

3. Ananiashvili K.O. Structure and properties of tantalum coatings obtained by electron beam technology on aluminum substrates / Khatia Ananiashvili, Mikheil Okrosashvili, Tamar Loladze, Natalia Valko and Tomasz N. Koltunowicz // Appl. Sci - 2020, Volume 10, Issue 11, 3737. MDPI, Basel. doi:10.3390/app10113737

4. Барвинок В.А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий / В.А. Барвинок // М. :Машиностроение - 1990. С. 384

5. Палатник Л.С. Материаловедение в микроэлектронике / Л.С. Палатник В.К., Сорокин // М, «Энергия - 1978, С. 277  
УДК 630\*37

**А. А Герман<sup>1</sup>, С.А. Голякевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ОАО «Амкодор – управляющая компания холдинга»

<sup>2</sup> Белорусский государственный технологический университет

#### **ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ «АМКОДОР». ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

На сегодняшний день холдинг Амкодор по праву является ведущим производителем лесопромышленных машин на территории стран СНГ имея в своем составе 19 заводов со списочным количеством сотрудников более 6800 человек и производящим более 120 моделей специальной техники. Более 70% деталей, узлов и агрегатов машин холдинга – собственного производства. В линейке модельном ряду лесопромышленных машин насчитывается более 18 моделей и модификаций. Холдинг обладает собственными развитыми сетями сервисного обслуживания и учебных центров. За последние годы более 1000 лесопромышленных машин холдинга реализуются в 9 странах мира.

Холдинг ведет постоянную работу по созданию новой конкурентоспособной лесной техники в кооперации с Белорусским государственным технологическим университетом. При конструкторском

бюро «лесопромышленных машин» завода Дормаш действует постоянный филиал кафедры лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства. За последние годы совместными усилиями созданы рубильная машина Амкодор 2904 и мульчирователь Амкодор 2021, модернизированы несущие конструкции харвестера Амкодор 2551, и форвардеров Амкодор 2662-01, Амкодор 2682-01, Амкодор 2631. В данной статье остановимся на обзоре модельного ряда и конструктивных особенностей лесопромышленных машин Амкодор и сравним их с техникой зарубежных производителей.

Модельный ряд лесопромышленных машин Амкодор представлен техникой, предназначенной для работы в условиях лесосек, погрузочных пунктов и лесных складов. Для проведения лесосечных и лесотранспортных работ выпускаются машины, реализующие технологию заготовки древесины в виде сортиментов, сортиментов и щепы. Машины для сортиментной заготовки представлены харвестерами (2531, 2541, 2551, 2561 и 2561-01) и форвардерами (2631, 2641, 2661-01, 2662-01, 2682-01) рис. 1. Они образуют соответствующие системы машин (комплексы) для проведения работ на рубках главного и промежуточного пользования, в том числе на прочистках и прореживаниях молодняков и средневозрастных древостоев. Машины значительно отличаются между собой конструктивно, имеют существенные различия в массово-габаритных и энергетических характеристиках, оснащены разным технологическим оборудованием (таблицы 1 и 2).



**Рис. 1 - Специализированные машины для реализации сортиментной технологии лесозаготовительных работ**

С 2020 года на всех харвестерах устанавливается единая система управления харвестерной головкой Prolog. Она предоставляет расширенные (в сравнении с системой Motomit IT) возможности по передаче данных о заготовленной древесине и позволяет настраивать

параметры производительности и энергопотребления гидравлической системы машины.


В дополнение к указанным машинам для подвозки сортиментов в условиях повогрунтов I и II типов производится полуприцеп Амкодор 2310, который может агрегатироваться с базовыми лесными тракторами МТЗ 82Л и 1221Л. Полуприцеп имеет несущую конструкцию хребтового типа, что позволило существенно снизить его массу при неизменных показателях прочности и грузоподъемности.

