

лесного сектора Республики Башкортостан): моногр. / под общ. ред. А.В. Мехренцева. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 300 с.

3. Лесной план Свердловской области на 2009-2018 годы. – URL: <http://www.pravo.gov66.ru/> (дата обращения: 28.09.2020).

4. Справочник предприятий Уральского федерального округа. – URL: <https://urfo.biz/> (дата обращения: 22.10.2020).

УДК 630*30

Э. Ф. Герц, А. Ф. Уразова, В. А. Азаренок
(E. F. Gertz, A. F. Urazova, V. A. Azarenok)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Yekaterinburg)

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЛЗМ
ДЛЯ РАБОТЫ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЯ**
(PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF SMALL-SIZE FOREST
MACHINES FOR WORKING UNDER THE CANOPY OF A TREE STAND)

Рассмотрен вариант применения мини-трактора на рубках ухода за лесом. Приведены характеристики предмета труда, соответствующего различным видам рубок ухода, доверительные интервалы изменения таксационных параметров характерного древостоя.

The article studies the use of a mini-tractor for forest cleaning cutting. The characteristics of the object of labor corresponding to various kinds of forest cleaning cutting, confidence intervals of change of the forest taxation parameters of a specific forest stand are shown.

С целью формирования высокопроизводительных и здоровых древостоев на определенных этапах их развития проводятся специальные лесохозяйственные мероприятия, такие как рубки ухода. Они могут осуществляться на одних и тех же площадях неоднократно [1].

Рубки ухода в средневозрастных (прореживание, проходная рубка), приспевающих (рубка переформирования) и спелых (выборочные санитарные рубки) древостоях исходя из размеров и качества деревьев, а также по экологическим и экономическим соображениям рекомендуется осуществлять при помощи средств малой механизации и имеющейся сети дорог и троп. Из разряда малогабаритной техники это прежде всего мини-тракторы, способные работать под пологом леса по возможности без рубки волоков.

Основными объектами применения мини-тракторов на рубках ухода и при ликвидации захламленности и благоустройства территорий являются

прежде всего городские леса, леса лесопарковых зеленых поясов и леса защитных категорий.

Достоинствами мини-тракторов является их относительно небольшая масса, высокая проходимость, маневренность, экологическая безопасность, экономичность, небольшая грузоподъемность, простота обслуживания, способность осуществлять транспортировку лесных грузов под пологом древостоя, маневрируя между деревьями. В России в отличие от ряда европейских стран средства малой механизации лесозаготовительных работ пока не получили широкого применения и представлены только опытными образцами.

Реализация рубок в мелкоконтурных древостоях имеет свои особенности: малый объем заготовки; различные варианты систем лесосечных машин; сложная дорожно-тропиночная сеть; широкий диапазон изменчивости таксационных характеристик древостоя. Выход деловой древесины определяется не только природными условиями, но и видом рубок (рубки ухода, санитарные рубки, сплошные и т.д.) [2].

Малогобаритные лесные машины имеют довольно широкое распространение на малообъемных рубках ухода. Среди них следует выделить три типа таких машин:

- малогобаритные колесные форвардеры на базе мини-трактора и прицепа;
- малогобаритные колесные форвардеры на базе мотовездеходов и прицепа;
- пешеходно-управляемые мини-машины [3].

По конструкции ходовой части мини-тракторы делят на колесные, колесно-гусеничные и гусеничные.

С помощью этих машин могут выполняться следующие технологические операции:

- сбор лесоматериалов;
- подсортировка;
- доставка сортиментов с заготовительного участка к лесовозной дороге.

Малогобаритные трелевочные тракторы могут использоваться в качестве вспомогательного средства для подтрелевки к пасечному волоку лесоматериалов при выполнении рубок малой интенсивности в составе различных систем машин.

Модульные машины предполагают, что основное технологическое оборудование является навесным или прицепным, которое агрегируется с энергетическим модулем. В качестве энергетического модуля может выступать, например, колесный трактор общего назначения. Преимущества такого подхода для небольших предприятий очевидны. Один энергетический модуль может использоваться на различных лесозаготовительных и

лесохозяйственных работах. Это значительно снижает экономические риски и обеспечивает технологическую гибкость небольшому предприятию. В зарубежной практике накоплен большой опыт в конструировании различных прицепных машин от трелевочных полуприцепов до харвестерных процессов. Широкий выбор прицепного оборудования позволяет формировать не отдельные машины, но целые комплексы, способные выполнять весь технологический цикл работ.

