

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКИ С КОЛЕСНЫМ И ГУСЕНИЧНЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

М. Е. Семенюк

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Научный руководитель А. С. Федоренчик

Основным источником древесного сырья в Республике Беларусь являются лесные ресурсы, общий запас которых составляет около 1,4 млрд м³ при суммарном ежегодном приросте древесины в 26...28 млн м³. Объем лесозаготовок по всем видам лесопользования составляет около 14,3 млн м³.

Условия лесозаготовительного производства Республики Беларусь имеют свои особенности. Лесосечный фонд характеризуется значительной изреженностью, высокой степенью заболоченности, неодинаковой густотой дорог.

Учитывая это, отдельное внимание необходимо уделить применению при различных способах рубок систем машин соответствующих лесоводственно-экологическим нормам в определенных природных условиях с учетом сезонности выполнения работ и климатических особенностей. А это, в свою очередь, требует наличия лесозаготовительной техники различного типа, отличающейся по массе, габаритам, мощности, виду ходовой системы.

В настоящее время одним из перспективных вариантов решения проблемы может явиться применение малогабаритной тракторной техники (МГТТ). В западноевропейских и скандинавских странах данный тип машин широко используется для подтрелевки лесоматериалов к технологическим коридорам, заготавливаемых в условиях загущенных насаждений. Такая работа считается экономически, эргономически и экологически выгодной, особенно при низкой несущей способности почвы и холмистом рельефе.

Для условий Республики Беларусь на лесозаготовках целесообразно рекомендовать использование МГТТ типа «стандарт» и «профессиональные», характеристики которых представлены в таблице. Их движителями являются как гусеницы, так и пневмоколеса. Применение минитехники на гусеничном ходу может быть оправдано при работе на грунтах со слабой несущей способностью и неглубоком снеге. Использование колесной техники является более целесообразным при работе в бесснежный и сухой период.

Техническая характеристика малогабаритной тракторной техники

Тип техники	Стандарт	Профессиональные
Мощность двигателя, кВт	4–7	от 9 и выше
Рейсовая нагрузка, м ³	1–1,2	1,5–2
Масса, кг	260–300	750
Ширина, мм	1080	1300
Длина, мм	2800	3500
Давление на грунт, кПа	15	выше 20

Примером минитехники с гусеничной ходовой системой может явиться использование машин типа «железная лошадь» шведской фирмы Husqvarna. Альтернативным вариантом «железной лошади» на лесозаготовках возможно применение колесного трактора ТТ-320, разработанного Минским тракторным заводом.

Отметим, что минитехника может иметь различное технологическое оборудование: лесовозный прицеп, самозагружающийся лесовозный прицеп, механический кран установленный совместно с гидравлической лебедкой. Для упрощения ручного труда на МГТТ устанавливается гидроманипулятор с челюстным захватом, или совмещенный гидроманипулятор с механической лебедкой.

В целях анализа эффективности работы колесной и гусеничной МГТТ были получены формулы, характеризующие ее производительность при различных природно-производственных условиях.

Производительность МГТТ в общем виде выражается формулой:

$$\Pi = \frac{(T - t_{n-3})A \cdot \varphi}{T_{\text{ц}}}, \quad (1)$$

где T – продолжительность смены, с; t_{n-3} – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с; φ – коэффициент использования времени смены; A – объем единицы готовой продукции, м³; $T_{\text{ц}}$ – время цикла, с.

Для анализа влияния размерных показателей лесосеки и технических характеристик машины на ее производительность требуется детализация формулы (1).

При использовании МГТТ на гусеничном ходу время, затрачиваемое на операции по сбору сортиментов, их укладке на погрузочную площадку, транспортировке и выгрузке древесины находится из выражения:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{с}} + t_{\text{у}} \cdot \frac{M}{V} + t_{\text{р.х}} + t_{\text{в}} \cdot \frac{M}{V} \cdot \frac{(l_{\text{x}} - l_{\text{с}})}{l_{\text{с}}} + t_{\text{x.х}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{с}}$ – время на сбор лесоматериалов, с; $t_{\text{у}} \cdot \frac{M}{V}$ – время на укладку сортиментов на коники, с; $t_{\text{р.х}}$ – время на рабочий ход машины, с; $t_{\text{в}} \cdot \frac{M}{V} \cdot \frac{(l_{\text{x}} - l_{\text{с}})}{l_{\text{с}}}$ – продолжительность выгрузки пачки, с; $t_{\text{x.х}}$ – время на холостой ход машины, с.

Рассмотрим время цикла для машин, имеющих колесную ходовую систему.

В нашем случае машина будет производить сбор сортиментов, транспортировку и их выгрузку на погрузочном пункте.

Таким образом, время, затрачиваемое на операции по трелевке древесины найдется из выражения:

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{ср}} \cdot 1,3}{v_{\text{x.х}}} + (t_{\text{пр}} + t_{\text{дзу}} \cdot \frac{(l_{\text{xx}} - l_{\text{в}})}{l_{\text{с}}}) + \frac{100}{v_{\text{мд}}} \cdot \sqrt{\frac{V}{q \cdot k_i}} \cdot \frac{M}{V} + \frac{l_{\text{ср}} \cdot 0,7}{v_{\text{раб}}} + t_{\text{в}} \cdot \frac{M}{V} \cdot \frac{(l_{\text{x}} - l_{\text{в}})}{l_{\text{с}}}, \quad (3)$$

где $l_{\text{ср}}$ – среднее расстояние трелевки, м; $v_{\text{x.х}}$ – скорость холостого хода, км/ч; $t_{\text{пр}}$ – время на установку трелевочной тележки, с; $t_{\text{дзу}}$ – время захвата сортимента и укладки его на платформу, с; l_{x} – длина хлыста, м; $l_{\text{в}}$ – длина вершины, м; $l_{\text{с}}$ – длина

сортимента, м; $v_{мд}$ – скорость минитрактора при движении его между деревьями, км/ч; V – средний объем хлыста, м³; q – запас древесины на га, м³/га; $v_{рх}$ – скорость рабочего хода, км/ч; t_b – время выгрузки и укладки в штабель одного сортимента, с.

