

хозяйства, Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно – исследовательский институт лесного хозяйства». – Архангельск: ОАО ИПП Правда Севера. – 2012. – 672 с.

5. Мастицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований. – Мн.: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009 – 76 с.

6. Бабилов Б.В., Шурыгин С. Г., Богданова Л. С. Рост сосновых древостоев на осушенных землях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – № 227. – С. 34–44.

7. Бабилов Б.В. Субота М.Б. Гидромелиорация в лесном хозяйстве: история научных исследований // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 3(387). – С. 103–118.

8. Пахучий В. В., Пахучая Л. М. Полувековой опыт гидролесомелиорации в Республике Коми // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2021. – № 1(47). – С. 80–85.

УДК 630*36:621.9

РЕЗУЛЬТАТЫ ОТРАСЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СОЗДАНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО АКТА В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ КОМПЛЕКСАМИ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

С.А. Голякевич¹

¹ Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский государственный технологический университет, gsa@belstu.by

Аннотация: В статье изложены результаты проведенных в 2021–2024 годах исследований по оценке эффективности применения комплексов многооперационных лесозаготовительных машин в Республике Беларусь. Приведены данные о модельной и возрастной структуре парка лесозаготовительных машин на предприятиях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, показателях надежности машин, производительности отдельных машин, особенностях технологических процессов в разных условиях эксплуатации. На основе полученных данных выработаны рекомендации по повышению эффективности лесозаготовительного процесса. Для их последующего внедрения создан и соответствующий технический кодекс установившейся практики «Технологии разработки лесосек комплексами многооперационных лесозаготовительных машин».

Предприятиями Министерства лесного хозяйства (МЛХ) эксплуатируется более 2800 ед. лесосечных и лесотранспортных машин. Среди них порядка 356 харвестеров, свыше 360 специализированных форвардеров, и более 1300 прицепных погрузочно-транспортных машин. С 2010 года реализация программы технического переоснащения предприятий отрасли позволила увеличить общее количество машин более чем на 1500 ед. При общей однотипности технологических циклов работы лесозаготовительных комплексов «харвестер+ форвардер», режимы работы, приемы и даже порядок проведения отдельных операций может существенно отличаться для машин разных производителей. Поэтому на предварительном этапе исследований [1] требовалось оценить качественную и количественную структуры парка машин в разрезе производителей, моделей и условий эксплуатации.

Для проведения рубок главного и рубок промежуточного пользования (начиная с прочисток) в Республике Беларусь применяются многооперационные лесозаготовительные

машины производства ОАО «Амкодор – управляющая компания холдинга», ОАО «МТЗ – холдинг» совместно с Sampo-Rosenlew (Belarus-Sampo), Vimek, Ponsse, Komatsu, John Deere. Среди машинного фонда также имеются харвестеры производства компаний: HSM – 2 ед., Silvatec – 2 ед., Nissula – 1 ед., Usewood – 1 ед.

Таблица 1 – Парк харвестеров по производителям и моделям в разрезе государственных производственных лесохозяйственных объединений (ГПЛХО)

Наименование ГПЛХО	Кол-во харв.	Амк.	Bel-Sampo		Sampo	Vimek	Ponsse	Komatsu		John Deere	Иные
			46	265				911	931		
Брестское	45	21	–	1	3	16	1	–	2	–	1 Nis.
Витебское	47	25	4	1	6	4	6/1	–		–	–
Гомельское	69	35	8		3	17	2	2	–	–	2 Sil.
Гродненское	44	15	–		3	8		9+3	1	5	–
Минское	87	41	5	1	10/1	22	–/2	1		1	1 Usew. 2 HSM.
Могилевское	64	33	8	–	5	18		–		–	–
Всего	356	170	25	3	31	85	9+3	12+3+3		6	6

