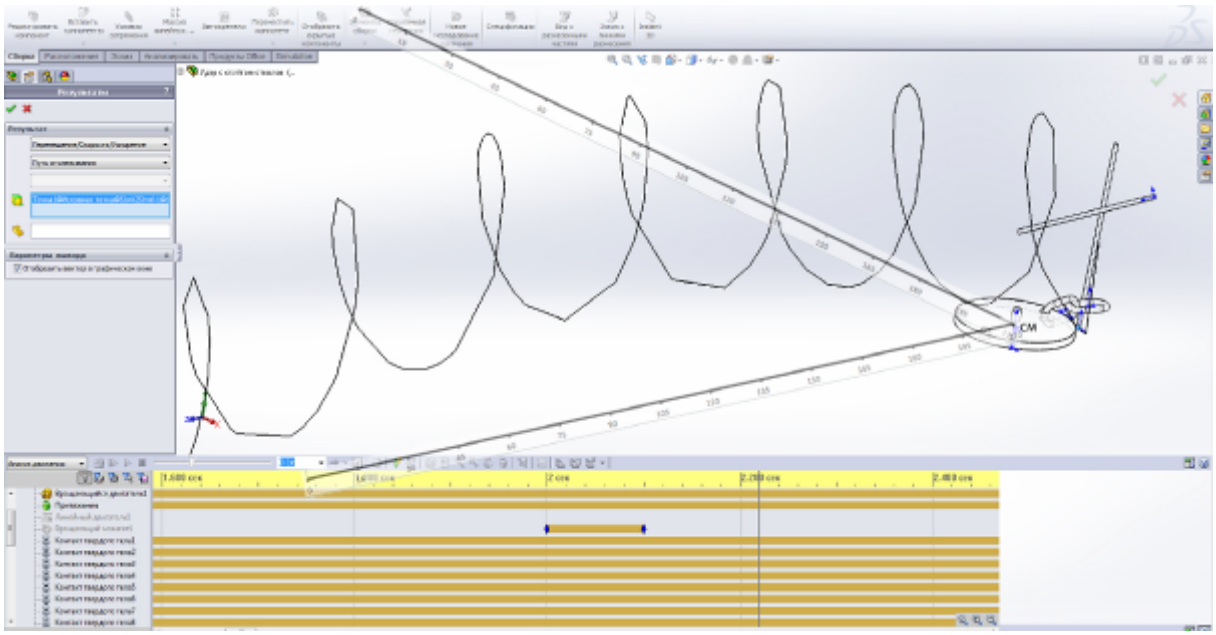


Рис. 6. Траектория полета ствола после его контакта с цепью ротора

Кроме визуально полученных траекторий также определены кинематические и динамические характеристики процесса.

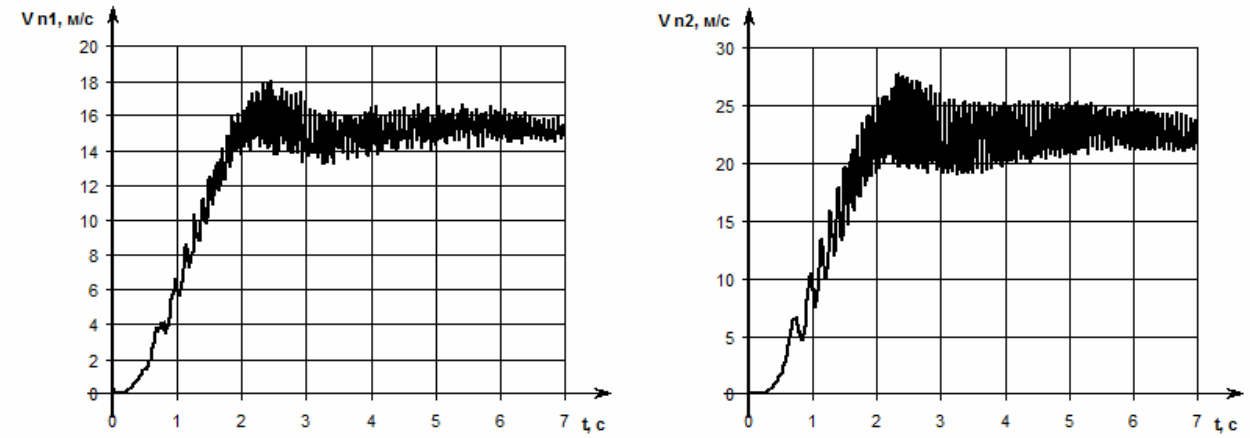


Рис. 7. Изменение скорости центра тяжести первого и второго звеньев цепи

В соответствии с рис. 7 значительное изменение окружной скорости звеньев цепи происходит только во время разгона ротора и отражает заданную нами на рис. 2 характеристику разгона.

