

УДК 630*377.4

В.А. Коробкин, гл. конструктор ОКБ МТЗ; А.В. Жуков, профессор;
В.Н. Лой, ассистент

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН МТЗ

Results of operational and technological tests of wheel wood machines of the Minsk tractor factory with a breaking frame and the various process equipment are given.

В настоящее время на МТЗ совместно с БГТУ ведутся работы по совершенствованию конструкций наиболее перспективных лесозаготовительных машин: форвардеров МЛПТ-354 и МЛ-131 на базе шарнирно-сочлененного шасси типов 4К4 и 6К6, а также трелевочной машины МЛ-127 с тросочкерным технологическим оборудованием и скиддера МЛ-127С с пачковым захватом (рис. 1).

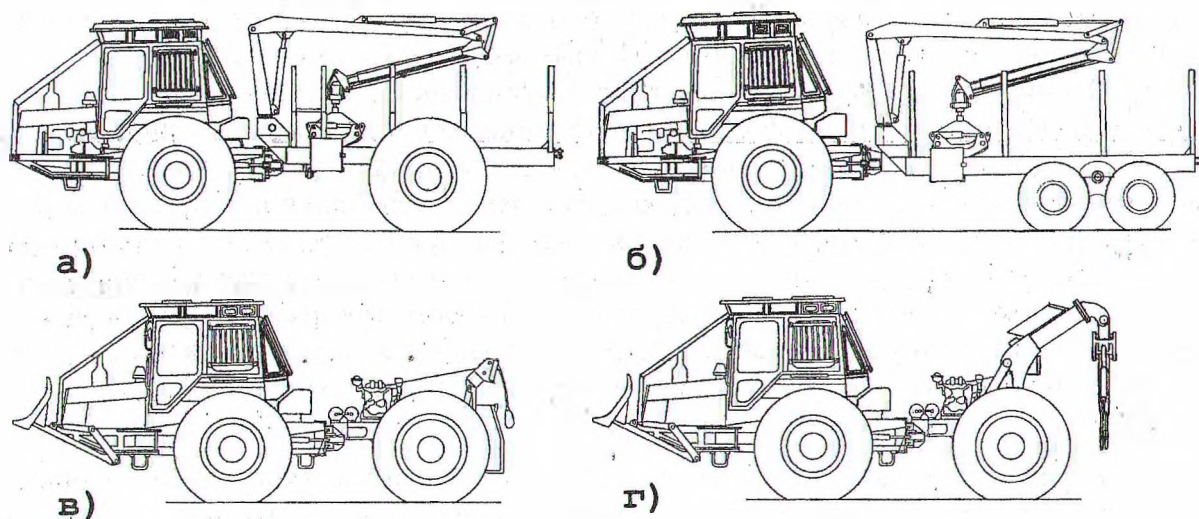


Рис. 1. Колесные лесозаготовительные машины «Беларус»: а – МЛПТ-354; б – МЛ-131; в – МЛ-127; г – МЛ-127С

Эксплуатационно-технологические испытания, позволившие оценить эффективность применения лесозаготовительных машин, проводились в условиях лесозаготовительных предприятий как Республики Беларусь, так и России.

На первом этапе производственной апробации лесного шасси 4К4 была создана погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354, которая проходила эксплуатационно-технологические испытания в условиях испытательного полигона МТЗ.

При эксплуатационно-технологических испытаниях заготовка сортиментов с использованием на трелевке погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354 осуществлялась в следующем порядке. Валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка производилась бензиномоторной пилой Husqvarna, после раскряжевки хлыстов круглые лесоматериалы (длина 4...6 м) не окучивались. Далее при движении погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354 по пасечному волоку осуществлялись сбор сортиментов с подсортировкой и перевозка пачек сортиментов из лесосеки к усу лесовозной дороги. В процессе разгрузки возле лесовозной дороги производилась вторичная подсортировка круглых лесоматериалов при их укладке в штабель.

