

УДК 630*363.7

В. Н. Лой, кандидат технических наук, доцент, декан (БГТУ);
А. О. Германович, магистр технических наук, аспирант (БГТУ)

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА МОБИЛЬНОЙ РУБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Мобильные рубильные машины широко применяются в Республике Беларусь для получения возобновляемого вида топлива. Самоходная рубильная машина на базе форвардера обладает таким основным преимуществом, как высокая проходимость, в отличие от других мобильных рубильных машин. Одним из важнейших факторов, влияющих на сменную производительность мобильной рубильной машины, является время, затрачиваемое на переезд от одного места концентрации сырья к другому.

Mobile chippers are widely applied in the Republic of Belarus for the renewable fuel. Self-propelled chipper based forwarder has such a major advantage as high permeability, unlike other mobile chippers. One of the most important factors affecting the performance of the replacement mobile chipper is the time it takes to move from one place to another concentration of the feedstock.

Введение. Большое внимание к возобновляемым источникам энергии вызвано непрерывно уменьшающимися запасами ископаемых энергоносителей, ухудшением экологии (связанной с газовыми выбросами), а также стремлением многих стран к энергонезависимости и энергобезопасности. Одним из таких источников энергии является древесина. Переработка отходов лесозаготовок при помощи мобильных рубильных машин является одной из наиболее доступных и в то же время эффективных технологий переработки древесины на топливную щепу [1]. Из перечня технических средств, используемых в цепочке производства топливной щепы, рубильная машина является наиболее энергоемкой, сложной и дорогостоящей. Существует большое разнообразие конструктивных схем рубильных машин. Наиболее универсальной является самоходная рубильная машина, обладающая рядом преимуществ – возможность работать как непосредственно на лесосеке, так и на лесном складе.

Основная часть. Работа самоходной рубильной машины состоит из повторяющегося технологического цикла, который включает две наиболее затратные временные составляющие. Первая составляющая – стационарная (технологическая), представляет собой затраты времени, связанные непосредственно с процессом измельчения древесного сырья в щепу, а вторая – транспортная, включающая переезды от одного места концентрации сырья к другому.

Эффективность работы самоходной рубильной машины прямым образом зависит от количества измельченной древесины, т. е. от производительности. Производительность рубильных машин довольно высокая, если они работают в стационарном режиме как рубильная установка непрерывного действия. Но на

лесосеках эти машины работают как машины периодического действия из-за переездов от одного места концентрации сырья к другому и необходимости опорожнения бункера-накопителя от щепы (при его наличии). Поэтому их производительность при измельчении древесного сырья непосредственно на лесосеке будет значительно ниже, чем в стационарном режиме.

Одним из факторов, влияющих на производительность, является сама возможность передвижения к лесосеке, а также скорость движения, развиваемая рубильной машиной при перемещении от лесосеки к лесосеке. Поэтому немаловажно для мобильной рубильной машины иметь максимально возможную скорость движения, а также высокую проходимость.

Переезд от места к месту концентрации древесного сырья может осуществляться двумя способами. Первый – непосредственно самой машиной (самостоятельно) (рис. 1), второй – при помощи автотягача с низкорамным полуприцепом (тралом) (рис. 2).



Рис. 1. Движение самоходной рубильной машины по грунтовой дороге



Рис. 2. Транспортировка рубильной машины при помощи автотягача

Одной из задач проведенных эксплуатационно-технологических испытаний являлось определение времени, затрачиваемого на переезд рубильной машины двумя способами по одному маршруту (маршрут № 1, рис. 3).

Маршрут переезда состоял из 76% дорог с асфальтобетонным покрытием, 21% дорог с гравийным покрытием и 3% от общего расстояния переезда дорог с грунтовым покрытием. Участок 1–2 маршрута переезда рубильной машины являлся местной дорогой Н-8072 (Березино – Бриалево – Присады – Пружанка) с асфальтобетонным покрытием, участок 2–3 маршрута – республиканская дорога Р-67 (Борисов – Березино – Бобруйск) с асфальтобетонным покрытием, участок 3–4 маршрута – магистральная республиканская дорога М-4 (Минск – Могилев) с асфальтобетонным покрытием, участок 4–5 маршрута – республиканская дорога Р-62 (Чашники – Бобр – Бобруйск (ч/з Кличев)) с асфальтобетонным покрытием, участок 5–6 маршрута – местная дорога Н-8001 (Журовка – Северничи) с гравийным покрытием, участок 6–7 маршрута – грунтовая дорога (подъезд к промежуточному складу) (табл. 1). Замеры времени переездов дублировались не менее четырех раз.