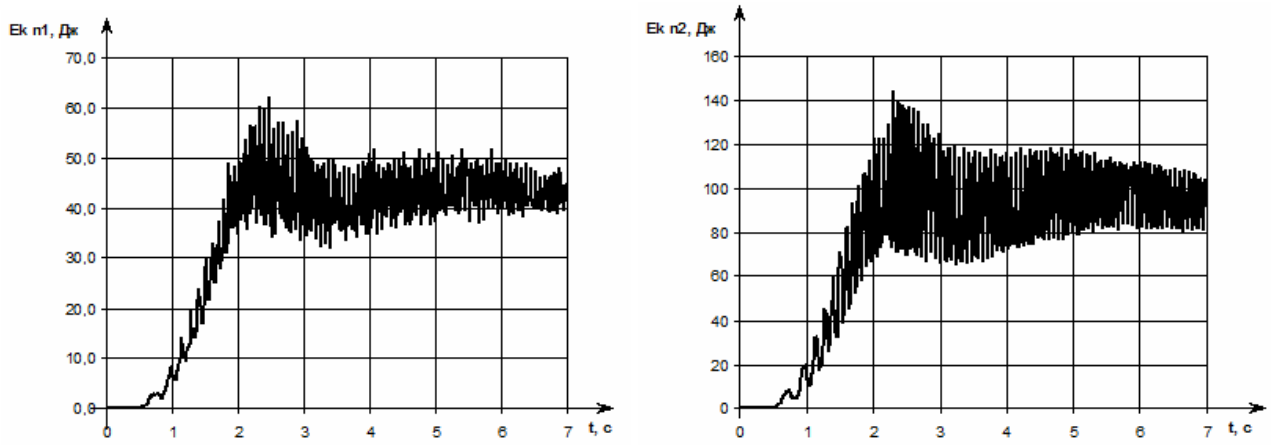


Рис. 8. Изменение кинетической энергии первого и второго звеньев цепи

Так как кинетическая энергия, накапливаемая в звеньях цепи, зависит от их скорости, то и характер её изменения соответствует рис. 7.

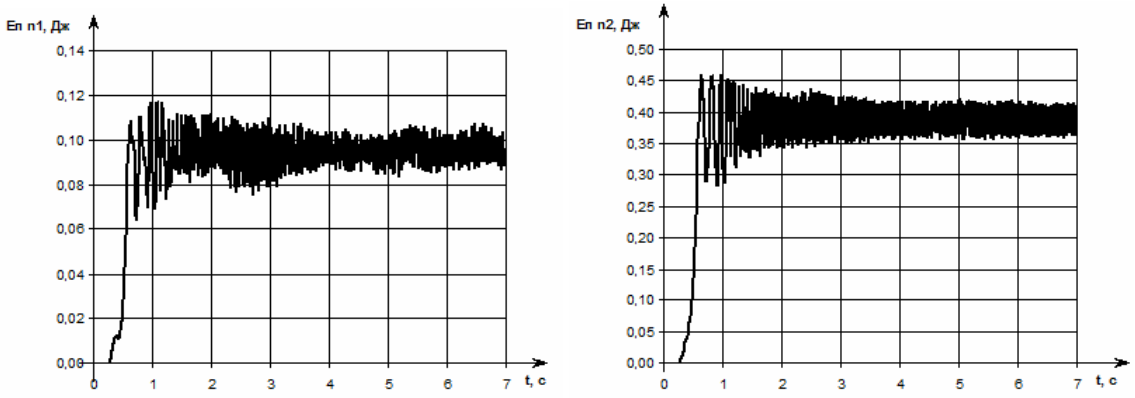


Рис. 9. Изменение потенциальной энергии первого и второго звеньев цепи

При разгоне ротора происходят разнонаправленные колебания звеньев цепи, что приводит к изменению потенциальной энергии, и только по достижению рабочего режима эти изменения становятся незначительными. Поскольку после окончания разгона величина потенциальной энергии цепи изменятся в одинаковых пределах, то это значит, что контакт срезанных стволов с цепью, который происходит на 2-3 секундах, при исследуемых начальных условиях не оказывает значительного влияния на работу ротора.

Таким образом, разработанная имитационная модель позволяет определить характер отбрасывания стволов, срезанных ранее и падающих в рабочую зону ротора. Кроме траектории движения получены затраты энергии на процесс ударного взаимодействия цепи ротора и поросли. Для рассматриваемых параметров ротора и стволов было установлено, что происходит разгон первого и второго звеньев цепи до средней скорости 15 и 23 м/с, средняя кинетическая энергия достигает значений 42 и 90 Дж, а средняя потенциальная энергия 0,09 и 0,38 Дж соответственно.

Библиографический список

1. Конструкции и параметры машин для расчистки лесных площадей [Текст] : монография / И. М. Бартенев, М. В. Драпалюк, П. И. Попиков, Л. Д. Бухтояров. М. : Наука : Флинта, 2007. 208 с.

2. Бухтояров Л. Д. Разработка конструкции и обоснование параметров инерционно-рубящего рабочего органа кустореза для удаления лесной поросли. Дисс. канд. техн. наук: 05.21.01: защищена 30.04.04. Воронеж. гос. лесотехн. акад. Воронеж, 2004. 189 с.