В процессе сбора и погрузки сортиментов на волоке производилось их окучивание при помощи гидроманипулятора. Для этого в рабочей зоне объединялись два – три сортимента, выравнивались по длине, и после захвата пачка переносилась на грузовую платформу погрузочно-транспортной машины. После набора вoза машина перемещалась к лесовозному усy и осуществлялась разгрузка пачки сортиментов манипулятором с перекладыванием сортиментов в штабель перпендикулярно лесовозному усy. Среднее расстояние трелевки не превышало 300 м. Эти исследования подтвердили работоспособность созданного лесного шасси и возможность его дальнейшего использования как базы для создания целого ряда лесозаготовительных машин с различным технологическим оборудованием.

Эксплуатационно-технологические испытания опытного образца колесной трелевочной машины МЛ-127 проходили в зимне-весенний период 2000 г. в природно-производственных условиях предприятия ДП «Ива» ОАО «Молодечнолес» концерна «Беллесбумпром». Лесозаготовительные работы ведутся предприятием в условиях лесосырьевой базы Воложинского, Столбцовского и Минского лесхозов Минской области. Лесосырьевая база предприятия, в условиях которого проводились испытания, характеризуется равнинным и слабохолмистым рельефом, хвойными и смешанными лесами, почвогрунтами средней заболоченности (торфяники, подзолы и супеси), которые относятся к III и II лесозаготовительным категориям. Предприятие ведет сплошные рубки главного пользования в лесах II и I группы. Площадь лесосеки на предприятии находится в пределах 2,5...8 га, средний запас древесины составляет 140...250 м³/га, средний объем хлыста – 0,17...0,29 м³.

Опытный образец трелевочной машины МЛ-127 испытывался в условиях лесосырьевой базы Каменского лесничества, Воложинского лесхоза Минской области, характеристика природно-производственных условий которой приведена в табл. 1. Условия испытаний в зимний период характеризовались средними температурами окружающего воздуха не ниже –15°С и высотой снежного покрова не более 40 см. Расстояние трелевки во время испытаний составляло 150...400 м, почвенно-грунтовые условия характеризовались средней заболоченностью торфяников, средняя глубина залегания торфа составляла 50...70 см, погрузочная площадка располагалась на возвышенности с плотным грунтом. Часть магистрального волока проходила по лесовозной дороге.

Таблица 1

Характеристика лесосечного фонда при проведении испытаний

Наименование характеристики	Республика Беларусь			Республика Коми	
	МЛПТ-354	МЛ-127	МЛ-131	МЛ-127	МЛ-131
Состав насаждения	6Е1С2Б1Ос	8С2Б+Е	9С1Е+Б	1С5Е3Б1Ос	8Е2Б
Средний объем хлыста, м ³	0,45	0,29	0,17	0,39	0,32
Средний запас древесины, м ³ /га	270	224	221	253	226
Площадь лесосеки, га	25	2,5	3,2	19,6	21,2

Во время испытаний проводились сплошные рубки главного пользования в лесах I-ой группы. Технология заготовки древесины с использованием колесной трелевочной машины МЛ-127 осуществлялась в следующей последовательности. Валка деревьев производилась бензиномоторной пилой Husqvarna под углом 45...60° к оси волока. Трелевка деревьев осуществлялась за комли. При сборе пачки деревьев трелевочная машина МЛ-127 находилась на трелевочном волоке, а канат лебедки растягивался чокеровщиком на расстояние до 40 м. Затем производилась чокеровка деревьев, последо-

вательно, начиная с дальнего поваленного дерева. После окончания чокеровки включался привод лебедки, производилось формирование пачки и подтаскивание ее к щиту машины, далее производился подъем щита, и пачка деревьев трелевалась по пасечному трелевочному волоку до заболоченного участка, который требует укрепления порубочными остатками, где и осуществлялась обрезка сучьев. Пачка хлыстов трелевалась на погрузочную площадку, где производилась ее отцепка и раскряжевка хлыстов на сортименты длиной от 2,5 м до 5,1 м. На погрузочной площадке при помощи отвалаторцевателя машины производилась укладка полученных сортиментов в штабель. Вывозка сортиментов с лесосеки осуществлялась самопогружающимися лесовозными автопоездами «Урал».