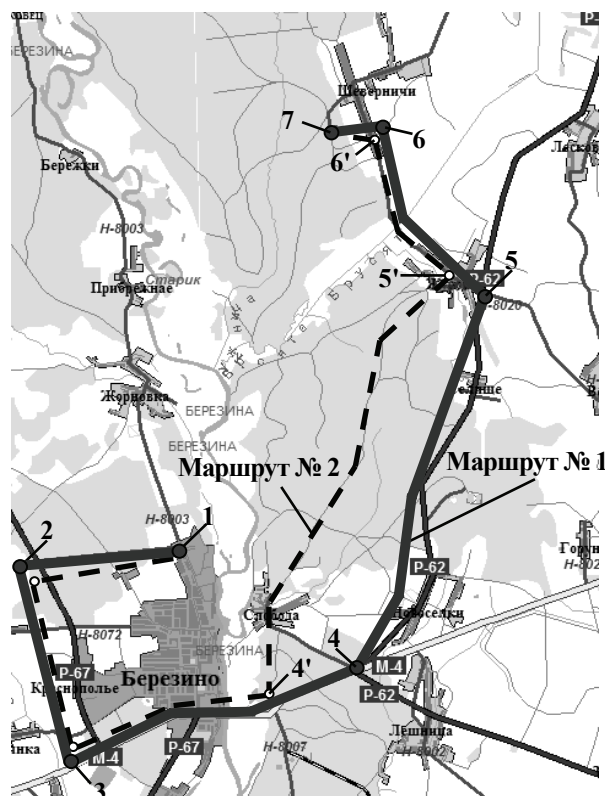


Рис. 3. Схема маршрута переезда рубильной машины

Анализ результатов, приведенных в табл. 1, показывает, что при переезде рубильной машины 1-м способом (самостоятельно) затраты времени в 1,14–1,16 раза меньше, чем при переезде 2-м способом (при помощи автотягача), что указывает на такое преимущество самоходной рубильной машины, как довольно высокая мобильность. Разница в 7,5 мин в затраченном времени на переезд получилась из-за дополнительных операций, связанных с загрузкой и разгрузкой трала автотягача, несмотря на его большую максимальную скорость (25%).

Таблица 1

Результаты переездов мобильной рубильной машины

Показатель	Участок дороги	Расстояние, км	1-й способ переезда		2-й способ переезда	
			Средняя скорость, км/ч	Время, мин	Средняя скорость, км/ч	Время, мин
	1–2	1,14	28	2,4	30	2,3
	2–3	2,49	28	5,3	30	5,0
	3–4	5,52	30	11,0	40	8,3
	4–5	8,14	28	17,4	30	16,3
	5–6	4,87	25	11,7	27	10,8
	6–7	0,67	20	2,0	0/20	2,0
Время на погрузку / разгрузку автотягача, мин			–		12	
Общее расстояние, км		22,83				
Суммарное время, мин			49,9		56,6	
Ср. скорость за переезд, км/ч			27,4		23,8	

Таблица 2

Результаты переездов по возможному маршруту № 2 мобильной рубильной машины

Показатели	Участок дороги	Дорожное покрытие	Расстояние, км	Средняя скорость, км/ч	Время, мин
	1–2	асф.	1,14	28	2,4
	2–3	асф.	2,49	28	5,3
	3–4'	асф.	3,55	30	7,1
	4'–5'	грунт.	9,6	20	28,8
	5'–6'	грав.	4,24	25	10,1
6–7	грунт.		0,67	20	2,0
Общее расстояние, км	21,69				
Суммарное время, мин	55,8				
Ср. скорость за переезд, км/ч	23,3				

Однако средняя скорость переезда 1-м способом составила 27,4 км/ч, что на 13,1% выше относительно 2-го. Скорость загруженного автотягача ограничивалась габаритами транспортируемой рубильной машины и ее высоким расположением центра тяжести, которые способствовали большим кренам на поворотах.

Одним из важнейших преимуществ самоходной рубильной машины является ее высокая проходимость по сравнению с другими мобильными рубильными машинами. Так, обладая таким достоинством, самоходная рубильная машина имеет возможность сокращать расстояния переездов от одного места концентрации древесного сырья к другому, передвигаясь по дорогам с грунтовым покрытием. На основе экспериментальных данных (табл. 1) были получены теоретическое значения времени переезда самоходной рубильной машины (табл. 2) по возможному маршруту № 2 (рис. 3), который короче экспериментального маршрута № 1 на 1,14 км, что составляет 5,3% от общего расстояния маршрута № 2.

