УДК 630

ЗАГОТОВКА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕ-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ С ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕМ ОТ ДВИГАТЕЛЯ ВНЕШНЕГО СГОРАНИЯ НА ДРЕВЕСНОМ ТОПЛИВЕ

Анисимов П. Н., ст. преп., Онучин Е.М., доц., к. т. н.
Поволжский государственный технологический университет
(Йошкар-Ола, Россия), anisimovpn@volgatech.net, onuchinem@volgatech.net

CHIPPING OPERATION BY USING CHIPPING-TRANSPORT MACHINE WITH ENERGY SOURCE OF THE WOODCHIP-FUEL EXTERNAL COMBUSTION ENGINE

AnisimovP. N., Sen. Lect., Onuchin E. M., Assoc. Prof., PhD
Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russia)

The paper presents the chipping-transport machine design for production of dry wood chip fuel on the cutting area. The power-producing unit of a mobile chipper consist of the Stirling engine with the wood -fuel gas generator. Also the paper presents the whole-tree-chipping systems by using the chipping-transport machine and cutting plans for clear felling silvicultural system in man-made forests for energy and for select and clear sanitation salvage cutting.

Для производства топливной щепы, а также для утилизации непригодного для делового использования древесного сырья санитарных рубок находят применение самоходные рубительные установки [1-3]. Общими недостатками таких машин при работе на лесосеке являются большая масса и потребление дорогого моторного топлива. Имеется ряд разработок самоходных измельчающих машин с энергообеспечением от газогенераторных двигателей внутреннего сгорания [4, 5]. Преимуществом использования двигателя внешнего сгорания является меньшая требовательность к составу генераторного газа. Это позволяет не производить глубокую очистку с охлаждением топливного газа перед сжиганием в двигателе. Исследования показывают, что при энергообеспечении от двигателя Стирлинга потребление древесного топлива измельчающей машиной на собственные нужды может составлять менее 10-15% от производимой топливной щепы [6-8, 11].

Нами предлагается устройство измельчающе-транспортной машины (далее ИТМ) для заготовки сухой топливной щепы на лесосеке, имеющей энергообеспечение от двигателя внешнего сгорания на древесном топливе.

Разработанная ИТМ (рис. 1) состоит из базовой машины 1 с колесной формулой 4х4 и двумя полурамами, на которой установлены кабина оператора 2, двигатель Стирлинга 3 и газогенератор 4; шарнирно соединенного с передней полурамой базовой машины рубительного модуля 5, на котором установлены рубительный агрегат 6 и его приемное окно 7, щепопровод 8, манипулятор 9 с грейфером 10, в виде клещевого захвата, или захватно-срезающего устройства, или харвестерной головки; а также прицепа 11, на котором установлен контейнер-сушилка 12, соединённый с двигателем Стирлинга воздуховодом 13.

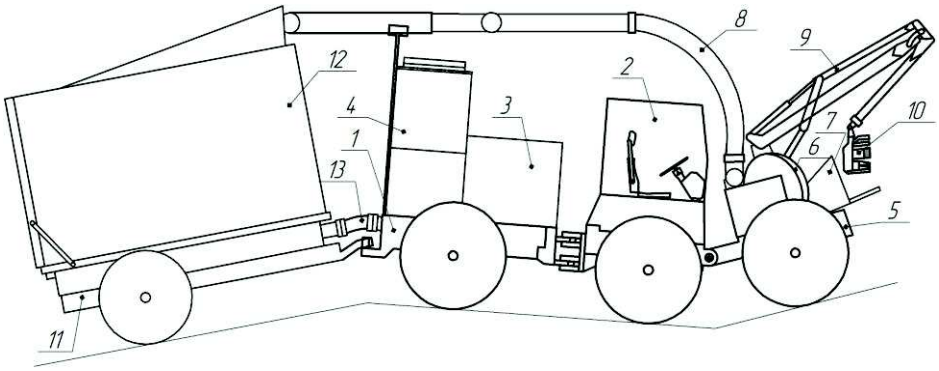

Рисунок 1 – Устройство измельчающе-транспортной машины

Модульность машины позволяет повысить универсальность машины и снизить материалоемкость некоторых технологических операций. К примеру, при транспортировке контейнера со щепой, передний рубительный модуль может быть отсоединен и оставлен на месте измельчения. После выгрузки щепы машина возвращается к месту измельчения. Прицеп может быть отсоединен в тех случаях, когда полученную при измельчении древесного сырья щепу необходимо разбрасывать или формировать из неё кучу.

