

УДК 630*31:630*37

Д. А. Кононович, С. П. Мохов, В. А. Симанович, С. Е. Арико
Белорусский государственный технологический университет

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАШИН ДЛЯ СБОРА ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

В условиях заготовки древесины в Республике Беларусь получают деловые и дровяные круглые лесоматериалы, а также неликвидную часть биомассы дерева (сучья, ветви, вершины, древесная зелень, обломки стволов), являющиеся отходами лесозаготовок. Лесосечные отходы составляют около 10–15% от общего объема заготавливаемой древесины, а это около 1,7–2,2 млн. м³ древесины, которая остается на лесосеке в виде порубочных остатков. Данный вид лесопроductии можно использовать в качестве альтернативного источника энергии либо сырьевой основы для компостирования измельченных лесосечных отходов. Однако ввиду отсутствия специализированных машин как для их сбора, так и для транспортировки использование лесосечных отходов в настоящее время в требуемых объемах затруднено. Данная публикация отражает различное исполнение конструкций машин для сбора лесосечных отходов, позволяющая определить наиболее эффективные решения на стадии создания и проектирования. Анализ конструктивных особенностей современных машин для сбора лесосечных отходов и технологического оборудования позволил установить их преимущества и перспективы дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: подборщик, шасси, грейфер, гидроманипулятор, пакетировочная установка, грузовая платформа, оборудование.

D. A. Kononovich, S. P. Mokhov, V. A. Simanovich, S. Ye. Ariko
Belarusian State Technological University
**ANALYSIS OF STRUCTURAL FEATURES OF MACHINES
FOR COLLECTION FOREST RESIDUES**

In the context of timber harvesting in Belarus receive business and wood roundwood and illiquid part of the tree biomass (twigs, branches, tops, tree foliage, stems fragments) that are logging waste. Logging residues account for about 10-15% of the total volume of harvested wood, which is about 1.7–2.2 mln. M3 of wood, which remains on the cutting area as forest residues. This type of les soproductsii can be used as an alternative source of energy or raw materials-ing basis for composting crushed cutting waste. However, due to the lack of specialized machines for their collection and transport use forest-slash-waste is currently in the required quantities is difficult. This publication reflects on-different versions of machine design for the collection of forest residues, let-schaya determine the most effective solutions at the stage of creation and design. Analysis of the design features of modern machines for the collection of forest residues and technolo-cal equipment has allowed to establish their advantages and prospects for further co-vershenstvovaniya.

Key words: collector, chassis, grapple, hydraulic manipulator, baling plant, loading platform, equipment.

Введение. При проведении лесозаготовительных работ на лесосеке образуются лесосечные отходы в виде сучьев, ветвей, вершин и обломков стволов [1, 2], которые в свою очередь являются дополнительным сырьем для лесозаготовительного производства. Сбор лесосечных отходов лесные хозяйства осуществляют ручным способом или не осуществляют вообще, в зависимости от способа рубки, а оставляют перегнивать на лесосеке с целью насыщения питательными веществами для возобновления леса.

Очистка лесосек от лесосечных отходов является заключительным этапом проведения заготовки древесины, направленным на предотвращение лесных пожаров и недопущение распространения вредителей леса, а также для дальнейшего устойчивого лесовосстановления.

Проведение завершающей стадии лесозаготовки вызывает у предприятий лесного хозяйства трудности, связанные с отсутствием необходимой эффективной техники и технологии, существенными затратами ручного труда. Внедрение специальной техники для сбора лесосечных отходов позволит исключить ручной труд, снизить затраты времени и повысить производительность на очистке лесосек от лесосечных отходов.

Основная часть. Первые машины для сбора лесосечных отходов были созданы в 60-х годах на базе трелевочных тракторов с установленным технологическим оборудованием гребельного типа, имеющим механический привод. На лонжеронах базового трактора монтировалась рама, на которой были установлены

собирающие зубья. Перед началом работы рама с собирающими зубьями опускалась до соприкосновения с землей и в процессе движения трактора по лесосеке осуществлялся сбор лесосечных отходов в валы. Технологическое оборудование грабельного типа имело 12 зубьев и ширину обрабатываемой полосы 3,27 м, при высоте подъема зубьев 1,5 м. Каждый собирающий зуб, независимо друг от друга, мог свободно подниматься и опускаться, преодолевая препятствия в виде пней, камней и рельефа местности. Сбор лесосечных отходов и формирование их в пачку происходили путем свертывания и уплотнения в конструкции технологического оборудования.