По массе и мощности мини-машины классифицируются как (табл. 1):

- легкие;
- средние;
- тяжелые.

Таблица 1

Классификация малогабаритной техники

Тип	Масса, т	Мощность, кВт	Грузоподъемность, кг	Макс. скорость машины, км/ч	Давление на почву, кгс/см ²	Модель машины и производитель
Легкий	До 500	До 10	До 500	15	До 0,15	Iron Horse 125 PRO (Jonsered); МУЛ-1 (РФ, НПО «Рыбинские моторы»); ЛМТ-1; ИН 2090 (Serra); МТР-1 (РФ, Екатеринбург); МПН 3,7 («Martimex» (Словакия))
Средний	500–650	10–14	300–600	25	До 0,15	Scottrac OX14 (Artcom Tradebridge Ltd); ОХЕН («Вол»)»
Тяжелый	Свыше 650	14–16	Свыше 650	25	До 0,15	«Гном» (РФ, ОАО НПП «СТАРТ»); Alstor (Швеция); «TERRI 2040 D» (Nordtrac (Финляндия))

Для машин каждого размера существуют оптимальные условия использования, но большинство этих машин может применяться в многообразных условиях. Естественно, что для легких агрегатов недоступны самые крупные лесоматериалы.

Объемы заготовки древесины и эффективность работы мини-трактора во многом зависят от природно-производственных условий и в частности от размерно-качественных характеристик предметов труда, каковым является

растущий лес. В этой связи при выборе малогабаритных лесозаготовительных машин, предназначенных для проведения определенного вида лесозаготовительных работ, должное внимание следует уделить определению наиболее вероятностных таксационных параметров трелюемого древостоя, последующему выбору параметров технологического оборудования и базового шасси исходя из обеспечения эффективности работы минитрактора. Применению средств малой механизации на лесозаготовках должен предшествовать анализ древостоев, предполагаемых для освоения участков лесного фонда и других природно-производственных условий предприятия.

При организации лесозаготовок в малых объемах уже на стадии проектирования необходимо производить расчет сортиментной структуры, выхода деловой древесины, планировать методы и средства переработки отходов и низкокачественной древесины. Необходимо иметь весовые и объемные характеристики предмета труда, временные ограничения транспортировки, расстояние перемещения груза, условия работы транспортного средства, специальных погрузочных и разгрузочных средств и другие характеристики процесса транспортировки груза.

Характеристика предмета труда. Рассматривая лесосечный фонд Режевского лесничества, следует отметить долю составляющих его молодняков, средневозрастных и приспевающих древостоев, в которых возможно проведение рубок промежуточного пользования.

Для реализации поставленной задачи определялись наиболее вероятностные таксационные параметры главных лесобразующих пород в возрасте проведения прореживания, проходных рубок, а также усредненные значения для рубок ухода с учетом породного состава, характерного для условий лесничества, и процентного соотношения между молодняками и средневозрастными древостоями. Вероятность нахождения параметров обрабатываемого древостоя в интервале между минимальным x_{\min} и максимальным x_{\max} значениями определяется на основании формулы

$$P(x_{\min} < X \leq x_{\max}) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1), \quad (1)$$

где $\Phi(z_2)$, $\Phi(z_1)$ – значения функции Лапласа соответственно по параметрам z_2 и z_1 , которые определяются как

$$z_1 = \left| \frac{X_{\min} - \bar{x}}{S} \right|, \quad z_2 = \left| \frac{X_{\max} - \bar{x}}{S} \right|, \quad (2)$$

где \bar{x} и S – среднеарифметическое значение и среднеквадратичное отклонение исследуемого таксационного параметра древостоя.

