

УДК 631.542

**ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
ЦЕПНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА
КУСТОРЕЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО
РАБОТЫ**

Полев Виктор Сергеевич
аспирант
*ГОУВПО "Воронежская государственная лесо-
техническая академия", Воронеж, Россия*

На основе имитационного моделирования про-
веден анализ эффективности цепного кустореза
с рабочим органом новой конструкции. Иссле-
довано влияние частоты вращения рабочего ор-
гана на показатели качества удаления поросли и
энергетические затраты

Ключевые слова: КУСТОРЕЗ, ОСВЕТЛИТЕЛЬ,
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, РУБЯЩИЙ
ЭЛЕМЕНТ

UDC 631.542

**INFLUENCE OF ROTATION FREQUENCY
OF CHAIN WORKING BODY ON ITS
OPERATIONAL EFFICIENCY**

Polev Victor Sergeevich
postgraduate student
*Voronezh State Academy of Forestry Engineering,
Voronezh, Russia*

Based on imitating modeling, the analysis of effi-
ciency of a chain brush cutter with working body of
a new design is carried out. Influence of frequency
of rotation of the worker body on indicators of
quality of removal of young growth and power ex-
penses is investigated

Keywords: BRUSH CUTTER, BRIGHTENER,
IMITATING MODEL, CUTTING ELEMENT

При выращивании лесных культур периодически возникает необхо-
димость удалять вокруг них кустарниковую растительность. Удаление
кустарника (осветление) представляет собой сложную задачу по ряду при-
чин. Ветви кустарника (порослевины) являются гибкими, отклоняются в
процессе срезания, что затрудняет их качественное удаление. Кроме того,
возможны поломки рубящих органов при ударах о пни, камни и другие
объекты, которые могут встречаться на лесных участках, поэтому рубящие
органы должны иметь некоторую степень податливости. В существующих
кусторезах, в частности, осветлителе цепном ОЦ-2,3 в качестве рубящих
органов применяют обычные цепи. При этом кусторез обладает высокой
энергоемкостью, так как цепь ударяет по ветвям и ломает их, не перерезая.
Применение ненадежной конструкции предохранительного устройства ве-
дет к поломкам рабочих органов и элементов привода машины.

Ранее, нами была разработана новая конструкция рабочих органов
кустореза [1], в которой вместо цепей используются массивные ножи,
имеющие шесть режущих дугообразных кромок, соединенных скобами, и в
целом образующие аналог цепи. Барабан кустореза состоит из двух под-

пружиненных между собой частей, одна из которых подвижна в подшипнике вдоль оси вала и ведущего диска, выполненного на шлицевом соединении приводного вала и поджатого пружиной. Первые эксперименты в лабораторных условиях позволили убедиться в высокой эффективности предложенного кустореза.

Для определения оптимальных конструктивных и эксплуатационных параметров рабочих органов новой конструкции разработана имитационная компьютерная модель кустореза [2]. Модель в целом основана на методах классической динамики [3–5]. В рамках модели ножи кустореза представляются отдельными абсолютно твердыми телами, совершающими поступательное и вращательное движение в трехмерном пространстве. Каждая из двух цепей кустореза состоит из пяти ножей. Помимо описания движения цепей, модель также описывает динамическое поведение порослевин. Для того, чтобы учесть способность порослевин к разделению на фрагменты, в модели каждая порослевина состоит из 20...40 (определяется случайным выбором с помощью генератора случайных чисел) шарообразных элементов, последовательно связанных между собой (рис. 1). Соседние элементы взаимодействуют между собой вязкоупругими силами, не дающими элементам приближаться и удаляться друг от друга, а также изгибными силами (носящими вязкоупругий характер), противодействующими изгибу ветви. Два нижних элемента порослевины неподвижно зафиксированы. Если при взаимодействии с ножами соседние элементы удаляются далее некоторого критического расстояния, или изгибаются сильнее некоторого критического угла, в модели имитируется отрыв (слом) порослевины. После отрыва (слома) порослевина считается состоящей из двух различных независимых частей; каждая из этих частей далее также может разделяться на более мелкие части [2]. Для удобства моделирования разработана компьютерная программа на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7, находящаяся в настоя-

щее время в стадии регистрации в ФСИСПТЗ (рис. 1).