Самостоятельный переезд рубильной машины (1-м способом (I)) по маршруту № 1 требует затрат времени на 5,9 мин меньше (рис. 4), чем по маршруту № 2, это связано с тем, что средняя скорость движения рубильной машины на участке 4'–5' ниже на 29%, чем на участке 4–5. Начальные участки дороги 1–2, 2–3 и конечный 6–7 маршрута № 2 аналогичны маршруту № 1, изменение маршрута № 2 относительно экспериментального № 1 произошло на участках дорог 3–4', 4'–5', 5'–6'. Участок дороги 4'–5' представляет собой внутрихозяйственную (ведомственную) грунтовую дорогу, по которой движение автотягача с низкорамным полуприцепом затруднено в отличие от самоходной рубильной машины.

В результате сравнительного анализа (рис. 5, 6, 7) двух способов передвижения рубильной машины (диапазон расстояния от 10 до 100 км с процентным соотношением типов дорог аналогичному экспериментальному маршруту № 1) было установлено, что при расстоянии 50 км время переездов уравнивается.

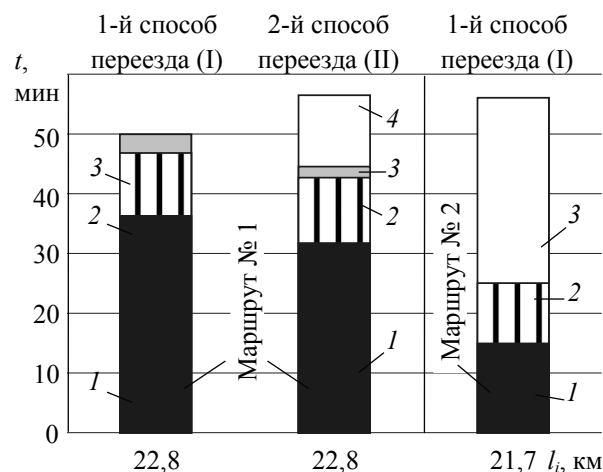
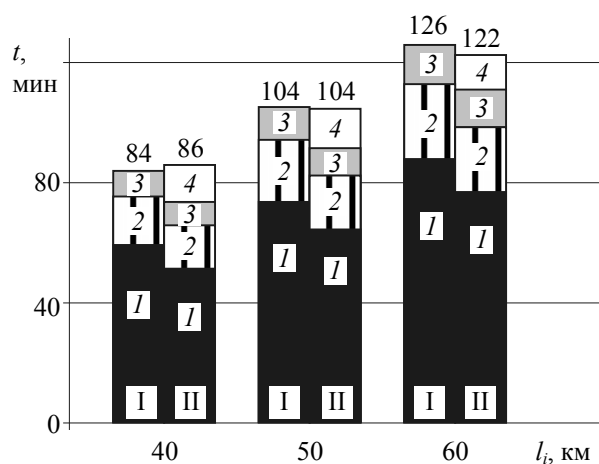


Рис. 4. Затраты времени при переезде по маршрутам № 1 и № 2:

I – время движения по дорогам с асфальтобетонным покрытием; 2 – время движения по дорогам с гравийным покрытием; 3 – время движения по грунтовым дорогам; 4 – время на погрузку / разгрузку автотягача

Рис. 5. Затраты времени при переезде на расстояние (l_i) 40, 50, 60 км:

I – время движения по дорогам с асфальтобетонным покрытием; 2 – время движения по дорогам с гравийным покрытием; 3 – время движения по грунтовым дорогам; 4 – время на погрузку / разгрузку автотягача