Результаты определения усредненных параметров и доверительных интервалов по видам рубки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Рассчитанные статистические характеристики предмета труда
при рубках ухода

Вид рубки	Средний диаметр древостоя, см			Средняя высота древостоя, м			Средний объема хлыста, м ³			Средний объем сортимента при l= 4 м (в числителе – объем, м ³ ; в знаменателе – доля в %)
	\bar{x}	S	Доверительный интервал	\bar{x}	S	Доверительный интервал	\bar{x}	S	Доверительный интервал	
Прореживание	10,47	3,5	[8,92; 12,03]	12,55	0,59	[12,28; 12,81]	0,103	0,05	[0,015; 0,153]	$\frac{0,088}{85}$
Проходная рубка	11,08	4,14	[10,08; 12,07]	13,47	3,61	[12,6; 14,34]	0,123	0,19	[0,024; 0,230]	$\frac{0,092}{75}$

Исходя из того, что таксационные параметры древостоя, отведенного для проведения рубок промежуточного пользования, в условиях различных предприятий могут отличаться, для определения эффективности работы малогабаритной ЛЗМ были определены наиболее вероятные параметры обрабатываемого древостоя для рубок ухода.

В соответствии с полученными данными для обеспечения возможности обработки не менее 95 % лесосечного фонда рубок ухода малогабаритная машина должна эффективно работать в древостое от 0,015 до 0,230 м³ при наиболее вероятном древостое с объемом 0,123 м³, диаметром 10,8 см и высотой 13 м. Средний объем сортимента не превышает 0,1 м³, что позволяет грузить его вручную.

Рубки ухода относятся к числу важнейших лесохозяйственных мероприятий. Такие виды, как прореживание и проходные рубки, заслуживают пристального внимания, так как изымаемая древесина может быть реализована. Поэтому выявление товарной структуры вырубленной части древостоев при рубках ухода имеет большое значение. В практике принято определять объем и товарность насаждений по объемным и сортиментным таблицам [4].

Выводы

Легкие малогабаритные тракторы, имея определенные технические характеристики, хорошо приспособлены для трелевки заготовленной древесины в хлыстах и сортиментах на расстояние до 100 м при выполнении прореживаний, проходных рубок, рубок переформирования и выборочных санитарных рубок. Производительность такого трелевочного оборудования составляет 3,0–3,5 м³/чел. смену. В данном случае наблюдается оптимальное соотношение эксплуатационных и технических характеристик при

решении задачи максимального сохранения природной среды. Трелевка заготовленной древесины без рубки технологических коридоров при рубках ухода за лесом является основным достоинством мини-тракторов. Их движением управляет идущий впереди рабочий. Для транспортировки этих механизмов не требуется специальных платформ. Погрузка и разгрузка осуществляются вручную и не требуют специальных приспособлений.

Малогабаритные тракторы, относящиеся к типу тяжелых, хорошо зарекомендовали себя при трелевке сортиментов на расстояние 200–250 м. Их производительность при установлении специализированного погрузочного оборудования (гидравлического грейферного захвата) составляет до 30 м³/чел. смену. Некоторые модели малогабаритных трелевщиков могут осуществлять транспортировку заготовленной древесины длиной до 6 м и массой 1500–2000 кг (2,0–2,5 м³).

Опыт эксплуатации показывает, что такая техника является перспективным самостоятельным видом транспорта, который должен занять свою нишу в ряду современных транспортных средств, имеющих уникальные специфические эксплуатационные свойства и определенную область использования, в которой применение других видов транспорта невозможно или нецелесообразно. Он способен выполнять возлагаемые на него транспортно-технологические функции, не воздействуя негативно на окружающую среду.

Работа выполняется в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

Библиографический список

1. Уразова А. Ф., Азаренок В. А., Герц Э. Ф. Оценка воздействия технологий заготовки древесины на окружающую среду: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020 – 122 с.
2. Матросов А.В. Технологические процессы малообъемных лесозаготовок и метод их моделирования // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2006 – № 6. – С. 98–101.
3. Некоторые особенности применения малогабаритных машин при несплошных рубках/ Герц Э.Ф., Иванов В.В., Анкудинов А.В., Старгородцева Ю.В. // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1 (93). – С. 49–50.
4. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. – М.: Лесн. пром-сть, 1978 – 480 с.