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния частоты вращения ω_0 рабочего органа (один из наиболее важных параметров кустореза) на эффективность кустореза на основе имитационного моделирования,

Для изучения влияния частоты вращения рабочего органа кустореза проведена серия компьютерных экспериментов, в которых постепенно увеличивалась частота вращения рабочего органа от 2 до 20 об/с с шагом 2 об/с. Компьютерный эксперимент заключался в движении вращающегося рабочего органа кустореза по отношению к контрольному участку размером 1,0 x 0,8 м с десятью случайно расположенными порослевинами случайной высоты. Горизонтальная скорость кустореза составляла 0,5 м/с (нормативное значение для кустореза ОЦ-2,3). Компьютерный эксперимент прекращался при удалении оси рабочего органа кустореза свыше 1,0 м от границы контрольного участка.

В процессе компьютерного эксперимента на экран непрерывно выводилось схематичное изображение цепей и порослевин в трех проекциях (рис. 1), график зависимости мгновенной мощности от времени $N(t)$, гистограмма распределения щепы по длине $P(l_{щ})$, текущие значения основных показателей эффективности (средняя длина щепы $l_{щ}$, средняя высота остатков порослевин $h_{п}$, доля удаленных ветвей, средняя потребляемая кусторезом мощность N).

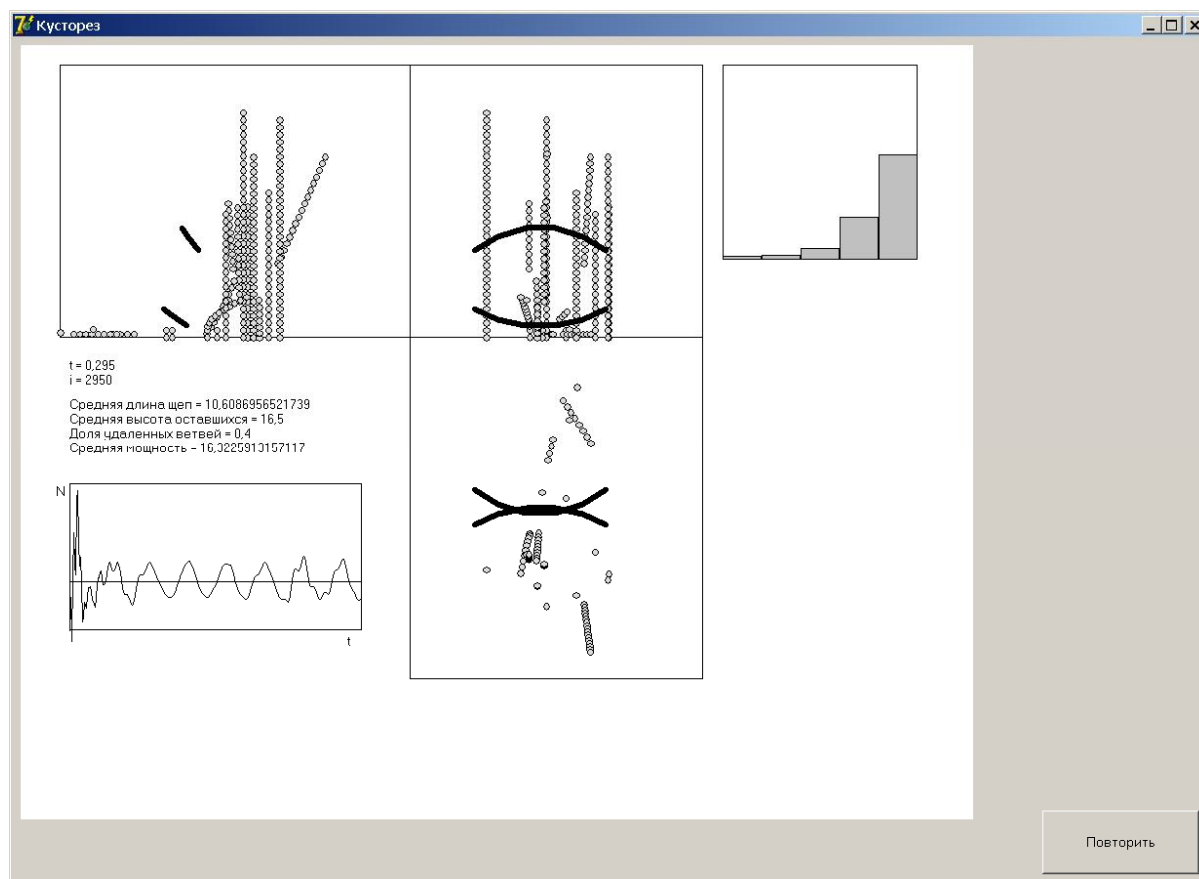


Рис. 1. Форма вывода результатов компьютерного эксперимента в программе для моделирования цепного кустореза с рубящими элементами

