

К ВОПРОСУ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОВ СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОН ПОВОЛЖЬЯ

DOI: 10.18572/2686-8598-2022-4-1-41-48

Фокин Сергей Владимирович,
*Профессор, Саратовский государственный аграрный университет
им. Н.И.Вавилова, Театральная площадь 1, 410012 г. Саратов, Россия
E-mail: feht@mail.ru*

Потребность в энергии для нужд экономики постоянно возрастает, что приводит к увеличению добычи и объемам сжигания ископаемых энергоносителей. Современные технологии переработки возобновляемых источников энергии, к которым относится древесина, позволяют применять ее в энергетических целях. Одним из перспективных направлений переработки древесных отходов является их измельчение рубительными машинами на лесосеке.

Ключевые слова: биотопливо, отходы лесосечных работ, рубительная машина, топливная щепка.

Технологические процессы заготовки биотоплива из древесины бывают следующих видов: комплексная заготовка деловой и топливной древесины на рубках главного пользования; специальная заготовка древесной биомассы на рубках ухода; при вырубке плантаций энергетических деревьев; при расчистке линейных объектов (обочин дорог, линий электропередач, газопроводов); заготовка из пней и корней [1,2].

Комплексная заготовка древесной биомассы позволяет вместе с заготовкой деловой древесины при сплошных рубках перерабатывать лесосечные отходы путем их измельчения, которое производят рубительной машиной на: вырубке, погрузочной площадке у лесовозной дороги, предприятии-потребителе щепы (ТЭЦ, котельная). Транспортировка древесной биомассы до потребителя осуществляется в виде щепы или насыпных отходов лесозаготовок.

Специальная заготовка древесной биомассы используется при заготовке тонкомерных деревьев с кроной при уходе за молодняком. Измельчение древесной биомассы и отходов лесозаготовок с помощью рубительной машины осуществляется: у дороги, на нижнем складе и на предприятии-потребителе топливной щепы [2,3].

Технология заготовки древесной биомассы из пней и корней осуществляется на участках рубок главного пользования с рыхлыми минеральными почвами. При этом заготовка древесной биомассы осуществляется машинным способом с использованием экскаватора, оснащенного специальным оборудованием, а измельчение полученного сырья производится рубительной машиной непосредственно у потребителя [2,3].

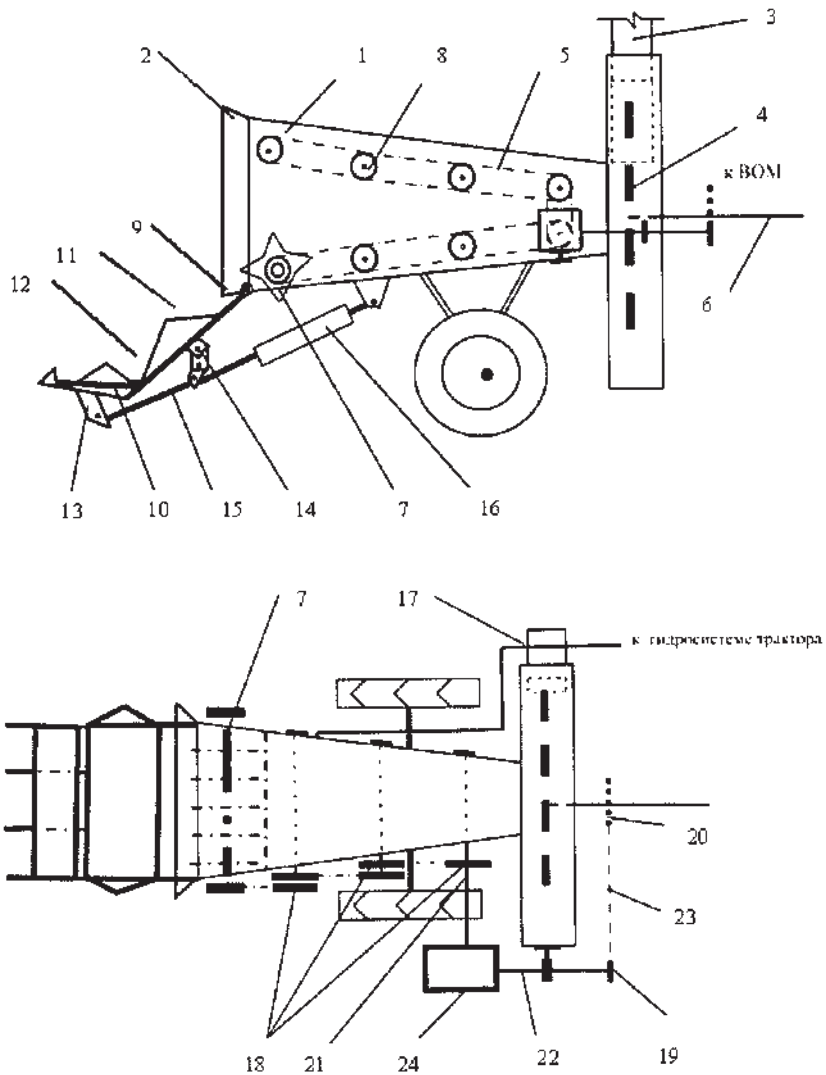
При производстве биотоплива в условиях лесов степной и лесостепной зон Поволжья необходимо учитывать некоторые особенности проведения работ. В данных лесорастительных зонах преобладают рубки ухода. Площадь делянок при этом незначительна (2-2,5 га). Они разрознены по территории лесных хозяйств. При этом транспортная доступность к лесосекам удовлетворительная, так как место проведения работ относится к малолесным районам и строительство лесных дорог является необязательным условием. Помимо этого леса расположены в густонаселенных районах, что снижает стоимость доставки готовой продукции потребителю. Поэтому наиболее приемлемой технологией получения биотоплива в лесах лесостепной и степной климатических зон Поволжья является заготовка сырья из отходов лесосечных работ в условиях лесосеки с дальнейшим его измельчением при помощи мобильных рубительных машин [4,5].

