

УДК 630

**АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ И ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ВЫРАБОТКИ
ОКОРЕННЫХ СОРТИМЕНТОВ С ПОВЫШЕНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ**

**Царев Е. М., проф., д.т.н., Рукомойников К. П., проф., д.т.н., Анисимов С. Е., доц., к.т.н.,
Капитонова Ю. А., маг.**

Поволжский государственный технологический университет
(Йошкар-Ола, Россия), e-mail: CarevEM@volgatech.net; RukomojnikovKP@volgatech.net;
AnisimovSE@volgatech.net; KonovalovaYA@volgatech.net

**ANALYSIS OF OPTIONS AND ALTERNATIVE SOLUTIONS DEVELOP DEBARKED
LOGS ARE TO IMPROVE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF WASTE DISPOSAL**

**Tsarev E. M., Prof., D.Sc., Rukomoynikov K. P., Prof., D.Sc., Anisimov S. E., Assoc. Prof., PhD,
Kapitonova Y. A., master student**

Volga State Technological University
(Yoshkar-Ola, Russia)

Аннотация. В настоящее время все большее распространение получает сортиментная технология заготовки и вывозки древесины с последующей переработкой сортиментов на лесопромышленных складах. Технологический процесс во многих случаях предполагает окорку сортиментов. В результате образуются большие запасы коры и производителям приходится решать, что делать с этими отходами. Длительное хранение необработанной коры в отвалах приводит к загрязнению территорий в местах расположения, нарушению санитарного состояния и биологического равновесия между отдельными звеньями биоценозов. Исходя из этого, предметом исследования в данной статье является кора, образующаяся при заготовке сортиментов на лесосеке, а целью - рассмотрение вопросов поиска путей ее утилизации с последующим восстановлением стабильности экосистемы леса и сохранности полезных и питательных свойств лесных земель. Методология проведения работ включает поиск рациональных решений использования коры. Результатами исследований в статье являются анализ существующих вариантов использования коры и разработанный на его основе способ получения сортиментов с модернизацией конструкции рабочих органов валочно-сучкорезно-раскряжевой машины.

Ключевые слова: харвестер; кора; отходы лесозаготовок; сортиментная технология; зола; удобрение; окорка лесоматериалов; питательные вещества лесной почвы

Abstract. Currently, the sorting technology of harvesting and export of wood with subsequent processing of sorts in timber warehouses is becoming more and more widespread. The technological process in many cases involves the debarking of sorting. As a result, large reserves of bark are formed and producers have to decide what to do with this waste. Long-term storage of untreated bark in dumps leads to contamination of territories in locations, violation of the sanitary condition and biological balance between individual links of biocenoses. On this basis, the object of study in this article is the bark generated during the harvesting of assortments on the felling area and purpose - consideration of questions of search of ways of its utilization with subsequent restoration of stability of forest ecosystems and the preservation of healthy and nutritious properties of forestlands. The methodology of the work includes the search for rational solutions to the use of bark. Their effectiveness depends on the quality of the bark, the volume of production and the economic profile of the area of consumption. As a result of literary and patent searches, alternative options for debarking timber using felling-knot-cutting-bucking machines have been identified. The results of research in the article are an analysis of existing options for using the bark and a method developed on its basis for obtaining sortings with the modernization of the design of the working bodies of the felling-knot-cutting-bucking machine.

Key words: harvester; bark; logging waste; sorting technology; ash; fertilizer; timber debarking; forest soil nutrients

Введение. На лесопромышленных предприятиях ведется активный поиск рациональных решений использования коры, эффективность которых зависит от ее качества, объема производства и экономического профиля района потребления. На каждом предприятии идут по своему пути, на выбор которого влияет множество факторов. Экономическая эффективность любого из возможных способов утилизации коры в первую очередь зависит от реальной стоимости коры как сырья с учетом расходов на сбор, транспорт, хранение и предварительную подготовку ее к переработке. В тоже время, любые виды сбора биомассы и вывод ее из леса приводят к обеднению и понижению кислотно-буферных свойств почвы в лесу. Концентрация полезных микроэлементов выше в кроне и ветвях, поэтому удаление не только стволов, но и всех древесных остатков, включая ветви и крону, приводит к закислению почвы и потере питательных веществ в лесной почве более чем в три раза. Из-за высокого содержания в древесной золе минералов и микроэлементов, необходимых для поддержания и обогащения питательности почв, целесообразно возвращение золы обратно в естественный цикл природы.

Правильное осуществление лесозаготовительных работ, предусматривающее стабильность экосистемы леса и сохранность полезных и питательных свойств лесных земель, является актуальной проблемой представляющей научный и практический интерес.

Целью исследований является анализ вариантов и поиск альтернативных способов повышения эффективности выработки окоренных сортиментов с рациональным использованием отходов производства.