Кусторез должен хорошо измельчать порослевины, для того чтобы исключить их дальнейшую приживаемость. Зависимость средней длины щепы $l_{щ}$ от частоты вращения рабочего органа носит экспоненциально-убывающий характер (рис. 2, а). Анализируя состояние порослевин при движении кустореза, можно прийти к выводу, что при малой частоте вращения ω_0 порослевины перерезаются у корня и успевают почти целиком упасть на землю. При высоких же частотах вращения цепь кустореза успевает перерезать падающую порослевину несколько раз, чем и объясняется малая средняя длина щепы.

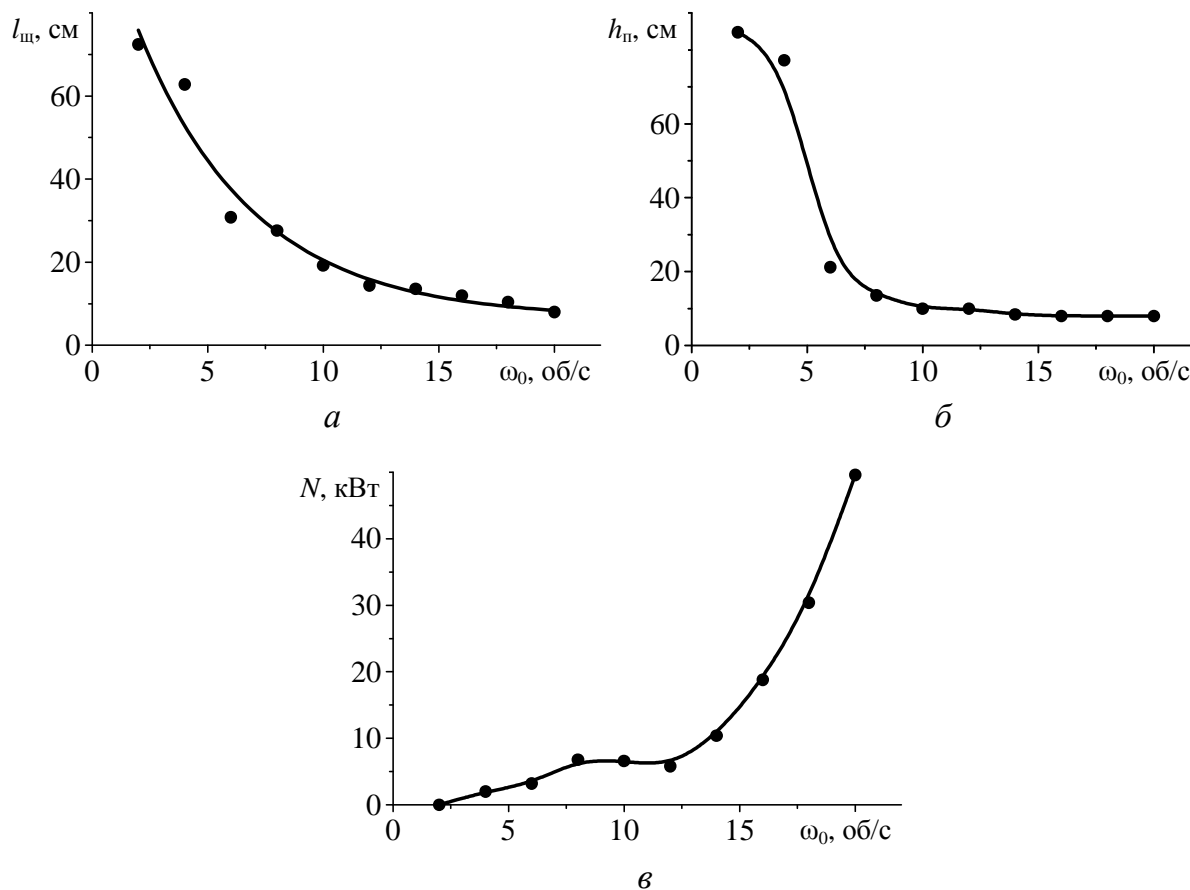


Рис. 2. Влияние частоты вращения ω_0 кустореза на среднюю длину щепы $l_{ш}$ (а), среднюю высоту остатков порослевин $h_{п}$ (б) и среднюю мощность N , потребляемую кусторезом (в)

Зависимость средней высоты остатков порослевин $h_{п}$ также является убывающей (рис. 2, б). При частоте вращения рабочего органа менее 6 об/с порослевинны довольно значительно отгибаются цепью и только после этого срезаются, поэтому остаток порослевинны оказывается довольно длинным. При частотах вращения же более 8 об/с скорость движения является достаточно высокой, чтобы порослевина не успела отогнуться в процессе перерубания.