**Таблица 1 - Технические характеристики харвестеров «Амкодор»**

Наименование харвестера	АМКОДОР 2531	АМКОДО Р 2551	АМКОДО Р 2541	АМКОДО Р 2561	АМКОДО Р 2561-01
Манипулятор	KESLA 671H	KESLA 1395H			Kesla 1609H
Вылет стрелы манипулятора, м	7.13	9.5			9
Харвестерная головка	KESLA 18RH	KESLA 25RH II	KESLA 20RH II	KESLA 25RH II	KESLA 27RH
Максимальный диаметр (раскрытие роликов/распила), мм	400/450	580/670	450/540	580/670	700/750
Дизель	Д-245.2S2	Д-260.9	Д- 260.9S2	Д-262S2	
Мощность номинальная, кВт (л.с.)	90 (122)	132 (180)		220.6 (300)	
Ширина по колесам, мм	2300	2900	2725	3000	2875
Масса эксплуатационная, кг	9700	15700	13100	18200	18000
Трансмиссия	гидромеханическая (на основе гидростатического звена		гидромеханическая (на основе гидротрансформатора)		

**Таблица 2 - Технические характеристики форвардеров «Амкодор»**

Наименование форвардера	АМКОДОР 2631	АМКОДОР 2541	АМКОДОР 2661-01	АМКОДОР 2662-01	АМКОДОР 2682-01
Колесная формула	6К6	4К4	6К6	6К6	8К8
Грузоподъемность, кг	9000	7700	12000	14000	15000

Масса эксплуатационная, кг	13400	14250	15500	18430	20600
Длина грузового отсека, м	4.4	4.1	4800	4950	
Ширина по колесам, мм	2400	2900	2870		
Дизель	Д-245.2S2	Д-260.1S2	Д-260.1	Д-260.9S2	
Мощность номинальная, кВт (л.с.)	90 (122)	116 (158)	114 (155)	132 (180)	
Манипулятор	KESLA 304	KESLA 600	Kesla 600.1	KESLA 702	KESLA 700 или 700T
Грузоподъемность на максимальном вылете стрелы (без учета веса ротатора и захвата), кг	580	530		500	840/500
Вылет стрелы манипулятора, м	6.9	8.2		10.3	8.2/10.3
Трансмиссия	гидромеханическая (на основе гидротрансформатора)				
Манипулятор	PALMS 3.67/ PALMS 4.70				
Максимальный вылет, м	6.7/ 7				
Длина грузового отсека, м	5.0-5.9				
Грузоподъемность на максимальном вылете, кг	410/ 520				
Грузоподъемность, кг	10000				
Масса эксплуатационная, кг	4100				

**Рис. 2 - Технические характеристики и общий вид полуприцепа лесовозного «Амкодор 2310»**

На предприятиях Минлесхоза и Минэнерго активно внедряются рубильные машины Амкодор 2904 (рис. 3).

Производительность максимальная, нас. м <sup>3</sup> /ч	130
Масса эксплуатационная, кг	21500

Ширина загрузочного окна, мм	600	
Высота загрузочного окна, мм	450	
Базовое шасси	АМКОДОР 2641	
Рубильный модуль	KESLA C645	
Двигатель рубильного модуля	Deutz TCD 2013L06 4V	
Мощность номинальная, кВт	238	
Манипулятор	KESLA 600.1	
Вылет стрелы манипулятора, м	8.2	

**Рис. 3 - Технические характеристики и общий вид машины «Амкодор 2904»**

Особенностью рубильной машины «Амкодор 2904» является ее высокая проходимость и высокая унификация с форвардером «Амкодор 2641», что способствует сокращению базы запасных частей и повышает техническую готовность машины. Безусловно такая конструкция уступает рубильным машинам, выполненным на автомобильном шасси по скорости передвижения (оперативной мобильности), но существенно превосходит их в случае необходимости освоения ветровально-буреломных лесосек, переработки крупномерной фаутной древесины в условиях лесосек, работы в качестве мобильной рубильной установки в рамках лесопромышленного склада с изменяющимися площадками хранения исходного сырья и готовой щепы. При этом для эффективной погрузки щепы разработан Фронтальный универсальный лесной погрузчик Амкодор 371АС с номинальной мощностью двигателя 220.6 кВт (300 л.с.) и вместимостью ковшей для щепы 3,8 м<sup>3</sup> или 5 м<sup>3</sup>.