В настоящее время для измельчения древесных отходов широкое распространение получили дисковые рубительные машины. Широкий спектр применения машин данного типа свидетельствует об универсальности используемых конструктивных схем, которым свойственны маневренность, высокая производительность и компактность. Однако машинам данного типа, присущи и недостатки, основным из которых является высокая энергоемкость производимых работ по переработке древесной биомассы на щепу [6,7].

Предлагаемая нами новая конструкция машины для измельчения древесных остатков позволяет измельчать отходы лесосечных работ с незначительными энергозатратами. Конструктивная схема машины представлена на рисунке 1.

Предлагаемая машина функционирует следующим образом. Путем маневрирования трактора устройство подается к куче порубочных остатков таким образом, чтобы рама подъемного устройства располагалась в нижней части кучи порубочных остатков. После того как рама подъемного устройства получит вертикальное движение, древесные остатки расположатся на уровне входного отверстия загрузочного патрона.

После формирования некоторого объема древесного сырья при помощи механизма подачи материал перемещается к измельчителю дискового типа. Необходимо отметить, что корпус загрузочного патрона целесообразно изготавливать пирамидальной формы, так как указанная форма позволит уплотнить остатки при перемещении их от входа в загрузочный патрон к измельчителю. После чего измельченные части кроны и ветвей под



- 1 — корпус загрузочного патрона; 2 — габаритные пластины;
 3 — щепопровод; 4 — измельчитель; 5 — ременная передача;
 6 — приводной вал; 7 — механизм подачи; 8 — подающие вальцы
 9 — подъемное устройства; 10 — нижняя платформа;
 11 — верхняя платформа; 12, 13, 14 — шарниры; 15 — тяга;
 16 — гидроцилиндр; 17 — трубопровод; 18, 19, 20 — шкивы;
 21, 22 — валы; 23 — клиноременная передача; 24 — редуктор

