

УДК 630*377.4

С. А. Голякевич, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ);
С. П. Мохов, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой (БГТУ);
А. Р. Гороновский, кандидат технических наук, доцент,
 проректор по воспитательной работе (БГТУ);
С. Н. Пищов, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
С. Е. Арико, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ)

МЕТОДИКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Разработана методика оценки эффективности применения форвардера в условиях лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь. Проведена сравнительная оценка существующей погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354 и проектируемой по основным показателям эксплуатационных затрат. Исследовано влияние среднего объема хлыста и длины сортиментов на производительность рассматриваемых машин и удельные эксплуатационные затраты.

The technique of evaluating the effectiveness of the application forwarder under lesozagotovitelnyh Belarusian enterprises. A comparative evaluation exist-ing cargo transport machine MLPT-354 and projected on the main indicators of operational costs. The influence of average volume and length of logs on the performance of our machines and unit operating costs.

Введение. В настоящее время широкое распространение на рубках главного и промежуточного пользования получили погрузочно-транспортные машины (форвардеры). В Республике Беларусь преобладающий их объем составляют отечественные лесные машины, которые обладают различными эксплуатационными свойствами. Это позволяет повысить эффективность проведения рубок леса за счет выбора погрузочно-транспортной машины, имеющей минимальные удельные эксплуатационные затраты [1, 2].

Основная часть. Исходными данными для приведения расчета являются результаты теоретических исследований работы погрузочно-транспортной машины грузоподъемностью 7 т с улучшенными техническими характеристиками и опыт эксплуатации аналогичной техники в условиях лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь. Экономический эффект при работе форвардера достигается за счет повышения грузоподъемности, выбора рациональных приемов работы и возможности совмещения операций при погрузке сортиментов.

Временные и энергетические затраты на выполнение технологических операций форвардера определялись с использованием разработанной математической модели. Расчеты проведены в ценах по состоянию на 18 ноября 2013 г. При оценке эффективности сравнивались существующая погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354 и проектируемая, грузоподъемности которых составляют 5 и 7 т соответственно. Показатели и условия эксплуатации, характеризующие сравниваемые варианты, приведены в табл. 1.

Объем заготовленной древесины $V_{см}$, м³, и расход топлива $Q_{см}$ кг, для форвардера за одну рабочую смену определены выражениями:

$$V_{см} = V_{ф} \cdot (T - t_p) \cdot k_{исп} / T_{ц}^{\phi},$$

$$Q_{см} = Q_{ц}^{\phi} \cdot (T - t_p) \cdot k_{исп} / T_{ц}^{\phi},$$

где $V_{ф}$ – объем древесины, который будет вывезен форвардером за один рейс, м³; T – продолжительность смены, с; t_p – регламентируемые простои, с; $t_p = 5200$ с в смену; $T_{ц}^{\phi}$ – время, затраченное на выполнение операций по сбору и транспортировке сортиментов объемом $V_{п}$, с; $Q_{ц}^{\phi}$ – расход топлива за цикл работы форвардера, кг.

Таблица 1
 Условия эксплуатации форвардеров

Показатель	Погрузочно-транспортные машины	
	МЛПТ-354	Проектируемый вариант
Грузоподъемность, т	5	7
Среднее расстояние трелевки, м	500	500
Продолжительность смены, ч	8	8
Коэффициент использования рабочего времени	0,85	0,85
Количество рабочих смен в году	543	543
Количество основных рабочих, чел.	1	1
Период эксплуатации, лет	5	5
Заработная плата оператора в час, тыс. руб.	58	58

Таблица 2

Показатели работы погрузочно-транспортных машин

Мощность, затрачиваемая на выполнение операции	N_1 , кВт	N_2 , кВт	N_3 , кВт	N_{4-6} , кВт	N_7 , кВт	N_8 , кВт	N_9 , кВт	N_{10-12} , кВт	N_{13-14} , кВт	N_{15} , кВт	N_{16} , кВт
МЛПТ-354	16,7	8,1	5	25	5	8,1	10	25	66,1	75,9	69,4
Проектируемый вариант	34,2		5	25	5	8,1	10	25	70,2	80,6	69,4
Время выполнения операции	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	t_{4-6} , с	t_7 , с	t_8 , с	t_9 , с	t_{10-12} , с	t_{13} , с	t_{14} , с	t_5 , с
МЛПТ-354	6,4	6,8	9,1	6,7	3	6,8	9,1	6,7	151	252	336
Проектируемый вариант	10,1		9,1	6,7	3	6,8	9,1	6,7	199	332	336