Для запуска машины необходимо загрузить газогенератор древесным топливом и вывести его на номинальный режим. Вырабатываемый генераторный газ подается на сжигание в нагреватель двигателя Стирлинга. Запуск двигателя Стирлинга осуществляется с помощью пускового электродвигателя. Оператор, находясь в кабине, управляет самоходным шасси машины и манипулятором. Машина вместе с прицепом подъезжает к дереву, спиливает и валит его или подъезжает к куче древесного сырья и захватывает его грейфером. Манипулятором древесное сырье подаётся в приемное окно рубительного агрегата для измельчения в щепу. Щепа направляется в контейнер-сушилку по щепопроводу, имеющему поворотный механизм. Периодически щепа подается в газогенератор для его дозагрузки. Воздух, охлаждающий холодильник двигателя Стирлинга в смеси с дымовыми газами подается по воздуховоду в контейнер-сушилку в качестве сушильного агента. При полном заполнении контейнера-сушилки от базовой машины рубительный модуль отцепляется, и машина транспортирует щепу по лесосеке, затем выгружает в контейнер щеповоза.

В процессе производства сухой топливной щепы на лесосеке разрабатываемая многофункциональная машина совершает следующие технологические операции:

- передвижение по лесосеке между пачками древесного сырья, между деревьями и погрузочной площадкой;
- захват и срезание дерева или захват древесного сырья из пачки (кучи, штабеля) в зависимости от функционала грейфера манипулятора;
- подача манипулятором древесного сырья в рубительную установку;
- измельчение древесного сырья в щепу и подача щепы в прицепной контейнер;
- сушка щепы в контейнере;
- перемещение прицепного контейнера со щепой на погрузочную площадку;
- выгрузка щепы в контейнер щеповоза.

Предлагаются системы машин и схемы разработки лесосек при производстве топливной щепы с помощью разрабатываемой ИТМ.

При заготовке топливной щепы из древесного сырья сплошных санитарных рубок и сплошных рубок в специальных лесных энергетических плантациях, с целью сохранения подроста, рекомендуется использовать схему разработки лесосек, изображенную на рисунке 2. При работе по этой схеме, валочно-пакетирующая машина (ВПМ) движется челночными ходами перпендикулярно лесовозному усу с последовательным приближением и удалением от него, спиливает деревья и укладывает их в пачки позади себя. Пачки деревьев укладываются на волок.

Уложенные пачки деревьев, могут быть оставлены на некоторое время для естественной подсушки [9, 12]. Древесное сырье, заготавливаемое при санитарных рубках, измельчается в щепу сразу. Многофункциональная машина для производства топливной щепы движется по лесовозному усу в таком направлении, что подъезжает к пачкам деревьев со стороны комлей. После заполнения контейнера ИТМ переезжает на соседний свободный от пачек деревьев пасечный волок и возвращается по нему, либо разворачивается и возвращается на погрузочную площадку по этому же пасечному волоку. Преимущество такой схемы разработки лесосек (рисунок 2) в том, что ВПМ не имеет холостых ходов, а укладка пачек деревьев на волок и измельчение на месте позволяет сохранять подрост.

Заготовку топливной щепы при выборочных санитарных рубках и рубках ухода рекомендуется осуществлять с использованием схемы разработки лесосек с сохранением подроста, изображенной на рисунке 3.