Исследователями Кавказского филиала ЦНИИМЭ был создан подборщик-погрузчик ПЛО-1 на базе трелевочного трактора ТДТ-55. Он состоял из сгребающего оборудования, гидроманипулятора с захватом, грузового отсека и лебедки.

Погрузочно-транспортная машина ЛТ-168, созданная в 1981 году на базе трелевочного трактора ТБ-1М с мощностью двигателя 61кВт, отличалась от подборщика-погрузчика ПЛО-1 более высокой производительностью. Повышение производительности работы достигалось увеличением ширины обрабатываемой полосы с 4,7 м до 5,7 м, объема грузового отсека с 10 м³ до 23 м³ и увеличением емкости захвата с 1,2 м³ до 1,5 м³.

Институт КарНИИЛП разработал на базе трелевочного трактора ТБ-1 машину для сбора и транспортировки лесосечных отходов ЛП-23. На машине был установлен гидравлический манипулятор для сбора отходов лесозаготовок и самосвальный кузов. Ширина обрабатываемой полосы ЛП-23 составляла 10,3 м, объем кузова – 12 м³, а емкость захвата – 1,5 м³.

Эффективное использование лесосечных отходов во многом зависит от применяемой техники и технологии заготовки древесины. Сбор и транспортировка лесосечных отходов может осуществляться насыпным методом. По такому принципу работает лесная техника предприятия NavuHukka, состоящая из базового трактора с гидроманипулятором и прицепного звена с прижимными бортами (рис. 1).

Технология работы машины NavuHukka заключается в перемещении по лесосеке и осуществлении сбора лесосечных отходов, с дальнейшей их транспортировкой непосредственно к потребителю или перерабатывающим предприятиям. Полуприцеп оснащен прижимными бортами, имеющими гидравлический привод, с целью уплотнения лесосечных отходов для увеличения транспортируемого объема. Прижимные борта полуприцепа осуществляют уплотнение лесосечных отходов с 70 м³ до 40 м³.



Рис. 1. Подборщик-транспортировщик NavuHukka

Финский производитель Valtra разработал машину для сбора лесосечных отходов в составе базового сельскохозяйственного трактора и прицепной транспортной тележки (рис. 2). Основным отличием у тележки является наличие коников и отсутствие прижимных бортов, а уплотнение лесосечных отходов в данном случае производится гидроманипулятором трактора.



Рис. 2. Подборщик-транспортировщик Valtra

Отечественным машиностроительным предприятием ОАО «Минский тракторный завод» разработана система машин в составе «подборщик – транспортировщик». Для сбора лесосечных отходов на подборщике установлено технологическое оборудование грабельного типа (рис. 3).



а

б

Рис. 3. Подборщик-транспортировщик лесосечных отходов:

а – подборщик грабельного типа; б – полуприцеп для транспортировки лесосечных отходов

Прицепным звеном к подборщику для транспортировки лесосечных отходов является модернизированное оборудование прицепа лесовозного ОПЛ.М (рис. 3), устанавливаемое на прицепную тележку погрузочно-транспортной машины МПТ-461.1.

Высота прижимных бортов у полуприцепа составляет 2,52 м, а площадь поперечного сечения платформы при закрытых бортах имеет 4,5 м². Для уплотнения лесосечных отходов используется 6 гидроцилиндров. Производительность машины составляет 20 м³.

Применение в зарубежных странах специализированных машин на сборе и транспортировке лесосечных отходов находит все большее распространение в связи с развитием биоэнергетики. Такие предприятия, занимающиеся выпуском лесной техники, как Ponsse, TimberPro, Dutch Dragon, переоборудовали грузовую платформу форвардера для транспортировки лесосечных отходов. Грузовые платформы форвардеров фирмы Ponsse имеют различную конфигурацию (рис. 4) в зависимости от типа транспортируемого груза.