Таблица 3

Эксплуатационные затраты погрузочно-транспортных машин

Наименование показателей и расчетная формула	Погрузочно-транспортные машины	
	МЛПТ-354	Проектируемый вариант
Заработная плата рабочих с учетом начислений, руб.	464 000	
Балансовая стоимость форвардера, тыс. руб.	1 395 000	1 442 000
Затраты:		
на амортизацию, руб.	513 812	531 123
горюче-смазочные материалы, руб.	498 775	461 495
текущий ремонт, руб.	336 000	
перебазировку машин, руб.	379 374	
Прочие неучтенные расходы приняты в размере 10% от суммы предыдущих эксплуатационных затрат, руб.		
Всего эксплуатационных затрат, руб.	2 411 157	2 389 191
Объем заготавливаемой древесины в смену, м ³	50,34	55,67
Удельные эксплуатационные затраты, руб./м ³	47 899	42 917

Суммарное время цикла форвардера $T_{\text{ц}}^{\Phi}$, с, определялось по формуле [3]

$$T_{\text{ц}}^{\Phi} = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{н}}} \sum_{i=1}^{12} t_i^{\Phi} + \sum_{i=13}^{16} t_i^{\Phi},$$

где $V_{\text{п}}$ – объем поднимаемых манипулятором сортиментов за один прием, м³ ($V_{\text{п}} = 0,25 \text{ м}^3$); t_1^{Φ} – время подъема одной пачки сортиментов манипулятором, с; t_2^{Φ} – время поворота манипулятора до уровня погрузочной площадки, с; t_3^{Φ} – время укладки пачки сортиментов на погрузочную площадку, с; $t_4^{\Phi} - t_6^{\Phi}$ – продолжительность обратных холостых ходов, с; $t_7^{\Phi} - t_{12}^{\Phi}$ – продолжительность аналогичных операций на разгрузке сортиментов в штабель на погрузочном пункте, с; $t_{13}^{\Phi}, t_{14}^{\Phi}$ – время перемещения форвардера при наборе пачек сортиментов при их погрузке и разгрузке соответственно, с; $t_{15}^{\Phi}, t_{16}^{\Phi}$ – время движения форвардера в груженом состоянии на погрузочный пункт и обратного холостого хода на лесосеку соответственно, с.

Цикловой расход топлива $Q_{\text{ц}}$, кг, рассчитывался по зависимости [3]:

$$Q_{\text{ц}}^{\Phi} = \frac{\left(\frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{н}}} \sum_{i=1}^{12} N_i^{\Phi} t_i^{\Phi} + \sum_{i=13}^{17} N_i^{\Phi} t_i^{\Phi} \right) \cdot g_e}{1000 \cdot 3600}.$$

Указанные временные и энергетические затраты на выполнение технологических операций форвардера определялись с использованием разработанной математической модели. Рассчитанные значения приведены в табл. 2. В табл. 3 представлены расчеты эксплуатационных затрат по сравниваемым вариантам.

Годовой экономический эффект каждой машины рассчитывается по формуле [1, 2, 3]

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = (C_1 - C_2) \cdot \Pi_{\text{г}},$$

где C_1 и C_2 – удельные эксплуатационные затраты по вариантам, тыс. руб.; $\Pi_{\text{г}}$ – годовой объем работ, м³.

Для проектируемой погрузочно-транспортной машины ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения рекомендаций составит 150 299 тыс. руб.

Следует отметить, что производительность погрузочно-транспортной машины изменяется в широком диапазоне в зависимости от длины транспортируемых сортиментов и среднего объема хлыста (рис. 1, 2) [2, 3].

В первую очередь это связано с тем, что с увеличением длины сортиментов требуется меньше затрат времени на сбор транспортируемой пачки, так как при этом грейфер будет перемещать больший объем сортиментов за один цикл.

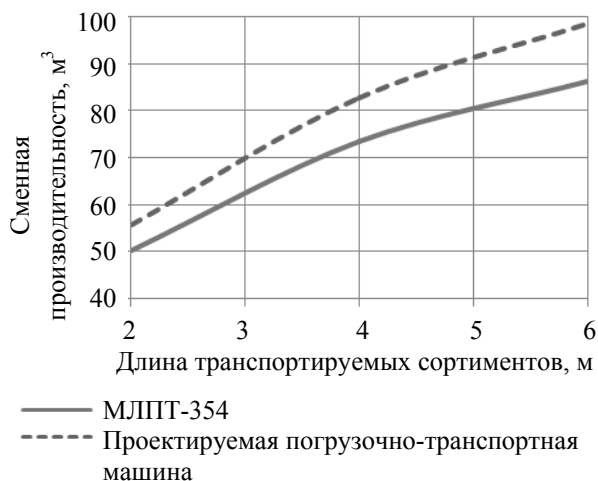


Рис. 1. Изменение производительности погрузочно-транспортной машины от длины транспортируемых сортиментов