Эксплуатационно-технологические испытания колесной трелевочной машины МЛ-127 также производились в условиях Нючпасского лесопункта ООО «Койгородский лесокомбинат» Республики Коми (Российская Федерация). Трелевочная машина МЛ-127 испытывалась в летне-зимний период 2001 г. Температура окружающего воздуха во время проведения испытаний в зимний период не опускалась ниже -28°C , а глубина снежного покрова не превышала 75 см, в летний период температура воздуха не превышала $+30^{\circ}\text{C}$. Почвенно-грунтовые условия предприятия характеризуются равнинным и слабохолмистым рельефом. Грунт супесчаный с прослойками суглинка и включениями мелких камней.

При проведении испытаний осуществлялись сплошнолесосечные рубки с сохранением подроста. Валка деревьев производилась бензиномоторной пилой Husqvarna вершинами на волок, далее при помощи бензопилы велась подготовка вершинной части деревьев к чокеровке. Вершины деревьев после обрезки оставались на трелевочном волоке для его укрепления. Далее при помощи лебедки и тросочокерного технологического оборудования трелевочной машины МЛ-127 производился сбор пачки деревьев, подтаскивание ее к машине и трелевка вершинами вперед на погрузочную площадку. Среднее расстояние трелевки составляло 150...300 м. На погрузочной площадке при помощи бензопил производилась обрезка сучьев. Вывозка хлыстов на нижний склад осуществлялась лесовозными автопоездами, которые загружались челюстными лесопогрузчиками.

Погрузочно-транспортная машина МЛ-131 испытывалась в Республике Беларусь на предприятии ДП «Ива», в условиях, аналогичных условиям испытаний трелевочной машины МЛ-127 (табл. 1). Опытный образец погрузочно-транспортной машины МЛ-131 также испытывался в производственных условиях Нючпасского лесопункта.

Во время проведения испытаний валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производились машиной ЛП-19А, оснащенной харвестерной головкой, а полученные сортименты вывозились из лесосеки машиной МЛ-131.

Результаты хронометражных наблюдений колесной трелевочной машины МЛ-127, проведенных в условиях рассмотренных выше лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь и Республики Коми, представлены в табл. 2. В табл. 3 даны результаты хронометражных наблюдений погрузочно-транспортных машин МЛПТ-354 и МЛ-131.

Анализ результатов, представленных в табл. 2, показывает, что наибольшее время цикла расходуется на набор пачки древесины (47...59% от общего времени цикла), который включает чокеровку деревьев, формирование и подтаскивание пачки к машине и погрузку ее на защитно-опорный щит. Время на холостой и грузовой ход машины составляет от 8...9 до 13%. Затраты времени на отцеп пачки и штабелевку составляют со-

ответственно 13...15 и 6...10% от общего времени цикла. Время маневрирования машины по лесосеке во время испытаний было незначительно и от общего времени составило 3...4%.

Таблица 2

Результаты хронометражных наблюдений колесной трелевочной машины МЛ-127

Наименование операции	Значение показателей (мин) для условий	
	Республика Беларусь	Республика Коми
Холостой ход	3,25...3,86	2,31...3,81
Набор пачки	11,92...11,95	16,01...16,89
Грузовой ход	3,33...4,38	2,06...4,59
Отцеп пачки	3,41...3,45	3,88...4,31
Штабелевка	2,69...2,71	1,58...3,37
Маневрирование по лесосеке	1,06...1,12	0,7...1,10

Таблица 3

Результаты хронометражных наблюдений колесных погрузочно-транспортных машин МЛПТ-354 и МЛ-131