Рис. 4. Различные платформы фирмы Ponsse:
а – регулируемая платформа VLA;
б – грузовая платформа с прижимными кистями BTS

Грузовая платформа VLA разработана с целью увеличения объема транспортируемого груза и первоначально данная система применялась на трелевке сортиментов. При использовании такой конструкции, площадь сечения грузовой платформы увеличивается с 4,5 м² до 6 м². В связи с развитием биоэнергетики из топливной древесины регулируемая платформа получила широкое применение и на заготовке лесосечных отходов. Как известно, эффективность транспортировки лесосечных отходов зависит от их уплотнения на грузовой платформе. Система BTS фирмы Ponsse позволяет осуществлять уплотнение лесосечных отходов за счет установленных на грузовой платформе прижимных кистей.

Существенным недостатком при заготовке лесосечных отходов является их неоднородность по составу, а транспортировка сыпным методом занимает значительные объемы. Поэтому дальнейшие работы по эффективности

заготовки лесосечных отходов связаны с их уплотнением. На основании этого разработаны специализированные машины на базе форвардера для сбора и пакетирования лесосечных отходов – подборщики-пакетировщики. Подборщик-пакетировщик представляет собой шасси форвардера 6К6 или 8К8, на технологическом модуле которого установлена пакетирующая установка, предназначенная для уплотнения и обвязки лесосечных отходов. Ведущими предприятиями, занимающимися выпуском такой техники, являются Dingo, Valmet, John Deere, Fixteri (рис. 5).

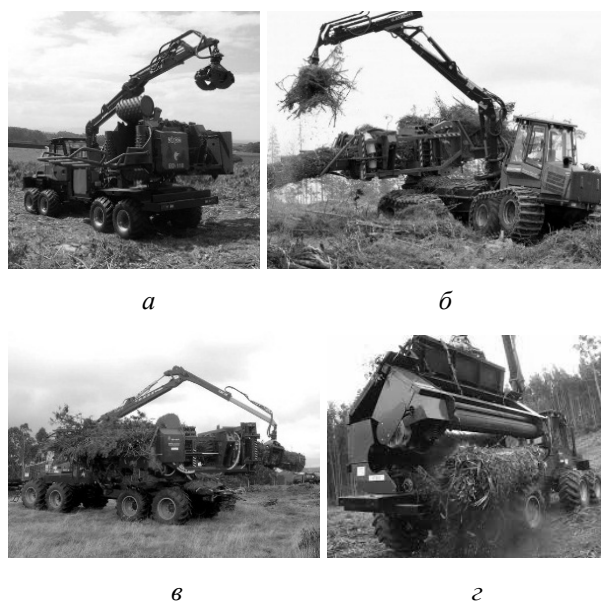


Рис. 5. Подборщики-пакетировщики лесосечных отходов:
а – подборщик-пакетировщик Dingo;
б – подборщик-пакетировщик John Deere 1490D;
в – подборщик-пакетировщик Valmet ENFO2000;
г – подборщик-пакетировщик Valmet WoodPac

Пакетировочные установки подборщиков-пакетировщиков, как правило, имеют 4 подающих ролика (2 горизонтальных и 2 вертикальных) и состоят из 2 прессов. Первое прессование происходит на стационарном прессе установки, после чего пакет лесосечных отходов подается на второй пресс, который при прессовании передвигает отходы к рубильному устройству. Одновременно со вторым прессованием происходит обвязка пакета. Режущий механизм применяется гильотинного типа, в виде двух ножей, движущихся навстречу друг другу, или цепной пилы. Подборщик-пакетировщик может быть переоборудован в форвардер снятием пакетировочного модуля и установки коников, что делает применение машины универсальной. Производительность данных машин в среднем варьируется в пределах

15–35 тюков в час. John Deere выполнен с полноповоротной кабиной, что повышает обзор и позволяет оператору максимально контролировать процесс пакетирования.

