

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <https://resources.today>  
2017, Том 4, №3 / 2017, Vol 4, No 3 <https://resources.today/issues/vol4-no3.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/05RRO317.pdf>

DOI: 10.15862/05RRO317 (<http://dx.doi.org/10.15862/05RRO317>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Галактионов О.Н., Хюнинен И.А. Обзор уплотняющих и пакетирующих устройств // Отходы и ресурсы, 2017 №3, <https://resources.today/PDF/05RRO317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/05RRO317

**For citation:**

Galaktionov O.N., Khiunninen I.A. (2017). Overview of compacting and bunching devices. *Russian journal of resources, conservation and recycling*, [online] 3(4). Available at: <https://resources.today/PDF/05RRO317.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/05RRO317

**УДК 674.812**

**Галактионов Олег Николаевич**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Россия, Петрозаводск<sup>1</sup>  
Профессор кафедры «Технологии и организации лесного комплекса»  
Доктор технических наук, доцент  
E-mail: ong66@mail.ru

**Хюнинен Иван Андреевич**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Россия, Петрозаводск  
Студент  
E-mail: ivanandr96@outlook.com

## Обзор уплотняющих и пакетирующих устройств

**Аннотация.** В статье проведен обзор устройств, с помощью которых уплотняют лесосечные отходы. Проанализированы наиболее известные и успешные разработки в области компактификации отходов. Анализу подвергнуты основные параметры устройств, выявлены их сильные стороны. На основании анализа выработаны два технических решения, позволяющих достичь наибольшего эффекта – это пакетирующее устройство и модернизация платформы форвардера.

**Ключевые слова:** лесосечные отходы; биомасса; пакетирующее устройство; модернизация платформы форвардера; уплотнение отходов заготовка; исследование

### Введение

В практике российских лесозаготовителей необходима очистка лесосек, позволяющая предотвратить лесные пожары, распространение вредителей леса, провести лесовосстановление. Для очистки существуют и формальные основания [1], например, приказ Минприроды РФ № 474<sup>2</sup>, требующий проводить очистку лесосек.

Однако, для лесозаготовителя эта операция не представляет коммерческой ценности, т. к. получаемый продукт (топливо) дешев, имеет низкую плотность, находится далеко от потенциального потребителя, что приводит к нерентабельности его заготовки.

<sup>1</sup> 185910, Петрозаводск, Ленина, 33, кафедра ТОЛК

<sup>2</sup> Информационно правовой портал [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71480564/>.

Количество лесосечных отходов оценивается в 40-55 млн. м<sup>3</sup> (2015 г.). И учитывая обязательность очистки лесосек, лесозаготовительные компании задумываются о переработке лесосечных отходов в биоэнергоресурс [3].

Активная разработка техники и технологии для заготовки древесных энергоресурсов началась в 60-х годах. Главная задача при заготовке лесосечных отходов состоит в повышении их полндревесности. Ее повышают двумя способами – измельчают или уплотняют сырье [2, 4]. Нарботано большое количество решений для подготовки лесосечных отходов к транспортировке, следовательно, возможно их проанализировать [5] и выработать направление поиска эффективного решения.

### Основная часть

Имеется несколько компаний производящих устройства для заготовки лесосечных отходов: John Deere, Komatsu Forest, Pinox, Monra Forrestal, Ponsse, TimberPro, ABAB, Fixteri, Flexus Balasystem и Dutch Dragon. Ими разработаны устройства, позволяющие существенно уплотнить (до 80 % от исходного объема) лесосечные отходы [6]. Наиболее известными и эффективными [7] являются решения компаний John Deere, Komatsu Forest, Monra Forrestal и Pinox.

Все перечисленные компании выпускают машины схожей конструкции. Пакетирующий модуль и манипулятор для захвата лесосечных отходов располагаются на 6- или 8-колесной базовой машине. Пакетирующие модули могут вращаться относительно базы. Пакетирование ведется в двух режимах: непрерывное прессование с продольной сброской пакета и циклическое, с боковой сброской пакета. Первый режим обеспечивает высокую производительность, а у второй – большую длину пакетов [9].

Прототипом для устройств непрерывного действия послужила машина John Deere 1490D (рис. 1а). Обжатие лесосечных отходов и их подача сквозь устройство производится четырьмя вальцами, обвязка выполняется кольцевым ротором с запасом шнура, а отделение пакетов цепной пилой. При этом длина пакета и шаг обвязки могут варьироваться в небольших пределах. Достоинством устройства является получение ровных плотных пакетов. Производительность составляет 20-25 пакетов в час.