Наименование операции	Значение показателей (мин) для машин	
	МЛПТ-354	МЛ-131
Холостой ход	2,81...3,01	2,86...3,35
Грузовой ход	2,91...3,12	2,14...3,55
Набор пачки сортиментов	28,14...30,35	32,46...37,5
Разгрузка пачки сортиментов	8,86...9,45	7,17...9,17
Маневрирование по лесосеке	9,96...11,17	8,85...10,25

Результаты эксплуатационно-технологических испытаний трелевочной машины МЛ-127 показали, что в условиях лесозаготовительного предприятия Республики Беларусь часовая производительность составляет 6,2...7,5 м³/ч, аналогичный показатель для Республики Коми находится в пределах 7,9...11,05 м³/ч. По результатам испытаний также установлено, что на производительность испытываемой трелевочной машины значительное влияние оказывает рейсовая нагрузка, время формирования пачки, а также среднее расстояние трелевки. Так, при уменьшении расстояния трелевки от 300 до 150 м производительность возрастает в 1,3 раза (рис. 2). При изменении объема трелеваемой пачки с 1 м³ до 6 м³ происходит увеличение производительности в 3,6 раза.

Результаты хронометражных наблюдений погрузочно-транспортных машин МЛПТ-354 и МЛ-131 показали, что наибольшее время цикла составляют затраты на формирование пачки, равные, как правило, 30 мин. Эксплуатационно-технологические испытания позволили оценить часовую производительность погрузочно-транспортной машины, которая для МЛ-131 составляет 9,2...11,32 м³/ч. С увеличением расстояния трелевки от 150 до 700 м часовая производительность уменьшается в 2,1 раза. При изменении объема пачки с 10 м³ до 6 м³ производительность уменьшается в 2,5 раза.

Эффект от применения новой лесозаготовительной машины может быть определен как дополнительная прибыль от снижения прямых эксплуатационных затрат. Показатели эффективности новой лесозаготовительной машины определяются сравнением результатов ее применения с показателями машин-аналогов. В качестве основных показателей эффективности приняты: чистый доход; чистый дисконтированный доход; внутренняя норма доходности; индекс доходности инвестиций.

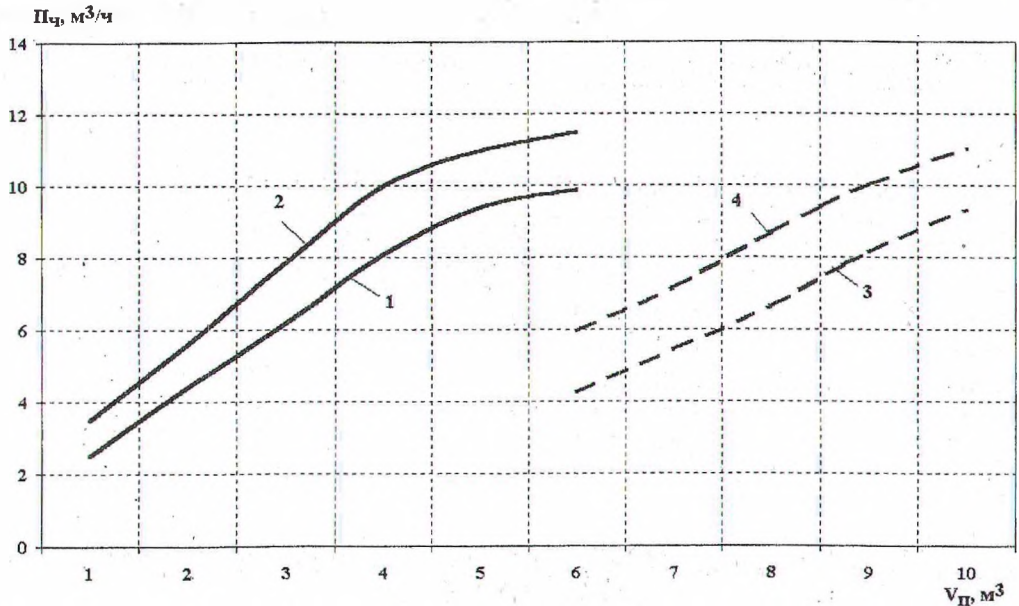


Рис. 2. Зависимость часовой производительности машины МЛ-127 (кривые 1, 2) и машины МЛ-131 (кривые 3, 4) от объема рейсовой нагрузки: 1, 3 – расстояние трелевки 300 м; 2, 4 – расстояние трелевки 150 м