**Рисунок 1. Конструктивная схема машины дисковой
рубильной машины**

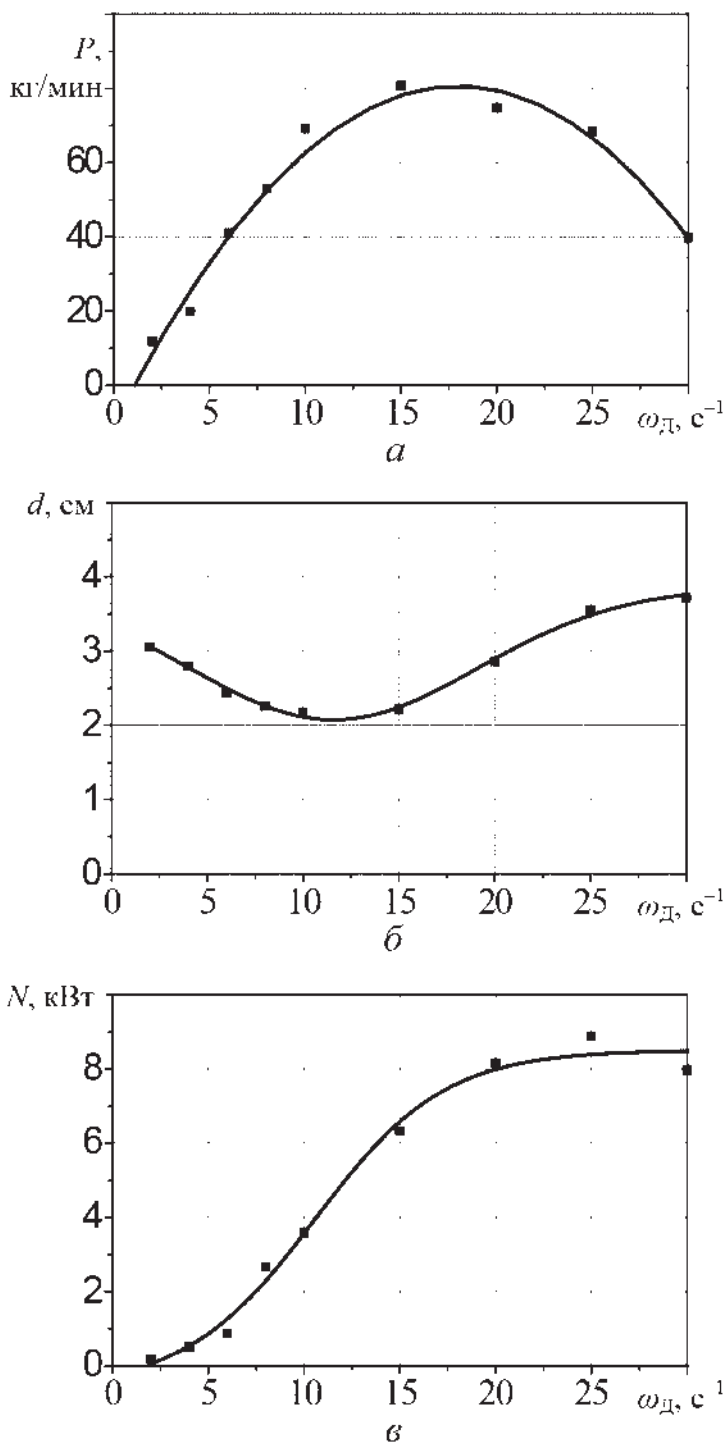


Рисунок 2. Влияние частоты вращения рубительного диска $\omega_{д}$ на производительность машины P (а), средний размер щепы d (б) и потребляемую рубительным диском мощность N (в)