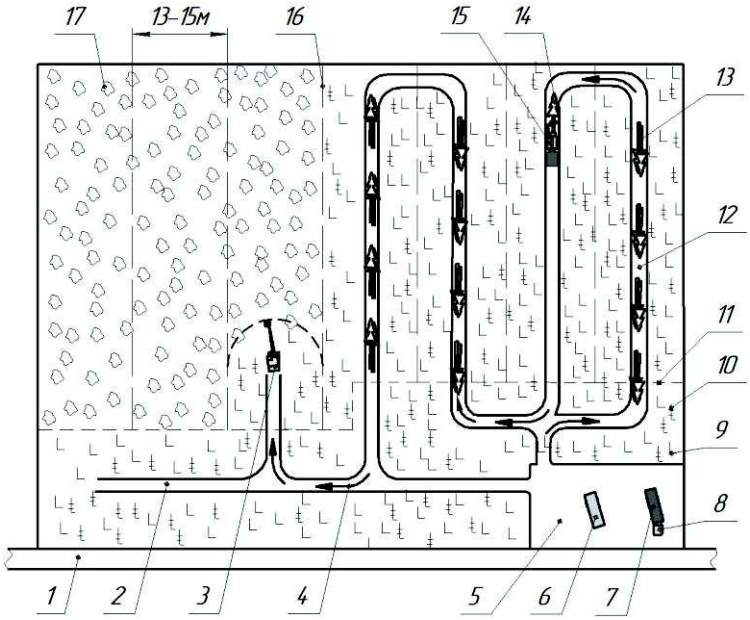

Рисунок 2 – Схема разработки лесосек при заготовке топливной щепы при сплошных санитарных рубках и сплошных рубках в специальных лесных энергетических плантациях на базе валочно-пакетирующей машины (ВПМ) и машины для производства топливной щепы: 1 – лесовозный ус; 2 – магистральный технологический коридор; 3 –ВПМ; 4 – направления рабочих ходов ВПМ; 5 – погрузочная площадка; 6 – пустой контейнер щеповоза; 7 – контейнер заполненный щепой; 8 – тягач; 9 – пни; 10 – сохраненный подрост; 11 – граница зоны безопасности; 12 – пасечный технологический коридор; 13 – пачки деревьев 14 – дерево в процессе измельчения в щепу; 15 – измельчающе-транспортная машина для заготовки топливной щепы; 16 – граница пасек; 17 – насаждения до рубки

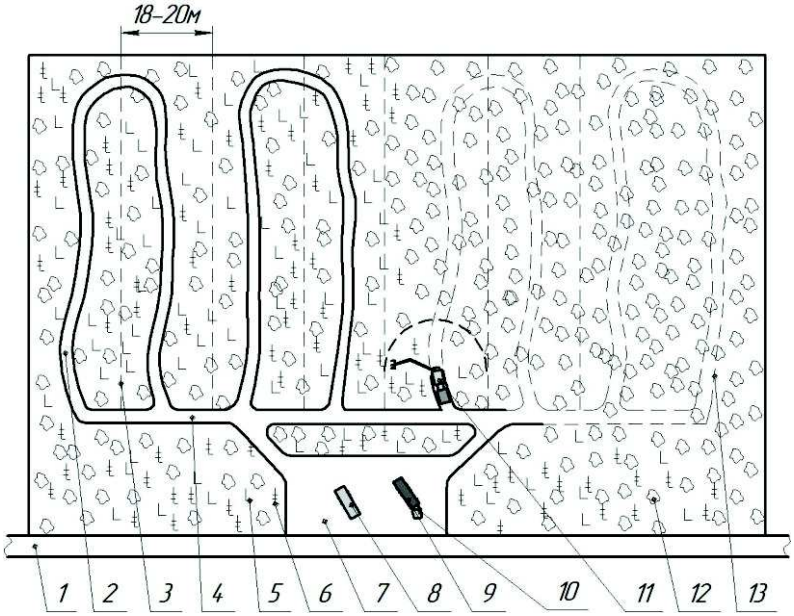

Рисунок 3 – Схема разработки лесосек при рубках ухода и санитарных рубках с сохранением подроста с использованием многофункциональной машины для производства топливной щепы: 1 – лесовозный ус; 2 – пасечный технологический коридор; 3 – граница пасек; 4 – магистральный волок; 5 – пни; 6 – сохраненный подрост; 7 – погрузочный пункт; 8 – пустой контейнер щеповоза; 9 –контейнер заполненный щепой; 10 – тягач; 11 – валочно измельчающе трелевочная машина для заготовки топливной щепы; 12 – насаждения до рубки; 13 – направление технологического коридора

Лесосека при рубках ухода разрабатывается пасеками, имеющими ширину 1,5-2 величины вылета манипулятора [10]. Многофункциональная машина для заготовки щепы движется по намеченному визиру и на технологических стоянках выбирает деревья на полупасеках. Спиленное дерево по возможности валится в направлении движения на будущий волок и тут же на месте измельчается. После заполнения контейнера машина возвращается на погрузочную площадку для выгрузки щепы в контейнер щеповоза.