Материалы и методы. В существующей практике возможны следующие способы переработки коры [2, 3, 4].

Вывоз на свалку. Самый простой способ (рисунок 1).

Минусами можно назвать платежи за лицензию, затраты на обслуживание техники для вывозки и конечно же ухудшение экологии.

Вывоз коры в отвалы (рисунок 2). Это вариант для производств, у которых нет возможности перерабатывать отходы и которые поэтому вынуждены избавляться от коры, чтобы не захламлять территорию предприятия (так называемые обременительные отходы).



Рисунок 1 – Свалка коры

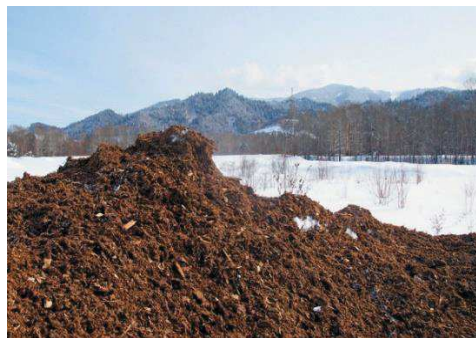


Рисунок 2 – Кора в отвале

Переработка коры на удобрения. В этом случае используют кору, измельченную в корорубках и молотковых мельницах (рисунок 3). При доизмельчении коры в молотковых мельницах можно получить мелкодисперсный материал, который находит широкое применение в разных технологиях.



Рисунок 3 – Переработка коры на удобрения

Содержащийся в коре лигнин при определенных условиях со временем превращается в гумус. Кора богата различными питательными веществами и разлагается быстрее опилок, за счет высокой пористости она быстро накапливает и хорошо удерживает влагу. В результате химических реакций образуется компост, который по эффективности может конкурировать с другими удобрениями.

Получение золы. В настоящее время основным методом утилизации коры в больших количествах при сравнительно простом процессе является ее сжигание.

Технология производства золы может быть представлена следующим образом. Образующиеся в результате обработки сортиментов кора на лесосеке собираются при помощи подборщика грабельного типа. Формируются кучи коры.

Возможны следующие способы сжигания коры:

1. на открытом воздухе в осенне-весенний период при формировании собранной коры в валы, в результате которой образуется нижняя зола (пепел), а летучая фракция (летучая зола) удаляется вместе с дымовыми газами. После этого пепел разбрасывается;

2. в пределах топки, в результате которой образуется нелетучая зола, которая оказывается более богатой основными компонентами и более щелочной. Летучая фракция (летучая зола – зола, которая образуется при сжигании угля и мелких частиц сжигаемого топлива, которые покидают угольные котлы вместе с дымовыми газами и пепел, который остаётся на дне котла, называется донной или нижней золой, имеющей почти те же свойства, что и у летучей золы), сажа, богата микроэлементами и тяжелыми металлами и имеет менее щелочную реакцию.

Одним из новых вариантов выработки окоренных сортиментов с последующей переработкой лесосечных отходов является использование модернизированного рабочего органа валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины, представленного на рисунок 4.

ВСРМ (харвестер с окорочной головкой) производит выработку окоренных сортиментов (рисунок 4, а), которые при помощи форвардера трелюются и штабелируются на погрузочной площадке. Далее самопогружающимися лесовозными автопоездами с погрузочной площадки окоренные сортименты вывозятся на частное предприятие и подвергаются дальнейшей переработке.

Полученные в результате выработки окоренных сортиментов кора, сучья и верхняя часть собираются в кучи и поступают далее на рубительную машину. После этого полученная измельченная древесина идет на сжигание для получения золы (рисунок 4, б) или в компостную яму (рисунок 4, в) для перегнивания. Следуя технологической цепочке, полученная зола или компост разбрасываются по лесосеке.

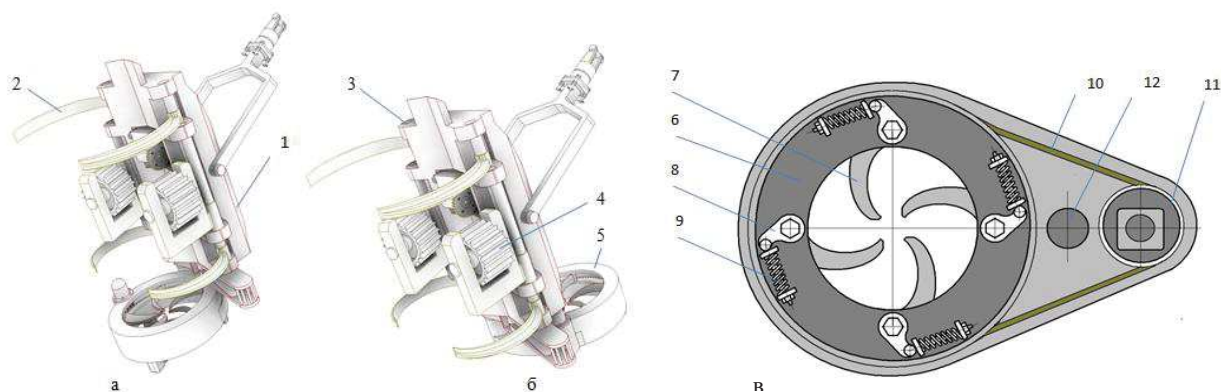
Затем полученная зола (пепел) собирается в кучу и разбрасывается по лесосеке вручную или при помощи специальных разбрасывающих машин.