Обеспечив машинами лесопромышленное производство холдинг поэтапно переходит к освоению машин, предназначенных для ведения работ лесохозяйственного профиля: уборки лесосек, подготовки площадей к посадке леса и проведения лесовосстановительных работ. налажен выпуск специального лесохозяйственного оборудования и быстроръемных органов (рис. 4), агрегируемых с трелевочными тракторами Амкодор 2243 и 2243В.





а

б

в

**Рис. 4 - Быстросъемные рабочие органы для проведения лесохозяйственных работ: а – плуг лесной ПКЛ-70, б – грабли лесные, в – фреза почвообрабатывающая активная**

Совместно с кафедрой лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и в настоящее время внедряется мульчирователь Амкодор 2021 (рис. 5). Помимо предприятий министерства лесного хозяйства данная машина пользуется спросом на предприятиях Минэнерго, где с ее помощью эффективно выполняются работы по поддержанию в требуемом состоянии минерализованных полос под линиями электропередач.

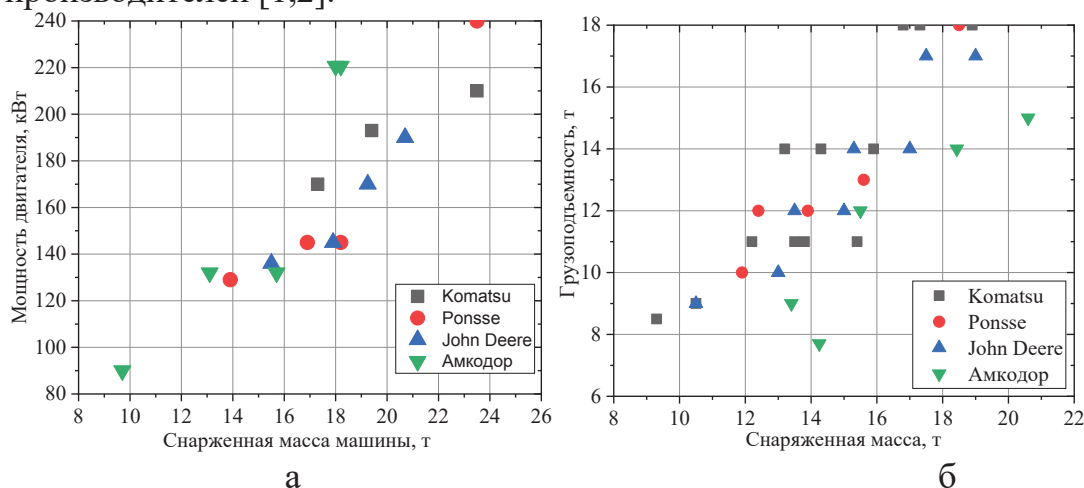
Базовое шасси	Шарнирно-сочлененное	
Диаметр срезаемого дерева (пня), мм, не более	300	
Глубина вспашки, мм, не менее	50	
Модель двигателя	Д-260.4S3A	
Номинальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	156 (210)	
Тип трансмиссии	Гидрообъемная	
Максимальные скорости движения, км/ч, не более:	5 (рабочая) 0-29 (транспортная)	
Габаритная ширина, мм	2600	
Базовый орган сменного рабочего оборудования	Фреза MIDIFOREST	

Масса эксплуатационная, кг	13500	
----------------------------	-------	--

**Рис. 5 - Технические характеристики и общий вид мульчирователя «Амкодор» 2021»**

Рассмотренные машины постоянно совершенствуются, повышаются их технологические возможности и надежность, разрабатываются новые конструкции. В перспективе до 2023 года планируется завершить проведение НИОКР и создать многофункциональный шарнирно сочлененный базовый лесохозяйственный трактор, имеющий гидрофицированный привод ВОМ, возможности агрегатирования с существующим и перспективным лесохозяйственным и лесопромышленным технологическим оборудованием.

Сравнительный анализ технических характеристик и тенденций развития модельного ряда машин был реализован на примере машин для заготовки сортиментов «Амкодор» и других ведущих мировых производителей: Ponsse, Komatsu, John Deere (рис. 6). В результате исследований были установлены корреляционные зависимости, отражающие общие тенденции и технический уровень машин различных производителей [1,2].