Средняя потребляемая кусторезом мощность закономерно возрастает с увеличением частоты вращения рабочего органа (рис. 2, в). При частотах менее 12–14 об/с потребляемая мощность невелика (менее 10 кВт), а начиная с 14 об/с мощность резко возрастает.

Из сопоставления зависимостей на рисунке 2 следует, что оптимальная частота вращения рабочего органа лежит в диапазоне 10 ... 14 об/с.

Анализ гистограмм распределения щепы по длине (рис. 3) показывает, что при малой частоте вращения фрезы (6 об/с) встречается довольно много частиц длиной 0,3 ... 1,5 м, которые засоряют лесной объект и имеют возможность прижиться. При большой же частоте вращения фрезы (18 об/с) почти все щепы имеют размеры 0,1 ... 0,2 м, поэтому не засоряют поверхность, а выступают в роли удобряющего агента.

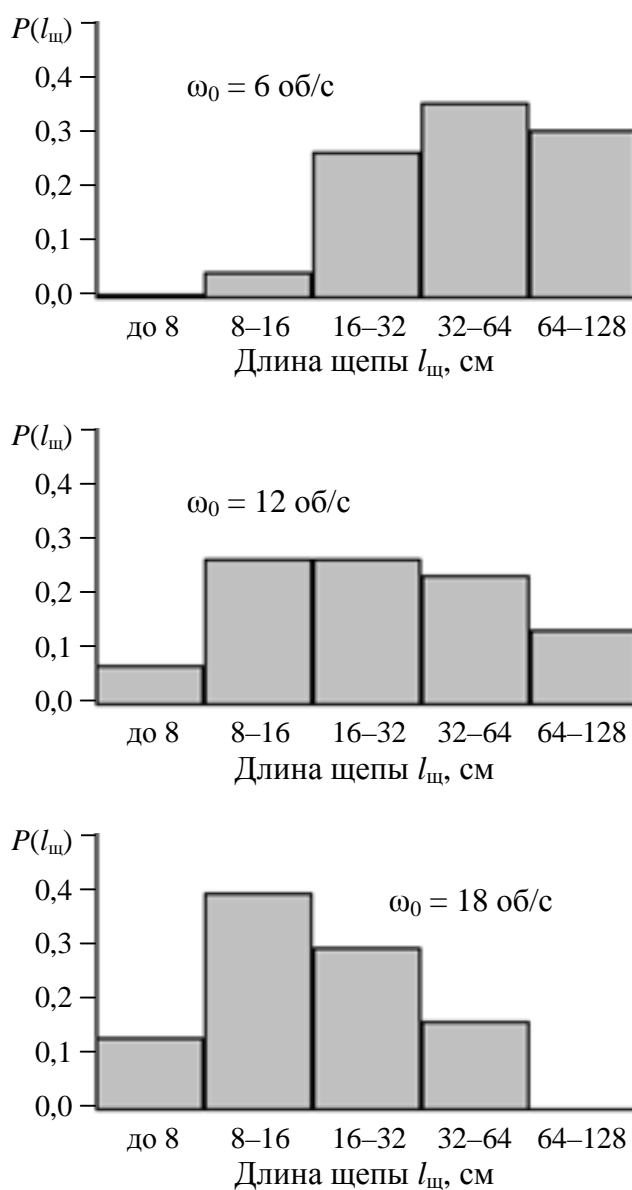


Рис. 3. Гистограммы распределения щепы по длинам $P(l_{щ})$ в зависимости от частоты вращения фрезы ω_0

Модель позволяет оценить направление потока щепы от кустореза (рис. 4).