Рисунок 4 – Заготовка лесоматериалов харвестором

Повышением производительности и многофункциональности работы рабочих органов лесозаготовительных машин, в том числе и валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин занимались различные российские [1, 5, 6, 8, 9] и зарубежные [11, 15, 16] ученые и исследователи. Был проведен патентный поиск конструктивных решений рабочего органа ВСРМ [10, 17, 18], который позволил бы получать не только сортименты и отходы в виде сучьев и вершинной части дерева, но также осуществлять окорку лесоматериалов. Существующие конструкции рабочих органов ВСРМ не обеспечивают окорку сортиментов, что существенно ограничивает технологические возможности рабочего органа ВСРМ (получение коры, с последующим ее использованием)

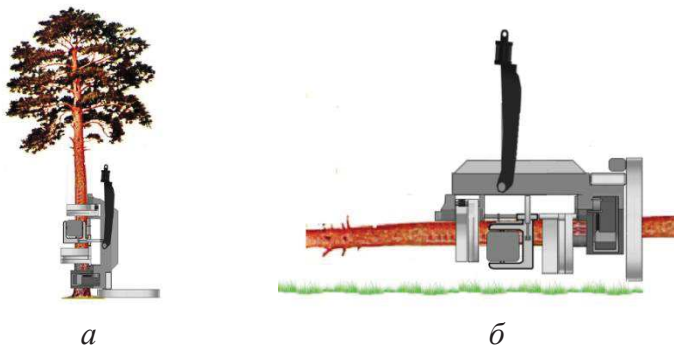
Результаты. В результате анализа предложен рабочий орган ВСРМ (рисунок 5) для выработки окоренных сортиментов [7], включающий в себя корпус 1, на котором смонтированы пильный механизм, сучкорезные ножи 2, прикрепленные к корпусу 1 посредством осей 3, и протаскивающий механизм, выполненный в виде поворотных вальцов 4. К корпусу 1 рабочего органа ВСРМ в нижней части закреплено окорочное устройство в виде статора 5 внутри которого расположен ротор 6 с шарнирно закрепленными коросни-мателями 7, связанными через коромысло 8 с прижимными пружинами 9, а сам ротор посредством ременной передачи 10 соединен с гидромотором 11, при этом статор смонтирован на корпусе, посредством вала 12 с возможностью поворота параллельно плоскости движения пильного механизма.



a – вид рабочего органа сбоку при рабочем положении статора; *б* – вид рабочего органа сбоку при исходном положении статора; *в* – окорочное оборудование (вид сверху)
 1 – корпус, 2 – сучкорезные ножи, 3 – оси, 4 – поворотные вальцы, 5 – статор, 6 – ротор, 7 – коросниматели, 8 – коромысло, 9 – прижимные пружины, 10 – ременная передача, 11 – гидромотор, 12 – вал

Рисунок 5 – Рабочий орган ВСРМ

Обсуждение. Работа предлагаемого рабочего органа ВСРМ, осуществляется оператором, который наводит рабочий орган машины с находящимся в исходном положении статором на растущее дерево, производит захват, спиливание, валку дерева. После этого рабочий орган ВСРМ переводится в горизонтальное положение. Одновременно с этим приводится в рабочее положение окорочное устройство для окорки сортиментов. Начинается протаскивание поваленного дерева вальцами 4 через сучкорезные ножи 2 и через окорочное устройство, работающее посредством ротора 6 с короснимателями 7 вращающегося вокруг продольной оси поваленного дерева. Происходит окорка. Достигнув заданной длины сортимента, производится раскряжевка (рисунок 6). Таким же образом обрабатывают и последующие деревья.



a – захват растущего дерева; *б* – валка и протаскивание поваленного дерева через сучкорезные ножи и окорочное оборудование

Рисунок 6 – Этапы работы рабочего органа ВСРМ:

Заключение. Таким образом, сбор, сжигание (в топках или на открытом воздухе) и формирование компоста непосредственно на лесосеке, с последующим внесением его в лесную почву, является альтернативным решением использования отходов лесозаготовок. При этом сводятся к нулю такие статьи затрат как транспортировка золы с нижних складов лесоперерабатывающих операций и ее хранение. Исключается необходимость транспортировки больших объемов сыпучей золы, приводящей к загрязнению, порче поверхности металлических деталей механизмов и негативным последствиям для здоровья рабочих.