Несмотря на то, что ОАО «Амкодор – управляющая компания холдинга» по-прежнему остаётся лидером по количеству машин, эксплуатируемых на предприятиях МЛХ, его участие в общем объеме харвестеров составляет лишь 47,8%. Предприятие поставляет лесохозяйственным учреждениям харвестеры и форвардеры предназначенные преимущественно для проведения поздних рубок ухода (прореживания), а также рубок главного пользования [2]. Единичные образцы перспективных малогабаритных харвестера Амкодор FH840 и форвардера Амкодор FF 560 находятся на стадии опытной эксплуатации. Изначально позиционируемый как харвестер для проведения прочисток и прореживания Амкодор 2531 не получил широкого распространения на предприятиях МЛХ и эксплуатируется на них в количестве 6 ед. Основным недостатком машины, следует считать ее габариты по ширине (2,3 м), которые не позволяют полноценно передвигаться под пологом леса без прорубания технологического коридора, что характерно для проведения рубок прочистки. С другой стороны, такая ширина не позволяет обеспечить высокую устойчивость машины при использовании манипуляторов с большим вылетом стрелы и харвестерных головок для проведения рубок главного пользования. Для сравнения: конкуренцию данной машине составляют Sampo 1046 (31 ед.) и Belarus-Sampo МЛХ-46 (25 ед.), имеющие аналогичные характеристики технологического оборудования, но меньший габарит по ширине – 2,1 м, длине – 4,7 м, и значительно меньшую массу 7,0 – 8,5 т., против 10,75 т. у Амкодор 2531. Из представленных в лесохозяйственных учреждениях машин лишь Sampo Rosenlew 1066 и John Deere 770 D имеют схожие технические характеристики с Амкодор 2531, но они, как и белорусский харвестер, не получили широкого распространения (1 ед. Sampo Rosenlew 1066 и 4 ед. John Deere 770 D).

Востребованным в лесохозяйственных учреждениях страны остается харвестер Vimek 404 (85 ед.). Имея малые габариты по ширине – 1,83 м, длине – 4,46 м (при колесной базе 2,1 м) и массу 4,7 тонны он способен проводить рубки прочистки находясь под пологом леса и не прорубая, в некоторых случаях, основных технологических коридоров. Кроме того, за счет конструкции механизма поворота, предусматривающего возможность изменения угла установки управляемых колес до $\pm 80^\circ$ он способен маневрировать по малым траекториям между деревьями не повреждая их стволы. Недостатками машины следует считать малый вылет манипулятора Mowi 2046 – 4,6 м, что требует постоянного маневрирования для валки нового дерева и отсутствие столь же маневренного и малогабаритного форвардера для организации эффективного лесозаготовительного комплекса. Существующий и эксплуатируемый в лесхозах страны форвардер Vimek 610 SE имеет большую ширину (1,9 м)

и длину (6,9 м в стандартном исполнении), что не позволяет ему маневрировать аналогично харвестеру и снижает эффективность работы комплекса ввиду необходимости предварительного прорубания технологического коридора харвестером для возможности сбора сортиментов форвардером.

В классе харвестеров предназначенных для проведения рубок главного пользования однозначный типаж машин не сложился. Наиболее распространены харвестеры Амкодор 2551 и Амкодор 2541, являющиеся самыми массовыми харвестерами на предприятиях МЛХ (82 ед. и 73 ед. соответственно), причем в последние 5 лет предпочтение лесозаготовителей отдается последнему из них. Данные харвестеры имеют близкое по характеристикам технологическое оборудование. Оба оснащены манипуляторами Kesla 1392H с вылетом 9,5 м и харвестерными головками Kesla 25 RH/RH-II (в зависимости от года выпуска) и Kesla 20 RH/RH-II соответственно. Обладая при этом равными энергетическими характеристиками (двигатель Д260.9 для обоих харвестеров) Амкодор 2541 имеет ряд преимуществ: лучшую маневренность за счет использования более короткого шасси 4К4 (6К6 у Амкодор 2551), меньший вес – 13,1 тонны (15,7 тонны у Амкодор 2551) и меньшую закупочную стоимость ввиду отсутствия дорогостоящих элементов ходовой части импортного производства (к примеру балансирных мостов NAF).