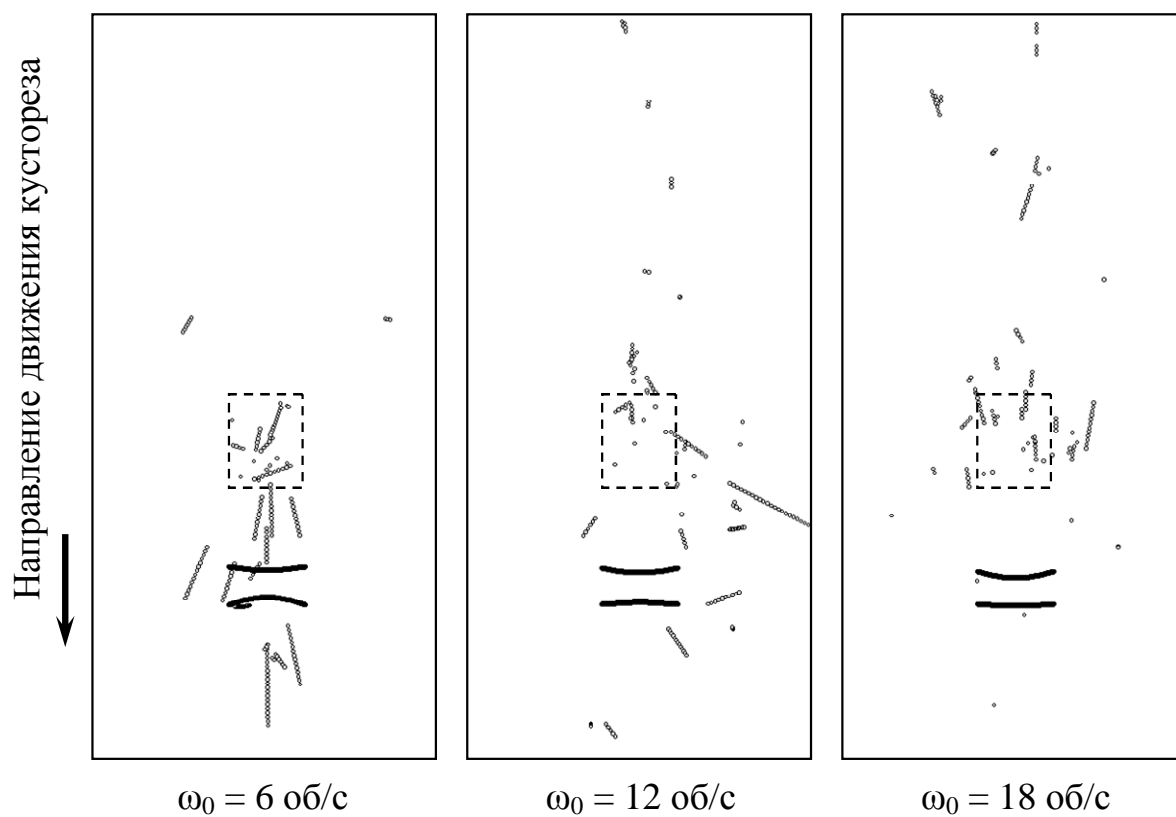


Рис. 4. Разброс щеп в горизонтальной плоскости после обработки кусторезом контрольного участка (изображен пунктирным прямоугольником) размером 1,0 x 0,8 м с десятью порослевидами

При малой частоте вращения рабочего органа (6 об/с) длинные порослевины увлекаются цепным барабаном по ходу движения кустореза, что является неблагоприятным обстоятельством, так как засоряется полоса обработки перед кусторезом. При средних частотах вращения (12 об/с) поверхность вокруг движущегося кустореза засоряется равномерно во всех направлениях (не только вперед и назад, но и в стороны). При высоких же частотах вращения (18 об/с) вращающийся барабан формирует поток щепы назад по отношению к движению кустореза. Последний случай является самым благоприятным, так как щепы не засоряют не обработанную часть полосы перед кусторезом и соседние полосы.

Таким образом, на основе проведенного комплексного теоретического анализа, можно рекомендовать для рабочих органов новой конструкции частоту вращения 14 ... 18 об/с. При таких частотах вращения достаточно хорошо срезаются и измельчаются порослевины, невелики затраты мощности и поток щепы движется назад по отношению к движению кустореза.

Список литературы

1. Заявка № 2008142814/12 на патент "Кусторез". Драпалюк М.В., Полев В.С.. Оpubл. БИПМ № 13 (1 ч.) 10.05.2010. С. 7.
2. Полев В.С., Драпалюк М.В. Моделирование рубящих элементов цепного кустореза // Лесной журнал, 2010. № 6. С. 94–98.
3. Советов Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1998. 319 с.
4. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления: Учеб. для вузов / под ред. А. Б. Лурье. Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. 312 с.
5. Расчет и проектирование строительных и дорожных машин на ЭВМ / Под ред. Е.Ю. Малиновского. М.: Машиностроение, 1980. 216 с.