

**ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОМПЛЕКС МАШИН  
ДЛЯ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ**  
Мохов С. П.<sup>1</sup>, зав. каф., к.т.н., Коробкин В. А.<sup>2</sup>, зам. ген. конструктора, д.т.н.,  
Голякевич С. А.<sup>1</sup>, доц., к.т.н., Кононович Д. А.<sup>1</sup>, асп.

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет  
(Минск, Республика Беларусь), e-mail: denkon\_92@mail.ru

<sup>2</sup>ОАО «Минский тракторный завод»  
(Минск, Республики Беларусь), e-mail: okbmtz@tut.by

**PERSPECTIVE COMPLEX MACHINES  
FOR COLLECTION AND TRANSPORTATION LOGGING WASTE**  
Mokhov S. P.<sup>1</sup>, Head of Dep., PhD, Korobkin V. A.<sup>2</sup>, Deputy General Designer, D.Sc.,  
Golyakevich S. A.<sup>1</sup>, Assoc. Prof., PhD, Kononovich D. A.<sup>1</sup> PhD Student

<sup>1</sup>Belarussian State Technological University  
(Minsk, Republic of Belarus)

<sup>2</sup>OJSC «Minsk Tractor Plant»  
(Minsk, Republic of Belarus)

An important condition for effective forest management after timber harvesting is timely and high-quality cleaning of logging sites from logging wastes. Cleaning of logging areas is associated with the involvement of additional raw materials in the production of wood chips, reducing the risk of fires, preventing the reproduction of pests, and also contributing to the natural renewal of the forest. Effective implementation of all of the above conditions is carried out a complex of machines for the collection and transportation of logging waste.

Лесозаготовительные работы сопровождаются образованием лесосечных отходов в виде сучьев, ветвей, обломков стволов, которые являются дополнительным сырьем для лесозаготовительного производства. Количество образуемых на лесосеке отходов составляет 15–20% от объема заготавливаемой древесины [1, 2] и, прежде всего, зависит от таксационного состава насаждений, вида проводимых рубок, выбранной технологии и применяемой системы машин. Основным направлением их использования на территории республики является переработка на щепу с использованием рубильных машин.

Работа рубильных машин в условиях высокой разрозненности лесосечных отходов по территории лесосеки мало эффективна. Для повышения их сконцентрированности требуются специальные лесные машины для сбора и транспортировки лесосечных отходов. Их разработка ведется совместно Белорусским государственным технологический университетом и ОАО «Минский тракторный завод» (рисунок 1).



*а*



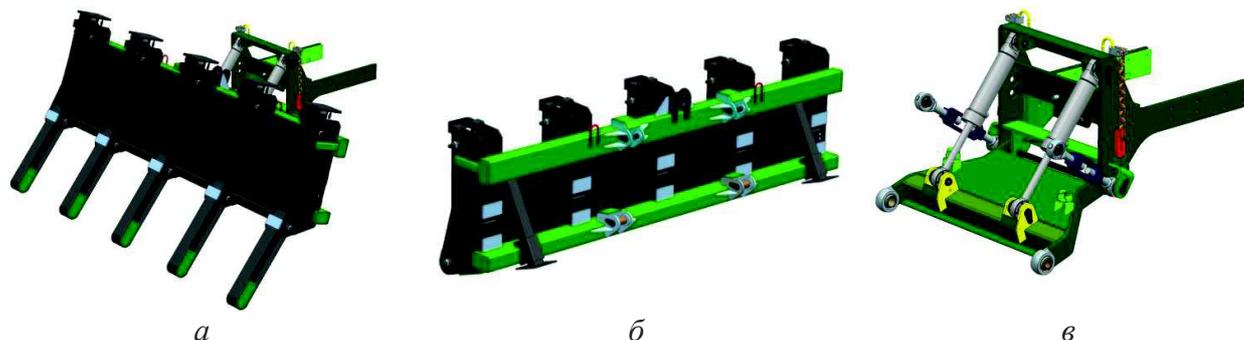
*б*

*а* – машина для сбора лесосечных отходов;

*б* – машина для транспортировки лесосечных отходов

**Рисунок 1 – Комплекс машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов**

Машина для сбора лесосечных отходов состоит из базового трактора Л82.2 и технологического оборудования грабельного типа. Технологическое оборудование может устанавливаться на передний брус трактора через специальную навесную систему, на заднюю навеску трактора и на отвал-торцеватель трелевочных тракторов ТТР-401М и ТТР-411 с помощью специальных кронштейнов. Универсальность установки технологического оборудования позволяет лесохозяйственным учреждениям исключать затраты времени на переоборудование машины для сбора лесосечных отходов, тем самым повышать коэффициент использования рабочего времени оборудования, что в конечном итоге позволяет увеличить производительность. Оборудование имеет пять подвижных рабочих зубьев с установленными за ними пружинами, позволяющие снижать динамические нагрузки при преодолении единичных неровностей: пней, камней, корней и т.д. (рисунок 2).