Было выпущено следующее поколение устройства – John Deere 1190 E. Повышена производительность устройства – до 30 пакетов в час, расширены возможности настроек, установлены датчики определения массы пакета. За счет съемной конструкции пакетирующего устройства возможна работа в режиме форвардера.

На рис. 1а показано устройство John Deere 1490D, и его аналоги: Pinox 828 S Combi (рис. 1б), Woodpac ENFO 2000 (рис. 1в), а также ножевой узел последней (рис. 1г).

В начале 2017 года John Deere продала права на производство пакетирующего устройства (рис. 1а) компании Dutch Dragon которое будет выпускаться под маркой SB 60. Одним из первых технических решений стала замена цепного пильного узла на ножевой (рис. 1г).



а



б



в



г

**Рисунок 1.** Пакетирующие машины непрерывного действия:  
а – John Deere 1490D (фото John Deere); б – Pinox 828 S Combi (фото <http://www.usedmachineryforsale.net>); в – Woodpac ENFO 2000 (фото Monra Forestal);  
г – ножевой узел Woodpac ENFO 2000 (фото Monra Forestal)

Удачное решение послужило поводом для создания аналогичных конструкций. Испанская компания Monra Forrestal выпустила Woodpac ENFO 2000 (рис. 1б) [8]. Его отличием от John Deere-1490D является наличие режущей гильотины (рис. 1г) и шагового протаскивающего устройства. Пакетирующий модуль может устанавливаться на любую базовую машину – форвардер, сортиментовоз, грузовик общего назначения. Производительность установки составляет 20-25 пакетов в час.

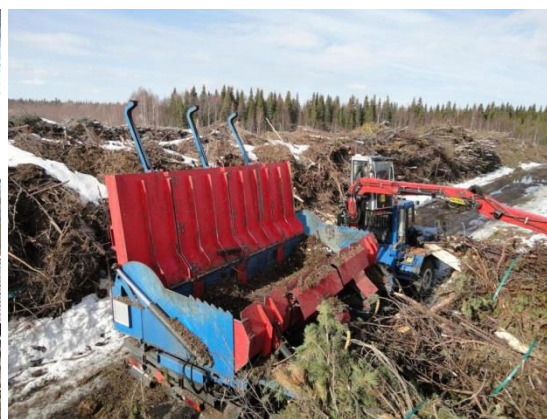
Компания Pinox также создала пакетирующее устройство для лесосечных отходов. Представлены две модификации: Pinox 330 и Pinox 828 S Combi [11]. Первая модификация является несъёмной, вторая – съёмной, что позволяет работать в режиме форвардера. Конструкция, в целом, схожа с устройством John Deere-1490D, отличается шаговым протаскиванием пакета.

Практически одновременно с John Deere компания Komatsu Forest выпустила пакетирующее устройство – Valmet Woodpac (рис. 2а). Его конструкция кардинально отличается от John Deere-1490D. В основе лежит продольная прессовальная камера, образованная валами, с верхней загрузкой. Одновременно с прессованием происходит скрутка лесосечных отходов и обвязка пакета. Для снижения затрат времени при подаче лесосечных отходов в пресс-камеру грейфер машины оснащается цепной пилой. Процесс работы циклический, поэтому производительность устройства не превышает 25 пакетов в час. Пакетирующее устройство выполнено съёмным, что позволяет работать в режиме форвардера, и может монтироваться на любую лесозаготовительную технику.





а



б



в



г

**Рисунок 2.** Пакетирующие машины циклического действия: **а** – Valmet Woodpac (фото Komatsu Forest); **б** – Rogbico GTK4400 (фото <https://www.retrade.eu>); **в** – Fixteri (фото Ari Erkkilä); **г** – установка университета Гумбольдта, США (фото Forest Concepts)

В машине для пакетирования лесосечных отходов компании АВАВ не производится вращение пакета. Всего разработано две модификации: Rogbico GTK4400 (рис. 2б) и Rogbico GTK 5100. Отличие устройств состоит в длине пакета и способе обвязки. В первом случае длина составляет 4,4 м, во втором – 5,1 м. Получаемый пакет более рыхлый, чем в других устройствах, что ведет к потере лесосечных отходов при перевозке и не позволяет часто его перегружать. Производительность устройства составляет 22 пакета в час, при большей длине пакета (по сравнению с Valmet Woodpac).

Стоимость пакетов определяется географическим фактором, концентрацией отходов на делянке. Пакеты могут быть использованы для энергетического (щепа, брикеты) и целлюлозно-бумажного производства. В среднем объем пакета составляет 0,8-1 м<sup>3</sup>, при длине около 4 метров.