Подборщик-пакетировщик Valmet WoodPac работает по другому принципу прессования лесосечных отходов (рис. 5, з). Основным отличием от предыдущих пакетировщиков является продольная прессовочная камера. Прессование в такой установке выполняется по циклическому действию. Верх пакетировочной установки является загрузочным окном лесосечных отходов. После подачи гидраманипулятором отходов в окно, сминатель системой вальцевания начинает скручивать в тюк цилиндрической формы, одновременно обвязывая веревкой. Пакетировочный модуль удобно демонтируется, после чего машину можно использовать как форвардер. Производительность данной машины достигает 15–20 пакетов в час.

Шведское предприятие АВВА разработало пакетировочную установку Rogbico GTK 5100, устанавливаемую на мобильное шасси грузового автомобиля (рис. 6).



Рис. 6. Пакетировочная установка на мобильном шасси грузового автомобиля

Производительность машины составляет 20 пакетов в час. Длина пакета варьируется в зависимости от пакетировочной установки и может быть 4,4 м или 5,1 м. Диаметр пакета составляет 0,8 м. Преимущество использования пакетировочной установки на мобильном шасси грузового автомобиля заключается в большой скорости перемещения между разрозненными лесосеками.

Предприятие АВВА выпускает также подборщик-транспортёрщик на базе форвардера с самовыгружающейся грузовой платформой (рис. 7).



а б

Рис. 7. Подборщик-транспортёрщик с самовыгружающейся грузовой платформой: а – погрузка лесосечных отходов на платформу; б – разгрузка лесосечных отходов

Объем транспортируемых лесосечных отходов варьируется в пределах 30–35 м³. Грузоподъемность данной машины составляет 9 т. Вес платформы с функцией опрокидывания достигает 5,4 т, а без функции опрокидывания – 3 т. Рабочее давление в гидросистеме составляет 21 МПа. За счет применения самовыгружающейся платформы снижается время на разгрузку лесосечных отходов, вследствие чего увеличивается производительность подборщика-транспортёрщика.

Заключение. При проведении анализа конструкций машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов выявлено, что совершенствование применяемого и создаваемого технологического оборудования идет по пути увеличения производительности и возможности универсальности машины с целью снижения капиталовложения. Это связано с высокой себестоимостью заготовки лесосечных отходов и значительными затратами на их сбор, транспортировку и переработку. В зарубежных странах на лесозаготовках предпочтение отдается пакетированию отходов с применением подборщиков-пакетировщиков. Это позволяет увеличить транспортируемый объем лесосечных отходов, снизить затраты на сбор и транспортировку, упростить вопросы транспортной логистики, уменьшить занимаемую площадь при складировании пакетов, повысить эффективность переработки. Применение подборщиков также благоприятно сказывается на дальнейшем лесовосстановлении, связанном со снижением захлываемости лесосек, недопущением распространения вредителей леса и предотвращением лесных пожаров.

Литература

1. Никишов В. Д. Комплексное использование древесины: учеб. для вузов. М.: Лесная пром-сть, 1985. 264 с.
2. Кочегаров В. Г., Бит Ю. А., Меньшиков В. Н. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов. М.: Лесная пром-сть, 1990. 392 с.

References

1. Nikishov V. D. *Kompleksnoe ispol'zovanie drevesyiny* [Comprehensive use of wood]. Tutorial for schools. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1985. 264 p.
2. Kochegarov V. G., Bit Yu. A., Men'shikov V. N. *Tehnologiya i mashiny lesosechnyh rabot* [Technology and machines logging activities]. Tutorial for schools. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1990. 392 p.

Информация об авторах

Кононович Денис Александрович – аспирант кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: denkon_92@mail.ru

Мохов Сергей Петрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет. (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lmitlz@belstu.by

Симанович Василий Антонович – кандидат технических наук, доцент кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lmitlz@belstu.by

Арико Сергей Евгеньевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sergeyariko@mail.ru

Information about the authors

Kononovich Denis Aleksandrovich – PhD student of the Department of Logging Machinery and Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail:denkon_92@mail.ru

Mokhov Sergey Petrovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, Head of the Department of Logging Machinery and Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lmitlz@belstu.by

Simanovich Vasilii Antonovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Logging Machinery and Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lmitlz@belstu.by

Ariko Sergey Yevgen'evich – PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Logging Machinery and Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sergeyariko@mail.ru

Поступила 15.02.2016