*а* – общий вид технологического оборудования с навесной системой;  
*б* – рама технологического оорудования;  
*в* – навесная система технологического оборудования

**Рисунок 2 – Технологическое оборудование грабельного типа**

Рама такого оборудования (рисунок 2, *б*) представляет собой каркасно-панельную сварную конструкцию с нишами для установки подвижных рабочих элементов и задания направления движения. Она оборудована крепежными элементами для установки на подъемный механизм и заднюю навесную систему трактора, а также убирающимися опорными ногами для размещения оборудования на земле. Подъемный механизм (рисунок 2, *в*) обеспечивает подъем и опускание технологического оборудования для сбора лесосечных отходов при установке на передний брус лесохозяйственного трактора и состоит из обвязочной рамы, подъемной рамы, гидросистемы с двумя гидроцилиндрами и двух винтовых стяжек. Технические характеристики оборудования представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Технические характеристики оборудования**

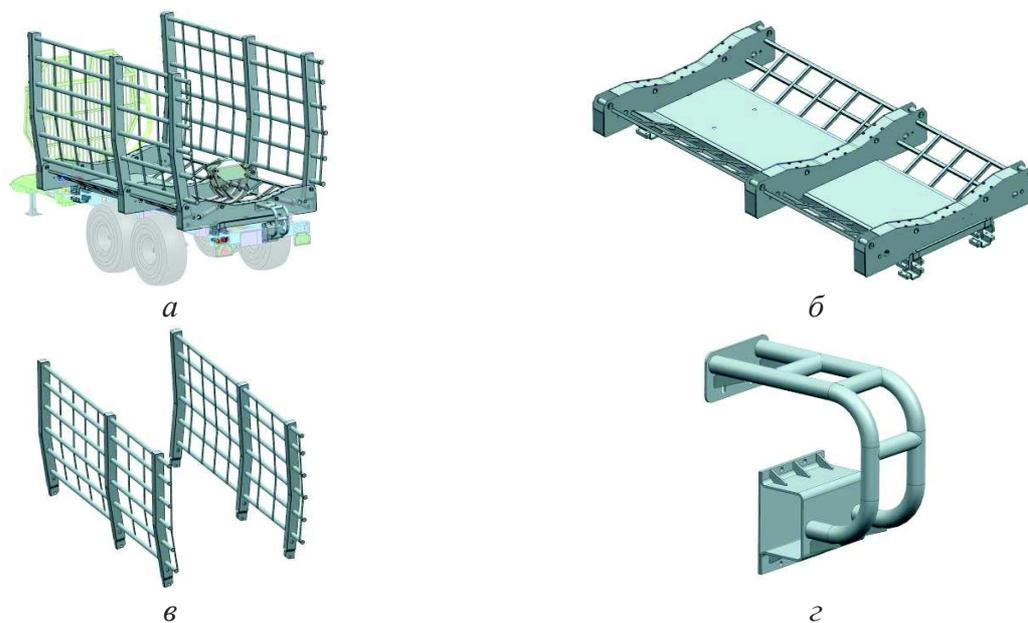
Параметр	Значение
Масса, кг	400
Ширина полосы, убираемой за один проход, мм	2400
Число подвижных рабочих элементов, шт.	5
Высота преодолеваемых препятствий, мм	250
Длина/ширина/высота, мм	930/2480/1170

Технология работы машины с таким оборудованием заключается в формировании валов или куч лесосечных отходов при челночном движении по лесосеке с чередованием рабочего и холостого ходов. Также возможна работа с совершением только рабочих ходов. В таком случае повышается производительность сбора и снижается степень повреждаемости поверхности лесосеки.

При формировании вала из лесосечных отходов после сплошных рубок необходимо соблюдать следующие правила. Валы лесосечных отходов целесообразно располагать параллельными рядами на расстоянии 15–25 м друг от друга в зависимости от захламленности лесосеки. Крайние валы не должны находиться ближе 15 м от границ лесосеки, и ближе 8–10 м

от стены леса. Валы при тракторной трелевке следует размещать в основном на волоках и по границам пазок. Вал должен быть плотным, шириной не более 1,5–2,5 м, а высотой – 0,8–1,2 м. В случаях когда необходимо предусмотреть сохранение подроста, сбор лесосечных отходов будет осуществляться не в валы, а в кучи, расположенные рядом с волоком на полосе шириной до 2 м параллельными волоку ходами трактора. Такая технология сбора позволит сохранить до 70% площади лесосеки не поврежденной. В каждой куче концентрируется до 0,5–1,5 м<sup>3</sup> лесосечных отходов в плотной мере. Количество формируемых куч вдоль одного волока зависит, в первую очередь, от таксационных показателей лесосеки (породный состав, запас древесины на 1 га и пр.) и ширины пазка. Целесообразно, чтобы средний объем куч был кратным грузоподъемности транспортировщика лесосечных отходов, что обеспечит его полную загрузку и уменьшит количество рейсов, что в конечном итоге повысит производительность работы. Переезд подборщика от одной кучи к формированию другой осуществляется только по волоку. При осуществлении операции сбора лесосечных отходов конструкция технологического оборудования позволяет собирать только крупногабаритное вторичное сырье, мелкие ветки, листья, хвоя – остаются на лесосеке для перегнивания.