Пакетирующее устройство компании Fixteri является валочно-пакетирующей машиной (рис. 2в) для несплошных рубок. Машина включает харвестерную головку с пачковым захватом, пакетирующий модуль и базовую машину. С помощью харвестерной головки срезают и накапливают тонкомерную древесину и переносят её в пакетирующий модуль, где формируют плотный пакет. Раскряжевку деревьев «в размер» производят харвестерной головкой, подавая пачку деревьев в накопитель. Производительность устройства составляет – 18 пакетов в час.

При анализе литературы было выявлено экспериментальное устройство университета Гумбольдта, США [10], изображенное на рис. 2г. Устройство возможно устанавливается на базу

автомобиля и шасси. Устройство имеет прессовальную камеру, в которую через верхнее отверстие загружаются лесосечные отходы. Для удобства загрузки лесосечных отходов на установке размещена цепная пила. После загрузки один из бортов сжимает загруженное сырье, а затем происходит обвязка пакета. Производительность установки составляет 15-20 пакетов в час.

Отдельно необходимо отметить пресс Flexus Tornado компании Flexus Balasystem (рис. 3), который позволяет прессовать и оборачивать тканью уплотненные лесосечные отходы. Уплотнение достигается за счет ленточного (цепного) пресса. Пакеты имеют круглое сечение, сохраняют форму за счет обмотки тканью, торцы пакета остаются открытыми. Производительность установки – 25 пакетов в час.



*Рисунок 3. Flexus Tornado (фото Flexus Balasystem AB) [8]*

Рассмотрим машины, которые позволяют уплотнить лесосечные отходы непосредственно в кузове и перевезти их на небольшие расстояния. Как правило, они представляют собой модернизированные форвардеры. Модернизация заключается в оснащении кузовной части машины (платформы) системой уплотнения состоящей из подвижных бортов [9].

Компанией Ponsse разработана система BTS (рис. 4а) для транспортировки лесосечных отходов. Подвижные боковые стойки позволяют размещать большее количество отходов, последовательно подпрессовывая их. Такая система обеспечивает перевозку большего объема лесосечных отходов по сравнению с кузовным решением.

Схожие решения представлены компаниями AVAB – AVAB REDET (рис. 4б) [5], TimberPro – TimberPro 810B (рис. 4в).

Основное отличие системы сборщика отходов с кузовом-компактификатором компании Dutch Dragon состоит в использовании сплошного борта. Устройство можно монтировать на базу форвардера, на базу грузового автомобиля, на базу прицепа. Благодаря использованию сплошного борта, возможна заготовка отходов небольшой длины. В начале 2017 года компания Dutch Dragon приобрела права на производство пакетирующего устройства John Deere (рис. 1а).





**Рисунок 4.** Машины с прессующим кузовом: *а – Ponsse BTS (фото Ponsse); б – ABAB REDET (фото Allan Bruks AB); в – TimberPro 810B (фото TimberPro); г – Dutch Dragon (фото Dutch Dragon)*

Перечисленные решения не позволяют транспортировать лесосечные отходы на большие расстояния. Это объясняется высокой ценой и специализированностью оборудования, при низкой стоимости продукции (топлива). Экономически оправданная транспортировка в виде пакетов или щепы составляет не более 7 км. Однако достоинством этих машин является возможность работы в режиме форвардера на сборе круглых сортиментов.

Все перечисленные решения чрезвычайно специализированы по виду обрабатываемого сырья и не могут быть использованы для перевозки грузов иного вида, и именно в этом кроется проблема использования подобных устройств – узкий рынок с большим числом конструкций установок.