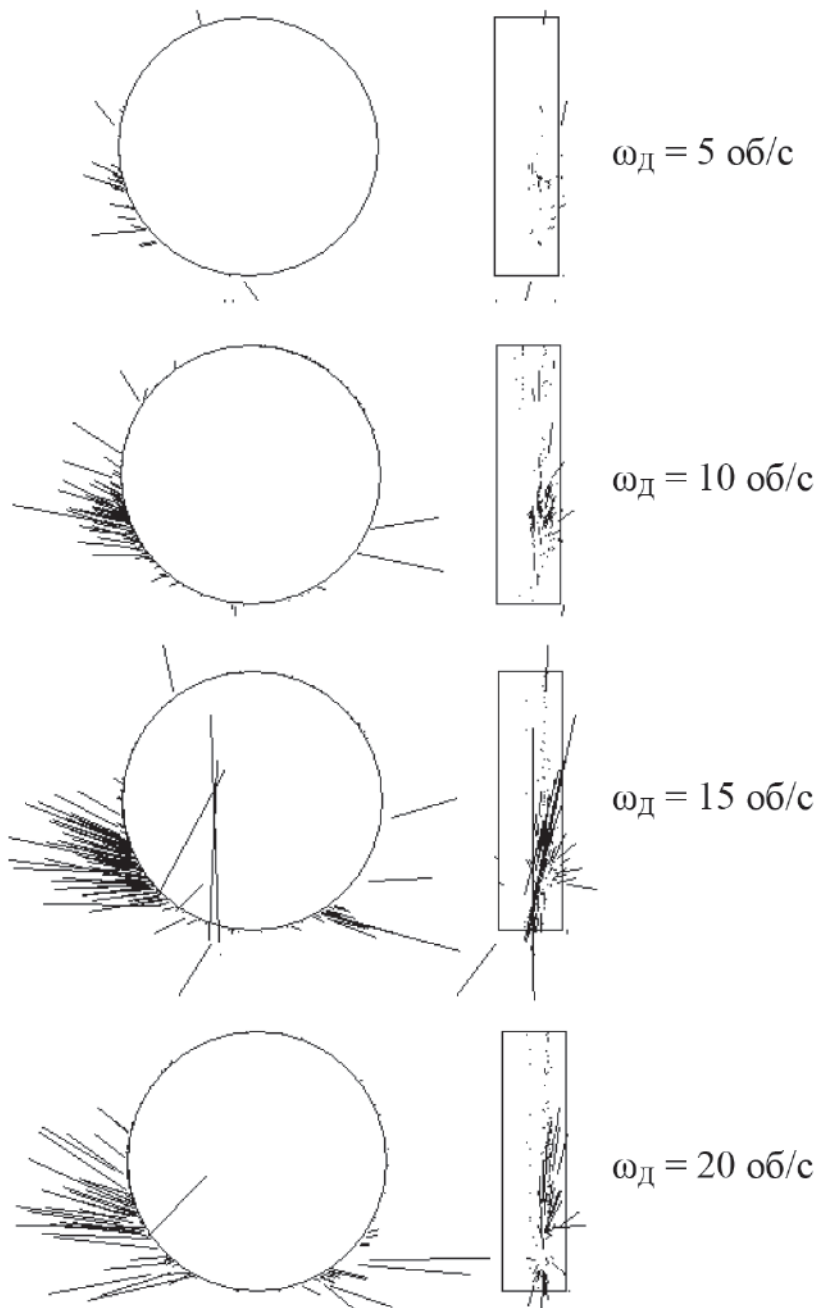


Рисунок 3. Схемы распределения скоростей и положений элементов щепы, покидающих рубительный диск, при различных частотах ω_D вращения диска

действием центробежной силы транспортируются через щепопровод в приемную тару или остаются на расчищаемой вырубке [8].

Непрерывность подачи материала для измельчения обеспечивается путем перемещения машинно-тракторного агрегата (МТА) по вырубке на пониженной передаче, либо ручной подачей сырья к подъемному механизму устройства для измельчения древесных остатков.

Частота вращения рубительного диска ω_d является одним из наиболее важных параметров машины для измельчения порубочных остатков [9]. Частота вращения влияет как на ее производительность и качество измельчения, так и на потребляемую устройством мощность. Для изучения влияния частоты вращения на показатели эффективности устройства проведена серия компьютерных экспериментов, в которых варьировали ω_d на уровнях 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 $^{\circ}/\text{с}$ (рисунок 2) [10].

Исследования показали, что производительность устройства P имеет максимум при частоте вращения рубительного диска 15 ... 20 $^{\circ}/\text{с}$ (рисунок 2, а). При малой частоте вращения диска (0 ... 10 $^{\circ}/\text{с}$) рубительный диск сдерживает поток подаваемых ветвей, поэтому производительность мала. При большой частоте вращения диска (25 ... 30 $^{\circ}/\text{с}$) при каждом ударе ножа диск сообщает ветвям существенный импульс, который приводит к отскакиванию измельчаемой ветви в случайном направлении, и непрерывность потока порубочных остатков в направлении рубительного диска нарушается (рисунок 2, б).

При малой частоте ω_d (0 ... 5 $^{\circ}/\text{с}$) за время открытия окна в диске ветвь успевает переместиться на значительное расстояние, поэтому отрубаются элементы щепы значительных размеров. При большой частоте вращения диска (20 ... 30 $^{\circ}/\text{с}$) нарушается нормальное измельчение из-за хаотичного движения порубочных остатков в загрузочном патроне, вызванного передачей существенных импульсов при контакте с рубительным диском [10].

Размер щепы d минимален в диапазоне частот вращения 10 ... 15 $^{\circ}/\text{с}$. С увеличением частоты вращения рубительного диска потребляемая устройством мощность возрастает (рисунок 2, в).