Следующей операцией после сбора является транспортировка лесосечных отходов на промежуточный склад для дальнейшей переработки их на щепу. Транспортировка имеет свою особенность, заключающуюся в низком коэффициенте полнотрепности лесосечных отходов в пределах 0,06 – 0,1, что ниже по сравнению со щепой в 5-6 раз. Поэтому при транспортировке существует необходимость уплотнения лесосечных отходов, что приведет к повышению рейсовой нагрузки полуприцепа и является основной предпосылкой к росту производительности, и снижению удельных топливных затрат. В проектируемой конструкции уплотнение лесосечных отходов осуществляется прижимными бортами (рисунок 3).



*а* – полуприцеп с оборудованием для транспортировки лесосечных отходов;  
*б* – основание технологического оборудования для транспортировки;  
*в* – прижимные борта для уплотнения лесосечных отходов;  
*г* – кронштейн для захвата манипулятора

**Рисунок 3 – Технологическое оборудование для транспортировки лесосечных отходов**

Конструкция технологического оборудования состоит из основания, двух прижимных бортов и управляющей ими гидросистемы, а также устанавливается съемный кронштейн для обеспечения захвата манипулятора при его установке в транспортное положение. Основание (рисунок 3, *б*) представляет собой каркасно-панельную сварную конструкцию с силовыми коробами для присоединения прижимных бортов и размещения в

них гидроцилиндров с рукавами высокого давления. К нижним балкам основания приварены кронштейны для установки на полуприцеп. Прижимные борта (рисунок 3, в) предназначены для уплотнения лесосечных отходов, а также для удержания их в сжатом состоянии при перевозке к месту переработки. Прижимные борта представляют собой сварные панели решетчатого типа с силовыми балками. Гидросистема оборудования предназначена для подъема, опускания прижимных бортов, удержания их в поднятом положении, а также для управления манипулятором. Гидросистема состоит из шести гидроцилиндров (по три на каждый борт), гидрозамка и магистрали РВД. Гидросистема оборудования подключается к гидросистеме тягового трактора и управляется из его кабины. Кронштейн (рисунок 3, з) представляет собой сварную из труб круглого сечения конструкцию с крепежными фланцем и хомутом, а также предназначен для фиксации захвата манипулятора. В состав технологического оборудования входит специальный захват, конструкция которого позволяет осуществлять погрузку лесосечных отходов без захвата грунта. Особенность конструкции захвата заключается в его рабочих органах, которыми являются клещи дугообразной формы. Погрузка лесосечных отходов на транспортировщик без грунта позволит повысить качество щепы при переработке ее рубильной машиной на промежуточном складе. Технические характеристики технологического оборудования для транспортировки лесосечных отходов, представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Технические характеристики оборудования**

Параметр	Значение
Масса, кг, не более	1800
Грузоподъемность, кг, не более	7500
Площадь поперечного сечения платформы при закрытых бортах, м <sup>2</sup>	4,5
Объем загрузки, м <sup>3</sup>	20
Угол раскрытия прижимным бортов, не более	110°
Габаритные размеры, мм	
При закрытых бортах (длина/ширина/высота)	4600/2480/2520
При открытых бортах (длина/ширина/высота)	4600/5140/1800

Выбор технологии очистки лесосек значительно зависит от примененных ранее технологий разработки лесосек и использованных систем машин. После сплошных рубок бензиномоторными пилами, где имеет место высокая деконцентрация лесосечных отходов, должны последовательно применяться обе рассмотренные машины. В случае применения механизированной технологии заготовки сортиментов с использованием системы машин «харвестер+форвардер», разработка пасеки может проводиться с односторонней укладкой сортиментов (тогда лесосечные отходы находятся на одной стороне волока) или с двухсторонней укладкой (тогда лесосечные отходы образуются на двух сторонах волока). При одностороннем методе применение машины для сбора лесосечных отходов является нецелесообразным, по причине уже сформированного условного вала. При двустороннем методе лесосечные отходы сконцентрированы в кучах, и машину для сбора лесосечных отходов целесообразно применять для их перемещения с одной стороны волока на другую, тем самым формируя вал на одной из сторон. В конечном итоге такой подход ведет к росту производительности при погрузке лесосечных отходов транспортировщиком.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виногоров, Г.К. Лесосечные работы / Г.К. Виногоров. Москва: Лесная пром-сть, 1972. 240 с.
2. Федоренчик, А.С., Мохов, С.П., Клоков, Д.В. Технология и оборудование комплексного использования древесины: практ. для студ. вузов / А.С. Федоренчик, С.П. Мохов, Д.В. Клоков. Минск: БГТУ, 2003. – 132 с.