### Заключение

Анализируя устройства для уплотнения и пакетирования лесосечных отходов выявлено, что совершенствование устройств касается повышения производительности и универсальности использования (пакетировщик-форвардер). Универсальность устройства позволит использовать в качестве базового шасси практически любую машину и техническим ограничением будет только ее отдаваемая мощность. Дальнейший поиск следует вести в направлении расширения ряда обрабатываемых грузов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова В.О. Государственное управление в сфере охраны и защиты лесов / В.О. Артамонова // Актуальные проблемы российского права. 2013. № 8. – С. 16-23.
2. Галактионов О.Н., Скрыпник В.И. Использование отходов лесозаготовок для энергетических целей // Лесная промышленность. 2005. – № 4. – С. 23-25.
3. Измайлов А.М., "Зеленая экономика" как одно из направлений решения глобальных проблем современности / Измайлов А.М., Абдрахимов В.З., Лобачев Д.А. // Отходы и ресурсы. 2016. – Т. 3. № 3. – С. 3-11.
4. Кузнецов А.В. Некоторые решения проблемы совершенствования процессов первичного транспорта леса / А.В. Кузнецов // Наука и бизнес: пути развития. 2013. – № 12 (30). – С. 58-60.
5. Кононович Д.А. Анализ конструктивных особенностей машин для сбора лесосечных отходов / Кононович Д.А., Мохов С.П., Симанович В.А., Арико С.Е. // Труды БГТУ, 2016, №2, С. 31-35.
6. Матросов А.В. Современные машины и оборудование для пакетирования лесосечных отходов и тонкомерной древесины / А.В. Матросов, М.А. Быковский // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014, №2, С. 56-61.
7. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие для студентов высш. учебных заведений / авт.-сост. В.С. Сютёв [и др.]. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. – 2014. – 123 с.
8. Canga, E. Estudio comparativo de dos empacadoras de residuos forestales en el norte de España / Canga, E., Vivas, A., Sánchez, S. // Progreso Forestal. – № 19 – 2009 – P. 36-43.
9. Brüggemann C. Finnland setzt auf Biobrennstoffe. Wald und Holz. Ausgabe 09/2004. Schweiz.
10. James H Dooley Conceptual Specification of Forest Utility Balers for Woody Biomass / James H Dooley, Christopher J Lanning, David N Lanning // American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan. ASABE Annual International Meeting. 2016 – 162455264.
11. Leinonen A., Harvesting technology of forest residues for fuel on the USA and Finland. Espoo. VTT. VTT Tiedotteita – 2004. – 132 p.

**Galaktionov Oleg Nikolaevich**

Petrozavodsk state university, Russia, Petrozavodsk  
E-mail: ong66@mail.ru

**Khiunninen Ivan Andreevich**

Petrozavodsk state university, Russia, Petrozavodsk  
E-mail: ivanandr96@outlook.com

## Overview of compacting and bunching devices

**Abstract.** The paper provides an overview of the devices through which the compacted wastes. Analyzed the best known and most successful developments in the area of compactification of waste. The basic device parameters, identified their strengths. Based on the analysis developed two technical solutions to achieve the greatest effect is the bunching device, and the modernization platform of the forwarder.

**Keywords:** logging residues; biomass; bunching device; transportation; compaction of waste; biofuels; technology

### REFERENCES

1. Artamonova V.O. (2013). State management in the sphere of forest protection and protection. *Aktual'nye problemy rossiyskogo prava*, 8, pp. 16-23. (in Russian).
2. Galaktionov O.N., Skrypnik V.I. (2005). Use of logging waste for energy purposes. *Lesnaya promyshlennost'*, 4, pp. 23-25. (in Russian).
3. Izmaylov A.M., Abdrakhimov V.Z., Lobachev D.A. (2016). "Green economy" as one of the ways to solve global problems. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 3(3), pp. 3-11. (in Russian).
4. Kuznetsov A.V. (2013). Some Solutions to the Improvement of Primary Forest Transportation. *Science and Business: Ways of Development*, 12(30), pp. 58-60. (in Russian).
5. Kononovich D.A., Mokhov S.P., Simanovich V.A., Ariko S.E. (2016). Analysis of design features of machines for collection of logging waste. *Trudy BGTU*, 2, pp. 31-35. (in Russian).
6. Matrosov A.V., Bykovskiy M.A. (2014). Modern machines and equipment for packaging logging waste and fine wood. *Bulletin of the Moscow State Forest University – Forestry Bulletin*, 2, pp. 56-61. (in Russian).
7. Syuney V.S. and etc. (2014). Energeticheskoe ispol'zovanie drevesnoy biomassy: zagotovka, transportirovka, pererabotka i szhiganie. [*Energy use of woody biomass: harvesting, transportation, processing and incineration.*] Petrozavodsk: PetrGU, p. 123.
8. Canga, E., Vivas, A., Sánchez, S. (2009). Estudio comparativo de dos empacadoras de residuos forestales en el norte de España. *Progreso Forestal*, 19, pp. 36-43.
9. Brüggemann C. (2004). Finland setzt auf Biobrennstoffe. *Wald und Holz*.
10. Dooley J.H., Lanning Ch.J., Lanning D.N. (2016). Conceptual Specification of Forest Utility Balers for Woody Biomass. *American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan. ASABE Annual International Meeting*.
11. Leinonen A. (2004). *Harvesting technology of forest residues for fuel on the USA and Finland*. Espoo. VTT. VTT Tiedotteita, p. 132.