Если же манипулятор оснащен харвестерной головкой, то деревья перерабатываются на сортименты, деловая древесина укладывается рядом с волоком, а оставшаяся часть дерева измельчается на месте. Затем сортименты подбираются форвадером.

Преимущество данной схемы в минимальном количестве машин в системе при производстве щепы из древесного сырья рубок ухода и выборочных санитарных рубок.

В работе предложена машина и схемы её работы при производстве щепы на лесосеке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпачев С.П. Производство топливной щепы в лесу с помощью лесного комбайна с харвестерной головкой [Текст] / С.П. Карпачев, Е.Н. Щербаков, И.А. Грачев // Лесопромышленник. - 2009. - № 3-4.

2. Селиверстов А.А. Использование передвижных рубительных машин для производства топливной щепы в условиях республики Карелия [Текст] / А.А. Селиверстов, Ю.В. Суханов, В.С. Сюнёв, В.К. Катаров // Лесопромышленник. - 2012. - № 2(62). – С. 19-23.

3. Тикачев В. Мобильные рубительные машины и измельчители биомассы [Текст] / В. Тикачев // Журн. ЛесПромИнформ. - 2010. - № 3 (69). - С. 42-55.

4. Бородастов Г.В., Смолин В.Н., Волков А.А., и др. Лесозаготовительная машина // Патент РФ № 95121553. Опубликовано: 27.01.2008.

5. Диденко, В.Н. Обоснование и разработка автономной установки по производству пеллет с энергообеспечением от перерабатываемого сырья / В.Н. Диденко, Д.А. Плотников // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2008. №9. С.61-67.

6. Анисимов, П.Н. Разработка схемно-конструктивных решений энергетической установки на древесном топливе для мобильных рубительных машин / П.Н. Анисимов, Е.М. Онучин, А.С. Архипова // АИЭТТК: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. №. 1. С. 12-16. DOI: 10.12737/17760.

7. Анисимов, П.Н. Оценка и способы повышения энергетической эффективности производства топливной щепы / П.Н. Анисимов, Е.М. Онучин // Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность: материалы XXI всероссийской научно-технической конференции / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во «Скан», 2015. – 1 Т. – С. 252-255.

8. Пат. 2532053 РФ, МПК A01G23/00 (2006.01); B27L11/00 (2006.01). Мобильная технологическая линия по производству топливной щепы / Анисимов П.Н., Онучин Е.М., Медяков А.А. № 2013120459/13; Приоритет от 30.04.2013; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 30. 5 с.

9. Анисимов, П.Н. Математическая модель и экспериментальное исследование естественной сушки деревьев сосны и березы в пачках на лесосеке / П.Н. Анисимов, Е.М. Онучин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 117. – С. 1326-1337.

10. Ширнин, Ю.А. Технология и машины лесосечных работ [Текст]: моногр. / Ю.А. Ширнин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Марийский гос. техн. ун-т. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 304 с.

11. Anisimov, P.N. The study of biomass moisture content impact on the efficiency of a power-producing unit with a gasifierand the Stirling engine / P.N. Anisimov, E.M. Onuchin, M.M. Vishnevskaya, J.N. Sidyganov, A.A. Medjakov // Journal of Applied Engineering Science – 14(2016)3, 395, 401 - 408.

12. Anisimov, P.N. Modeling Pine and Birch Whole Tree Drying in Bunches in the Cutting Area / P.N. Anisimov, E.M. Onuchin, M.M. Vishnevskaya // Croatian Journal of Forest Engineering – 38(2017)1, 11-17.