Чистым доходом называется накопленный эффект за расчетный период. Сальдо денежного потока от производственной деятельности определяется как разность между выручкой от реализации полезного результата и производственными издержками:

$$Ч_{д} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) - \sum_{t=0}^T K_t,$$

где $(R_t - Z_t)$ – эффект, достигаемый на t -м шаге (период эксплуатации); R_t – результаты, достигаемые на t -м шаге; Z_t – затраты, осуществляемые на том же шаге при условии, что в них не входят капиталовложения (амортизационные отчисления); K_t – капитальные вложения на t -м шаге.

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период (срок службы машины), приведенных к начальному шагу, по формуле

$$Ч_{дд} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t} - \sum_{t=0}^T K_t \cdot \frac{1}{(1 + E)^t},$$

где E – норма дисконта.

При определении показателей сравнительной экономической эффективности принимается, что уровень результата по абсолютной величине равен уровню прямых эксплуатационных затрат и налогов, включаемых в себестоимость содержания и эксплуатации сравниваемой машины и машин-аналогов.

Экономический эффект от применения трелевочной машины МЛ-127 в сравнении с трелевочными тракторами словацкого производства LKT-80 и LKT-120A приведен в табл. 4, а для погрузочно-транспортных машин МЛПТ-354 и МЛ-131 в сравнении с форвардером Timberjack 1010B – в табл. 5. Показатели эффективности определены на одну машину за срок ее службы при норме дисконта $E=0,15$.

Таблица 4

Показатели эффективности применения трелевочной машины МЛ-127

Показатели	Значения показателей за расчетный период (годы)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент дисконтирования	1,00	0,87	0,76	0,66	0,57	0,50	0,43	0,37
База сравнения – LKT-80 / LKT-120A								
Накопленный эффект, у. е.	88367 / 108867	12995 / 16009	12995 / 16009	12995 / 16009	12995 / 16009	12995 / 16009	12995 / 16009	10395 / 12809
Дисконтированный эффект, у. е.	53081 / 65400	11300 / 13924	9824 / 12104	8543 / 10524	7429 / 9152	6462 / 7962	5619 / 6919	3905 / 4814
Чистый доход, у. е.	38367 / 58867							
Чистый дисконтированный доход, у. е.	3081 / 15400							
Индекс доходности	1,06 / 1,31							
Внутренняя норма доходности	0,17 / 0,25							

Таблица 5

Показатели эффективности применения погрузочно-транспортных машин МЛПТ-354 и МЛ-131*

Показатели	Значения показателей за расчетный период (годы)					
	0	1	2	3	4	5
Коэффициент дисконтирования	1,00 / 1,00	0,83 / 0,87	0,69 / 0,76		0,48 / 0,58 / 0,66	0,40 / 0,50
База сравнения – Timberjack 1010B						
Накопленный эффект, у. е.	41019 / 20919	41019 / 20919	41019 / 20919	41019 / 20919	41019 / 20919	41019 / 20919
Дисконтированный эффект, у. е.	147886 / 87715	34183 / 18190	28483 / 15816	23734 / 13756	19826 / 11961	16487 / 10400
Чистый дисконтированный доход, у. е.	25842 / 35715					
Индекс доходности	1,54 / 1,69					

* В числителе приведены значения для МЛПТ-354, в знаменателе – для МЛ-131.

Анализ данных, приведенных в табл. 4, показал, что годовой экономический эффект от применения колесной трелевочной машины МЛ-127 в сравнении с трелевочными тракторами LKT-80 и LKT-120A составляет соответственно 12995 и 16009 у. е.