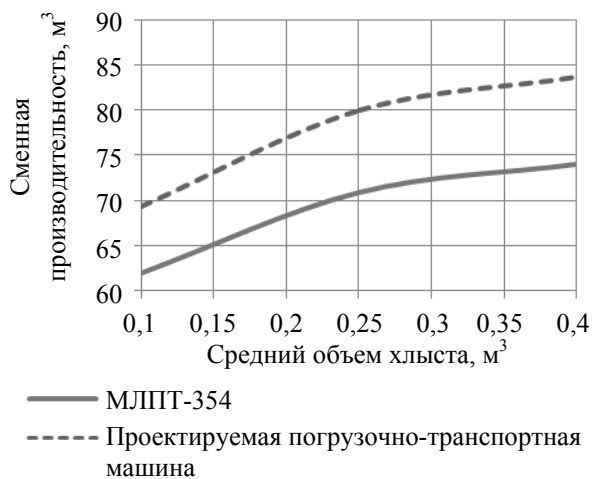


Рис. 2. Изменение производительности погрузочно-транспортной машины от среднего объема хлыста

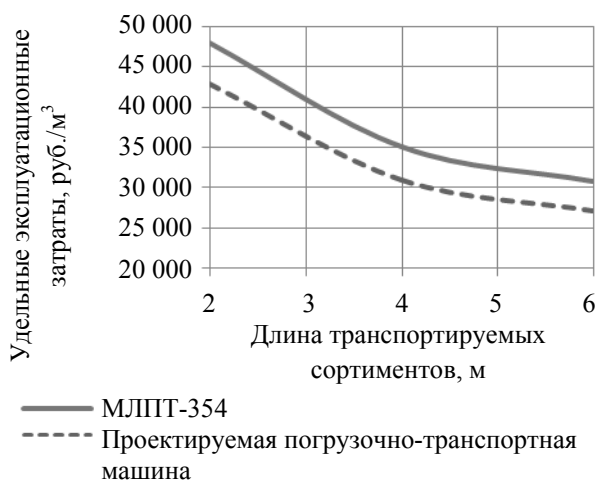


Рис. 3. Изменение удельных эксплуатационных затрат погрузочно-транспортной машины от длины транспортируемых сортиментов

Также сократится количество циклов погрузки, разгрузки и переездов машины. Так, увеличение длины сортиментов с 2 до 6 м приводит к повышению производительности погрузочно-транспортной машины в 1,7–1,8 раза и снижению себестоимости заготовки 1 м³ древесины на 15–18 тыс. руб. (рис. 3), или 35–38%.

Средний объем хлыста влияет на объемный выход сортиментов определенной длины. При этом при его величине в 0,1 м³ преобладающее количество сортиментов будет иметь длину 2 м, а при объеме 0,4 м³ – 4 м и 6 м. С увеличением среднего объема хлыста повышается средняя рейсовая нагрузка и производительность (рис. 2), что способствует снижению себестоимости заготавливаемой лесопродукции.

Закключение. В соответствии с проведенными исследованиями установлено, что эффективность применения погрузочно-транспортных машин в значительной степени зависит от природно-производственных условий работы, технических характеристик и эксплуатационных свойств лесной машины. Выполненные расчеты показали, что проектируемую машину целесообразно применять на рубках промежуточного пользования, а также постепенных рубках главного пользования на грунтах 1–3 типов с соблюдением экологических требований к лесозаготовительной технике согласно СТБ 1342-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Машины для рубок леса. Общие технические требования». Ожидаемый экономический эффект от внедрения погрузочно-транспортной машины грузоподъемностью 7 т в условиях Республики Беларусь составляет 150,3 млн. руб.

Литература

1. Пищов С. Н. Применение двигателя комбинированного типа для повышения тягово-сцепных свойств лесных погрузочно-транспортных машин: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. Минск, 2008. 156 л.
2. Арико, С. Е. Обоснование параметров валочно-сучкорезно-раскряжевой машины для рубок промежуточного лесопользования: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. Минск, 2012. 225 л.
3. Голякевич, С. А. Повышение надежности несущих конструкций многооперационных лесозаготовительных машин выбором режимов работы на основе энергетического потенциала: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. Минск, 2013. 184 л.

Поступила 17.02.2014