На долгосрочную эффективность многооперационных машин оказывает влияние их эксплуатационная надежность. Отказы дорогостоящих харвестеров приводят к простоям различной длительности, росту стоимости владения ими, уменьшению годовой выработки и в целом к снижению эффективности лесопромышленного производства. Установлено, что даже в рамках одного производителя техническая надежность машин разных моделей – различна. Так, среди харвестеров Амкодор 2018–2019 г. в. за анализируемый период отказы случались от 3 до 17 раз на каждую единицу техники. При этом на Амкодор 2551 приходилось до 15 – 17 отказов (в среднем 43 дня в неработоспособном состоянии), а на Амкодор 2541 – от 3 до 8 отказов (суммарно около 15 дней в ремонте на каждую единицу). Т.е. в среднем техническая готовность харвестеров Амкодор 2541 была на 15% выше и составила 0,914–0,955. Наиболее частыми причинами ремонтов машин явились: ремонты гидросистем, электросистем и харвестерных агрегатов, отмечались случаи потери прочности стрел и опорно-поворотных устройств манипуляторов.

Так, коэффициент технической готовности харвестеров 2541 (рисунок 1) несколько меньше (0,75 – 0,81), но сопоставим со среднеотраслевым для машин данной марки. При этом для харвестера Амкодор 2551 (рисунок 2) коэффициент технической готовности 0,71 – 0,91, а коэффициент использования 0,65 – 0,88.

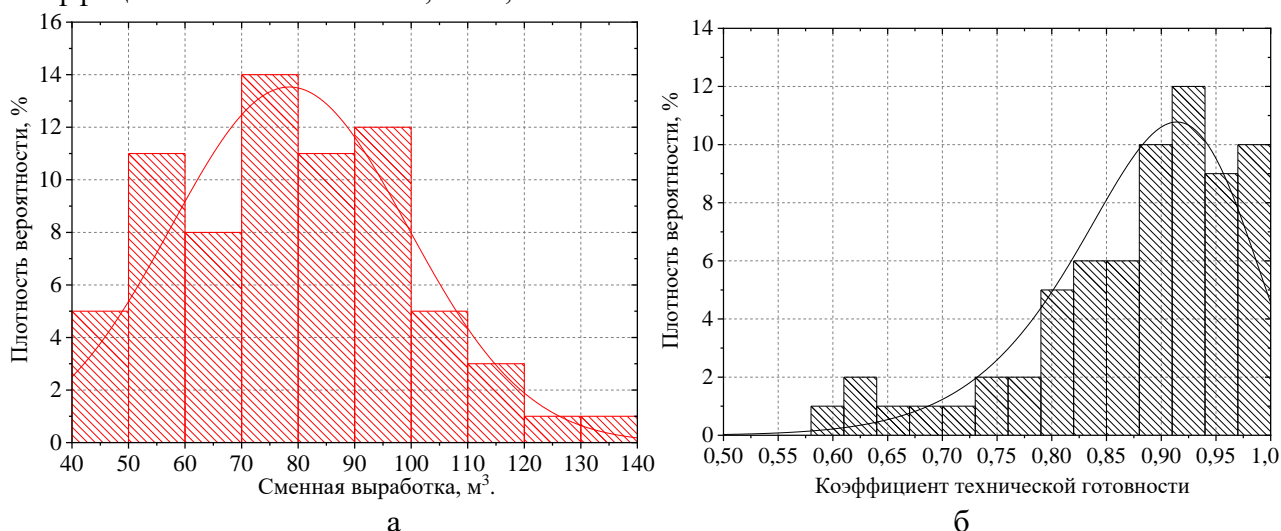


Рисунок 2 – Распределение единичных показателей эффективности эксплуатации харвестеров Амкодор 2541 в лесохозяйственных учреждениях МЛХ: а – сменной выработки; б – технической готовности