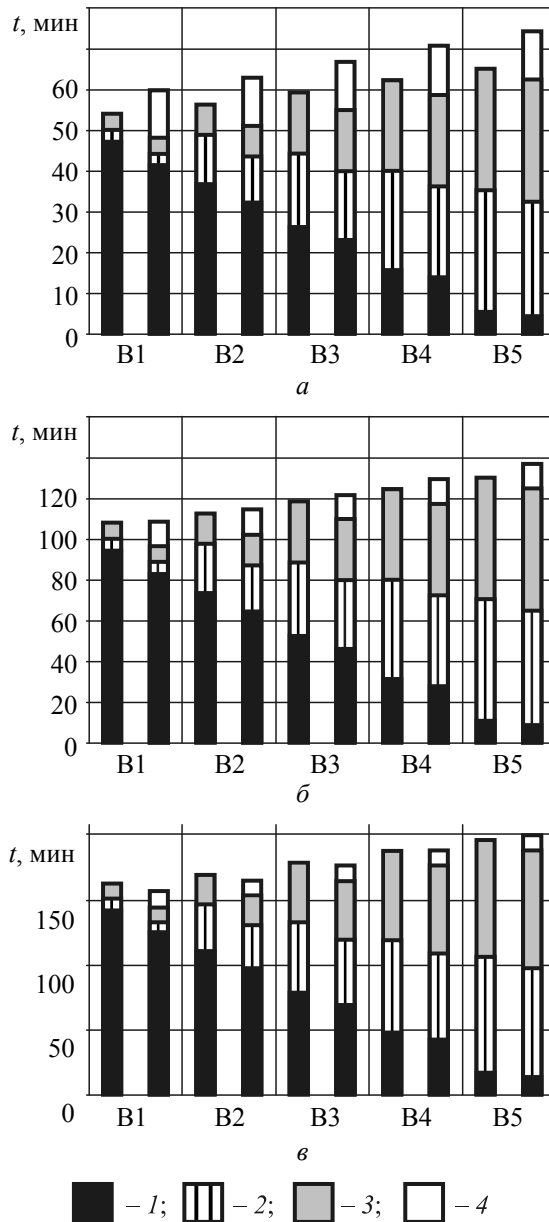


Рис. 6. Затраты времени (t) на проезд рубильной машины с различным процентным соотношением типов дорог (B1-B5) двумя способами (I, II) при расстоянии проезда: а – 25 км; б – 50 км; в – 75 км

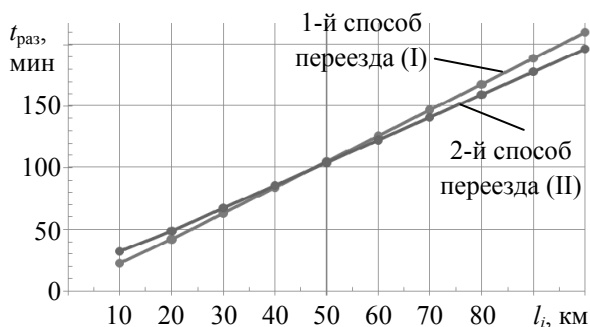


Рис. 7. Изменение разности ($t_{\text{раз}}$) затраченного времени на проезд от дальности проезда

На основе экспериментальных данных были получены значения времени проездов мобильной рубильной машины при различном процентном соотношении типов дорог (B1-B5), а также при разной дальности проезда (рис. 6, а, б, в). При анализе применялись следующие варианты процентного соотношения типов дорог: B1 – 90% от общего расстояния проезда – дороги с асфальтобетонным покрытием (1), 5% от общего расстояния проезда составляют дороги с гравийным покрытием (2), 5% от общего расстояния проезда – грунтовые дороги (3); B2 – 70% от общего расстояния проезда составляют дороги с асфальтобетонным покрытием (1), 20% от общего расстояния проезда – дороги с гравийным покрытием (2), 10% от общего расстояния проезда – грунтовые дороги (3); B3 – 50% от общего расстояния проезда – дороги с асфальтобетонным покрытием (1), 30% от общего расстояния проезда – дороги с гравийным покрытием (2), 20% от общего расстояния проезда – грунтовые дороги (3); B4 – 30% от общего расстояния проезда – дороги с асфальтобетонным покрытием (1), 40% от общего расстояния проезда – дороги с гравийным покрытием (2), 30% от общего расстояния проезда – грунтовые дороги (3); B5 – 10% от общего расстояния проезда – дороги с асфальтобетонным покрытием (1), 50% от общего расстояния проезда – дороги с гравийным покрытием (2), 40% от общего расстояния проезда – грунтовые дороги (3).

В период временных ограничений нагрузок на оси самоходных машин в отношении республиканских автомобильных дорог общего пользования (в весенне-летний период) маршрут № 2 будет предпочтительней, т. к. движение самостоятельно рубильной машиной по маршруту № 1 будет ограничено, а проезд машины при помощи автотягача с низкорамным полуприцепом окажется экономически более затратным, а также менее быстрым.

Заключение. В процессе проведения теоретических и экспериментальных исследований рассмотрен вопрос перемещения мобильной рубильной машины от одного места концентрации к другому. Установлено, что передвижение мобильной рубильной машины при помощи автотягача с низкорамным полуприцепом целесообразно лишь при расстоянии проезда более 50 км, только в этом случае время передвижения будет меньше, чем при проезде рубильной машины самостоятельно в одинаковых условиях.

Литература

1. Федоренчик А. С., Ледницкий А. В. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов. Минск: БГТУ, 2010. 446 с.

Поступила 27.02.2014