Чистый доход за ресурс трелевочной машины МЛ-127 в сравнении с рассмотренными машинами словацкого производства составляет 38667 и 58867 у. е. соответственно, индексы доходности при этом равны 1,06 и 1,31, а внутренняя норма доходности равна 0,17 и 0,25. Таким образом, применение колесной трелевочной машины МЛ-127 экономически более эффективно, чем применение в тех же природно-производственных условиях колесных трелевочных тракторов LKT-80 и LKT-120A.

В соответствии с данными, приведенными в табл. 5, для лесозаготовительного предприятия при использовании погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354 в течение 5 лет условный чистый дисконтированный доход будет равен 25842 у. е. в сравнении с использованием погрузочно-транспортной машины Timberjack 1010B. Индекс доходности составляет 1,54, следовательно, применение погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354 является более эффективным в сравнении с зарубежным аналогом Timberjack

1010В. В случае применения погрузочно-транспортной машины МЛ-131 чистый дисконтированный доход составит 35715 у. е. в сравнении с использованием погрузочно-транспортной машины Timberjack 1010В. Индекс доходности составит 0,35.

Проведенные производственные испытания колесных лесозаготовительных машин МТЗ позволили доработать конструкцию шасси и технологического оборудования, а также выявить ряд преимуществ колесной трелевочной машины в сравнении с гусеничными тракторами. Так, например, в период эксплуатационно-технологических испытаний колесной трелевочной машины МЛ-127 была произведена доработка конструкции машины: в нижней части защитно-опорного щита приварена горизонтальная полка, препятствующая попаданию комлевой части хлыстов под машину; установлены усиленные гидроцилиндры толкателя; установлена дополнительная защита облицовки радиатора; усилено днищевое ограждение энергетического модуля; установлены доработанные конечные передачи; улучшена защита рукавов гидроцилиндров поворота.

В условиях Республики Коми была установлена недостаточная проходимость машин по глубокому снегу с высотой снежного покрова около 1 м. Для повышения проходимости машин по глубокому снегу прорабатывается возможность введения автоматической блокировки дифференциалов ведущих мостов и применения на колесах цепей противоскольжения, которые будут монтироваться при эксплуатации зимой. В условиях Республики Беларусь при использовании широкопрофильных шин низкого давления, блокировке дифференциалов ведущих мостов и применении специальных технологий лесозаготовок (укрепление волоков порубочными остатками) на почвогрунтах средней заболоченности проходимость машин значительно возросла.

По результатам производственно-технологических испытаний колесных лесозаготовительных машин МТЗ было установлено, что в сравнении с аналогичными гусеничными тракторами они характеризуются высокой мобильностью, легкостью управления, сравнительно небольшим расходом топлива, комфортабельными условиями работы оператора, а также в меньшей степени повреждают поверхностный слой почвы на лесосеке. Повреждаемость почвенного покрова движителем рассматриваемых машин находится в пределах норм, допускаемых лесоводственными требованиями. Машины соответствуют своему функциональному назначению и хорошо вписываются в применяемые на лесозаготовительных предприятиях технологические процессы.

УДК 630*323

А.П. Матвейко, профессор

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВАЛОЧНО-СУЧКОРЕЗНО-РАСКРЯЖЕВОЧНЫХ МАШИН НА ЗАГОТОВКЕ СОРТИМЕНТОВ

The developed mathematical descriptions of timber cutting process by harvesters are given. The given formulas allow to analyze productivity of harvesters on their technological parameters and natural factors.

С 1990 г. отдельные лесхозы Беларуси начали осваивать скандинавскую технологию заготовки сортиментов с использованием лесозаготовительных машин фирмы «Валмет». Для этого в 1990 г. бывшим Министерством лесного хозяйства Беларуси было закуплено 14 валочно-сучкорезно-раскряжевых (ВСРМ) и погрузочно-транспортных (ПТМ) машин этой фирмы для ряда лесхозов. Позднее, в 1998 г., такую технику приобрел и Лиозненский лесхоз: одну ВСРМ «Валмет-911» и две ПТМ «Валмет-860».