**Рис. 6 - Корреляционные зависимости для харвестеров (а) и форвардеров (б)**

Следует отметить, что согласно отображенным рис. 6а корреляционным связям производители Ponsse и Амкодор имеют по одному харвестеру которые явно выходят за рамки общей корреляции между массами машин и их энерговооруженностью. При подробном рассмотрении установлено, что данные машины представляют собой

старое поколение техники данных производителей и, либо уже сняты с производства (Ponsse Fox), либо будут сняты с него в скором времени (Амкодор 2551). Разница в корреляционных связях между машинами различных производителей объясняется различным целевым рынком для них. Для Амкодор это прежде всего Республика Беларусь и европейская часть Российской Федерации. В эксплуатационных условиях данных регионов часто встречаются грунты с низкой несущей способностью и относительно малые уклоны местности. Поэтому харвестеры с низкой массой реализуют лучшие показатели проходимости. Зарубежные производители напротив склонны разрабатывать свою технику для работы на сильно холмистой местности, где для обеспечения устойчивости машин требуется более низкий центр тяжести машины и ее большая масса для создания момента сопротивления опрокидыванию при работе манипуляторного оборудования.

Наиболее характерной корреляционной связью для форвардеров помимо связи массы и энерговооруженности является соотношение между массой машины и ее грузоподъемностью (рис. 6б). Анализом зависимостей в данной корреляции установлено, что в новых поколениях машин зарубежные производители в новых поколениях форвардеров достигли существенных успехов в снижении удельной массы форвардеров при сохранении грузоподъемности и ресурса машин. Достижение значительно меньшей собственной массы в сравнении с отечественными образцами машин обусловлено сразу несколькими факторами. Во-первых, номенклатура используемых конструкционных сталей в отечественном машиностроении весьма ограничена. Используемая в несущих конструкциях форвардеров сталь 09Г2С обладает низкими усталостными характеристиками и не может обеспечивать должные показатели прочности и долговечности при меньшей собственной массе рамы. При этом, сталь 09Г2С относительно дешевая и обеспечивает значительное конкурентное преимущество отечественным харвестерам в цене от 1,5 до 2,5 раз. Во-вторых, зарубежные форвардеры в отличие от отечественных имеют конструкции трансмиссий в основе которых лежит гидростат. Это позволяет более «гибко» подходить к общей компоновке улов и агрегатов и добиваться лучшего распределения нагрузок на раму. Соответственно появляется возможность снизить ее массу.

Таким образом, за последние 10 – 15 лет холдинг «Амкодор» не только создал широкую номенклатуру лесопромышленных и лесохозяйственных машин, но и преступил к постепенному обновлению их



конструкций. Также в холдинге на достаточном уровне отработаны вопросы сервисного обслуживания машин. Первичный сравнительный анализ конструкций машин и их типажей позволяет утверждать, что харвестеры Амкодор не уступают лучшим мировым аналогам по основным техническим характеристикам. Однако форвардеры отечественного производителя существенно уступают зарубежным у относительной грузоподъемности. Указать на необходимость их модернизации не представляется возможным, т.к. каждое из направлений повлечет за собой рост себестоимости производства машин, что для отечественных потребителей не всегда приемлемо. Однозначный ответ на поставленный вопрос можно дать только на основе глубокого совместного анализа достигаемых технологических характеристик машин, их себестоимости и стоимости владения конечным потребителем. Такой подход, безусловно требует проведения дальнейших исследований.

В современном лесозаготовительном производстве важную роль играет не только номинальная производительность и экономичность машин, но и квалификация операторов. В качестве перспективного направления развития следует также отметить диверсифицированность подготовки операторов, в том числе на конкурентной основе. Это позволит улучшить показатели в лесопромышленном производстве при относительно небольших общих затратах.

### **Список использованных источников**

1. Голякевич С. А., Гороновский А.Р. Основы проектирования лесных машин и системы автоматизированного проектирования. Минск: БГТУ, 2016. 139 с.
2. Голякевич С.А. Энергетические аспекты функционирования многооперационных лесозаготовительных машин // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения: материалы междунар. науч.-техн. конф. Минск, 26–28 апреля 2017. Минск: БГТУ, 2017. С. 64–68.