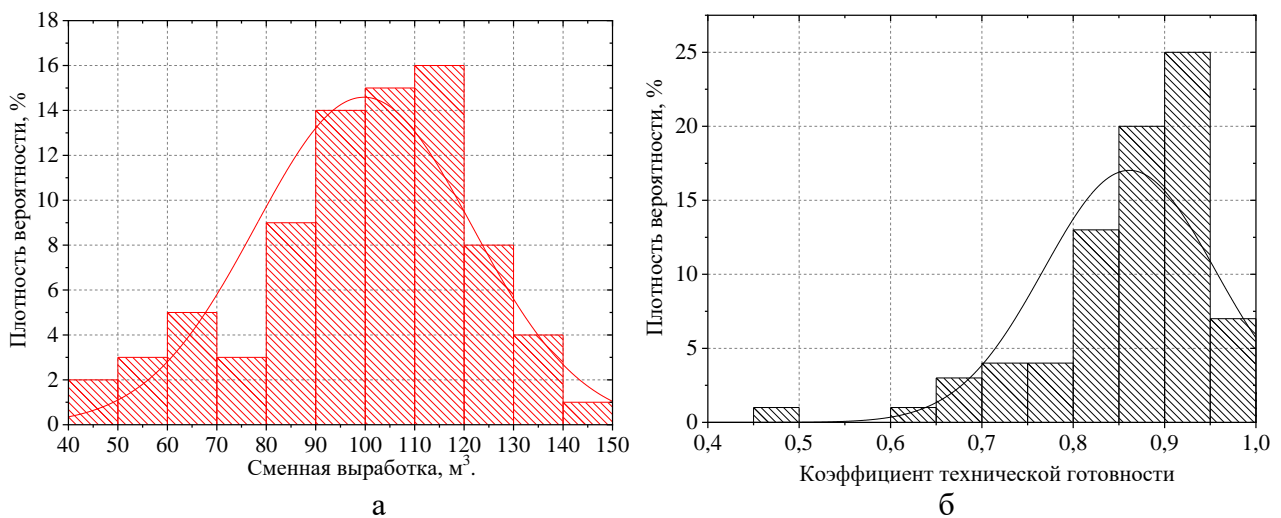


Рисунок 1 – Распределение единичных показателей эффективности эксплуатации харвестеров Амкодор 2551 в лесохозяйственных учреждениях МЛХ: а – сменной выработки; б – технической готовности

Анализом возрастной структуры парка харвестеров выявлена незначительная тенденция его старения. Так, при обще годовом приросте машинного парка новых харвестеров (+51 ед.) общая положительная динамика по машинам моложе 5 лет во всех ГПЛХО отмечается лишь на уровне 42 ед.: в Брестском (+7 ед.), Витебском (+6 ед.), Гомельском (+18 ед.), Гродненском (+2 ед.), Минском (+4 ед.), Могилевском (+5 ед.). При этом, объем машин старше 5 лет также увеличился (+5 ед.).

К примеру, среднемесячная выработка на машину в Гродненском ГПЛХО составляет: для Vimek 404 – 702 м³; Амкодор 2541 – 1589 м³; Амкодор 2551 – 1977 м³; Komatsu 911 – 3689 м³. При этом максимальная производительность работ достигнута в Щучинском (Vimek 404), Слонимском (Komatsu 911) и Новогрудском (Амкодор 2551 и Амкодор 2541) лесхозах. Принято решение использовать данные лесохозяйственных учреждений и машины в качестве базовых по изучению опыта операторов с целью установления наиболее прогрессивных приемов работы. Наиболее низкая производительность машин выявлена в Лидском (Амкодор 2541, Komatsu 911); Ивьевском (Амкодор 2551) и Новогрудском (Vimek 404) районах. Статистическая обработка велась без учета простоя машин, поэтому низкая в сравнении с другими лесхозами, производительность машин может быть обусловлена рядом факторов: худшие условия эксплуатации, низкая квалификация операторов, ошибки в организации работы машин и др.. С целью последующего уточнения влияния этих факторов данные лесхозы приняты к более глубокому исследованию.