Особенно выражено возрастание мощности в диапазоне 5...20 $^{\circ}/\text{с}$, в дальнейшем, с увеличением частоты увеличивается производительность и качество измельчения. При больших частотах вращения (25...30 $^{\circ}/\text{с}$) мощность возрастает незначительно, так как в данном диапазоне уменьшается производительность и качество измельчения.

Совокупный анализ зависимостей $P(\omega_d)$, $d(\omega_d)$ и $N(\omega_d)$ позволяет в качестве оптимального диапазона частот рекомендовать 12...15 $^{\circ}/\text{с}$. В этом диапазоне наблюдается практически максимальная производительность (70...80 кг/мин), минимальный размер элементов щепы (около 2 см) и достаточно мала потребляемая мощность (5 ... 6 кВт). Частота вращения практически не оказывает влияние на угол вылета щепы из рубительной

машины. На рисунке 3 изображен характер движения каждого элемента щепы, покидающего рубительный диск.

Данный процесс отображен отрезком, начало которого соответствует положению щепы в момент вылета, а направление и длина отрезка представляют собой вектор скорости щепы. Несмотря на постоянство углового распределения скоростей, с увеличением частоты вращения увеличивается, приблизительно пропорционально, средняя скорость движения щеп. Полученные распределения скоростей по углам вылета позволяют обосновать оптимальную конструкцию и форму щепопровода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фокин С.В. Современное состояние рынка биоэнергетических технологий / С.В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 3-4 (8-4). С. 107-110.
2. Сюнёв В.С. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет : учебное пособие / В.С. Сюнёв, А.А. Селиверстов, Ю.Ю. Герасимов, А.П. Соколов. Йоэнсуу : Изд-во НИИ леса Финляндии METLA, 2011. 143 с.
3. Фокин С.В. Совершенствование технических средств переработки отходов лесосечных работ на топливную щепу в условиях вырубki : монография / С.В. Фокин. Москва : ИНФРА-М, 2018. 187 с.
4. Фокин С.В. Основные экологические и лесотехнические требования, предъявляемые к рубительным машинам фрезерного типа для измельчения древесины / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-1 (13-1). С. 144-146.
5. Фокин С.В. К вопросу переработки древесных отходов на предприятиях АПК / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько, К.С. Манышев // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы II научно-практической интернет-конференции (с. Солёное Займище, 28 февраля 2017 г.) : сборник научных статей / составитель Н.А. Щербакова. Солёное Займище, 2017. С. 1822-1826.
6. Фокин С.В. О конструктивных схемах выброса щепы в рубительных машинах / С.В. Фокин, Д.А. Рыбалкин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 8-3 (19-3). С. 15-18.
7. Фокин С.В. Описание конструкции и работы опытного образца рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-1 (13-1). С. 146-149.

8. Устройство для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Патент на полезную модель RU 195168 U1, 16.01.2020. Заявка № 2019121482 от 09.07.2019. Дата публикации: 16.01.2020. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».
9. Фокин С.В. К обоснованию параметров и режимов работы устройства для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2011. № 3. С. 36-44.
10. Фокин С.В. Обоснование конструкции машин фрезерного типа для получения биотоплива в условиях лесов степной и лесостепной зон Поволжья / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 156-160.

ON THE ISSUE OF BIOFUEL PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF FORESTS OF THE STEPPE AND FOREST-STEPPE ZONES OF THE VOLGA REGION

Fokin Sergey Vladimirovich
Professor

Saratov State Vavilov Agrarian University
Russia, 410012, Saratov, Teatralnaya square, 1

The need for energy for the needs of the economy is constantly increasing, which leads to an increase in production and volumes of burning fossil fuels. Modern processing technology of renewable energy sources, including wood, allow you to use it for energy. One of the perspective directions of processing wood waste is their grinding machines on rubitelnyimi felling area.

Key words: biofuels, waste of forest cutting works, chipper, wood chips.

Уважаемые читатели!

РОССИЙСКОЕ ПРОФЕССОРСКОЕ СОБРАНИЕ ОТКРЫВАЕТ ПОДПИСНУЮ КАМПАНИЮ НА СВОИ ЖУРНАЛЫ НА 2022 ГОД.

Подписные индексы в объединенном каталоге «Пресса России»:
«Профессорский журнал. Серия: Русский язык и литература» — 79623
«Профессорский журнал. Серия: Рекреация и туризм» — 79622.