Использование предложенного способа выработки окоренных сортиментов и рабочего органа валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины для его осуществления позволяет концентрировать большую часть отходов лесосечных работ на лесосеке. При этом на скла-

дах сырья крупных деревообрабатывающих комбинатов не образуются запасы коры и производственникам не приходится решать, что делать с этими отходами. Полученная результате сжигания зола вносится в почву в качестве удобрения для восстановления стабильности экосистемы леса и сохранности полезных и питательных свойств лесных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будник П.В. Функционально-технологический анализ харвестерной головки // Наука и бизнес: пути развития. - 2012. - № 9 (15). С. 36-38;
2. Волынский В. Переработка и использование древесной коры. Раздел Биоэнергетика. ЛесПромИнформ №2 (84) 2012с. 168-171.
3. Головкин С.И. Энергетическое использование древесных отходов / С.И. Головкин, М.И.Ф. Коперин, В.И. Найденков. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 224 с.
4. Девятловская А.Н. Утилизация древесной коры деревоперерабатывающих предприятий / А.Н. Девятловская, Л.Н. Журавлёва, Н.В. Девятловский // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pihtahvoya.ru/chvoynie-derevyu-i-kustarniki-dalnego-vostoka/udobrenie-iz-kogi-derevev>. Дейнеко И.П. Исследование химического состава коры сосны/ И.П. Дейнеко, И.В. Дейнеко, Л.П. Белов//Химия растительного сырья.
5. Демчук А.В. Модернизация технологического оборудования харвестера для повышения эффективности вывозки сортиментов // Инженерный вестник Дона. 2012. Т. 20. № 2. С. 542-546.
6. Мазуркин П.М. Поискное конструирование лесотехнического оборудования: Учебное пособие. // Саранск: Изд-во Сарат. ун-та, 1990. –304 с.
7. Пат. 2676139 Российская Федерация, Способ выработки окоренных сортиментов и рабочий орган для его осуществления/ Царев Е.М, Анисимов С.Е. Рукомойников К.П., Ковалова Ю.А. и др. МПК А01G23/095, В27L 1/00. Заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет. -№ 2017145977; заявл. 26.12.2017; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 36.- 6 с.: ил.
8. Пошарников Ф.В. Анализ состояния технического оснащения лесозаготовительной промышленности // Лесотехнический журнал. 2012. № 2. С. 100-105.
9. Сютёв В. С., А. А., Селиверстов. Рабочие органы харвестеров: проектирование и расчет: учебное пособие. // Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. 204 с.
10. Шегельман И.Р. Техническое оснащение современных лесозаготовок / И.Р.Шегельман, В.И. Скрыпник, О.Н.Галактионов. - СПб.: Префикс, 2005. С.344.
11. Allan John Wildey. Tree harvesting and processing head. Patent US, no. 5785101 A, 1997.
12. Emilsson S., From Extraction of Forest Fuels to Ash Recycling, Handbook, Swedish Forest Agency, 2006.
13. <http://andreynoak.ru/dizajn-i-interer/samye-rasprostranennye-sposoby-utilizacii-koryna-proizvodstve/> (дата обращения: 5.02.2019).
14. Jan. A.L. Eriksson. Device in an apparatus for processing trees. Patent US, no. 4194542, 1978.
15. Juha Moisio. Timber harvester. Patent US, no. 5732754, 1996.
16. Keskinen Jukho, Kinnunen Kari, Khanne Kari. Feller device for felling and limbing on tree trunks and blade for limbing. Patent, no. 2513415 C2, 2010
17. Pat. № DE 3603823C2, Debarking or removing vestiges of branches from trees or logs/Harro 6550 Bad Kreuznach De Kroecher . Int. Cl. B27L1/00 Current Assignee Hombak Maschinenfabrik & Co Kg 6550 Bad Kreuznach De GmbH. Application DE198636038231986-02-07, Publication of DE3603823C2 2019-02-07.
18. Pat. № US 4562873, Method of and arrangement for milling root butts of round timber/Harro KrÖher, Dieter Krautzenberger, Hans Sybertz, Uwe Becker. Int.Cl. B27B 1/00, U.S. Cl. 144/356. Homak Maschinenfabrik GmbH&Co. KG., Bad Kreuznach, Fed. Rep. of Germany. Appl. No.: 584095, Date of Patent: Jan. 7, 1986.