Статистическая зависимость между возрастом и выработкой многооперационных машин в рамках Гродненского ГПЛХО не выявлена. Показательно: в ГЛХУ «Лидский лесхоз» эксплуатируется 2 харвестера Амкодор 2541 (2018 и 2014 г. соответственно) в полуторасменном режиме. При этом харвестер 2014 г.в. за 197 дней нахождения в работоспособном состоянии заготовил 10585 м³ древесины, а харвестер 2018 г. в. за 222 дня – 9257 м³. Оценка условий эксплуатации данных харвестеров в рамках лесхоза показала, что в целом они однотипные. Близость эксплуатационных условий и сопоставимая эксплуатационная надежность машин позволили утверждать, что рост производительности харвестера 2014 г. в. достигнут за счет лучшей квалификации оператора.

По результатам исследований сформирована структура технического кодекса установившейся практики (ТКП) «Технологии разработки лесосек комплексами многооперационных лесозаготовительных машин» направленная на содействие повышению эффективности ведения лесозаготовительных работ. Помимо обязательных пунктов, требуемых при разработке подобных технических нормативно-правовых актов в нее включены: требования к многооперационным лесозаготовительным машинам; требования к

использованию дополнительного оснащения многооперационных лесозаготовительных машин; порядок выполнения работ в информационных системах управления харвестеров; общие требования к технологиям рубок леса; технологические процессы рубок главного пользования в разрезе сплошных и несплошных рубок; технологические процессы прочисток, прореживаний и проходных рубок; технологические процессы разработки ветровальных и буреломных лесосек; последовательность, способы и приемы выполнения операций; требования к безопасности при разработке лесосек. В дополнительных приложениях ТКП изложены технологические схемы разработки лесосек и даны рекомендации по использованию машинных комплексов для их реализации.

Список источников

1. Голякевич, С. А. Методика прогнозирования эффективности комплексов лесозаготовительных машин / С. А. Голякевич, А. Р. Гороновский, В. А. Коробкин // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2024. – № 1(276). – С. 125-131. – DOI 10.52065/2519-402X-2024-276-17.

2. Голякевич, С. А. Анализ и перспективы использования лесозаготовительной техники в природно-производственных условиях Республики Беларусь / С. А. Голякевич // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 2(246). – С. 188-195. – DOI 10.52065/2519-402X-2021-246-23-188-195.

УДК 630*36:621.9

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СИЛОВЫХ ПРИВОДОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ В МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

С.А. Голякевич¹, А.В. Акулич²

¹ Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский государственный технологический университет, gsa@belstu.by

² Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский государственный технологический университет, akulichworkmail@gmail.com

Аннотация: В статье кратко изложены преимущества систем управления гидравлическими приводами в многооперационных лесозаготовительных машинах. Рассмотрены перспективные направления их развития. Отмечено, что значительного повышения энергоэффективности можно достичь за счет применения многоконтурных систем с отдельными источниками гидравлической энергии для каждого потребителя или отдельных групп потребителей, гибридных электро-гидравлических приводов в последовательном, параллельном и комбинированном исполнении, а также за счет систем с рекуперированием энергии в гидро-механические и электрические рекуператоры. Предложены общие схемы таких приводов. Показаны возможные источники энергии рекуперации и дана оценка потенциалу их использования.

Силовой гидравлический привод большинства многооперационных лесозаготовительных машин (харвестеров и форвардеров) представляет собой систему, состоящую в общем виде из гидравлического бака, управляемого гидравлического насоса, гидравлических линий, гидрораспределительных секций, потребителей гидравлической