С учетом последовательности выполняемых технологических операций при сортиментной заготовке древесины и расчета вышеуказанных выражений были получены зависимости производительности от среднего расстояния трелевки, объема трелеваемой пачки при различных природно-производственных условиях (рис. 1).

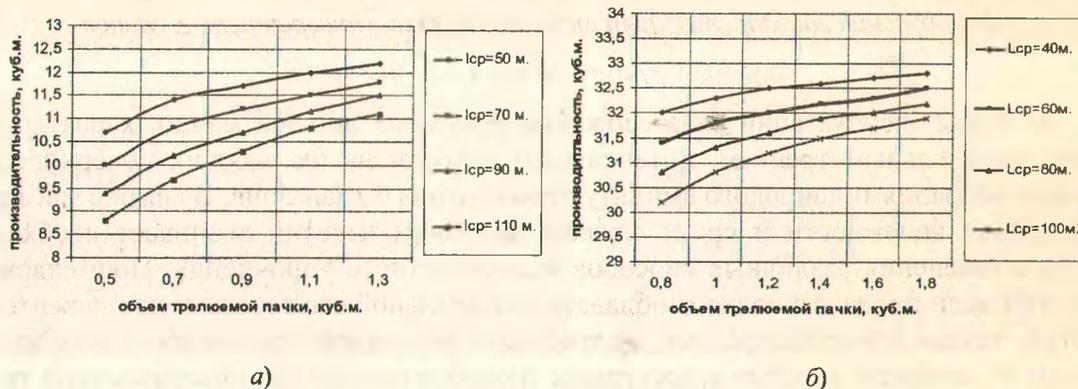


Рис. 1. Зависимость производительности малогабаритной тракторной техники от объема трелеваемой пачки и среднего расстояния трелевки:

а – минитехника с гусеничной ходовой системой;
б – минитехника с колесной ходовой системой

Анализируя результаты, представленные на рис. 1, можно отметить, что показатели производительности гусеничной минитехники уступают показателям производительности колесной техники в 2,4–2,8 раза.

Важное значение на производительность оказывает объем трелеваемой пачки. Так, для обеих зависимостей при изменении объема от 0,8 до 1,2 м³ наблюдается устойчивый рост производительности в 1,2–1,4 раза.

Как и для всей лесной техники, обеспечивающей транспортировку лесоматериалов, одним из важнейших факторов, влияющих на производительность МГТТ, является среднее расстояние трелевки. При этом потери производительности с увеличением расстояния трелевки по любой из зависимостей практически идентичны. При изменении расстояния трелевки от 50 до 100 метров показатели производительности снижаются в 1,2–1,3 раза.

Таким образом, применение колесной и гусеничной МГТТ на лесозаготовках имеет ряд особенностей. При проведении рубок ухода в молодняках и особо загущенных лесонасаждениях на грунтах со слабой несущей способностью, где средний объем хлыста не превышает 0,2 м³ целесообразно использовать МГТТ типа «железная лошадь». В этом случае имеет место увеличение опорной проходимости МГТТ, совмещенность ее с лесной средой (уменьшается степень повреждения лесных почво-грунтов и подраста остающегося на дорастивание).

При проведении рубок в средневозрастных насаждениях с хорошей несущей способностью грунтов достаточно эффективно может работать колесная минитехника. Преимуществом колесных машин является их более высокая маневренность и переместительная способность по отношению к гусеничной технике.

Постоянный интенсивный рост производства различных типов МГТТ в развитых лесодобывающих странах мира, интерес к которым начинает проявляться в Республике Беларусь, несмотря на отсутствие опыта их практического применения, говорит о том, что МГТТ найдет свою область применения при проведении рубок леса с высоким экологическим и экономическим эффектом.

АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

М. Н. Пищов

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Научный руководитель С. Е. Бельский

Условия эксплуатации ряда сложнонагруженных деталей машин характеризуются значительным трением, интенсивным износом на их рабочих поверхностях, а также вибрациями широкого амплитудно-частотного диапазона. В связи с этим для повышения надежности и срока службы подобных изделий возникает необходимость применения различных способов поверхностного упрочнения. Применяемые для этой цели процессы должны обладать минимальной стоимостью, продолжительностью, трудо- и энергозатратами, не требовать финишной механической обработки. Одним из наиболее простых и доступных способов повышения поверхностной твердости, а также износостойкости деталей является их диффузионное упрочнение. Его использование значительно повышает наработку до отказа деталей трансмиссий лесных машин, устраняет ручной труд на отдельных фазах производства. Техническая вооруженность предприятий лесного хозяйства и лесной промышленности непрерывно возрастает, растет энергонасыщенность техники, совершенствуются конструкции машин и механизмов.

В настоящее время к трелевочным тракторам предъявляют высокие требования по повышению: энергонасыщенности, маневренности, проходимости, которая должна обеспечивать работу трактора на лесных грунтах. В связи с этим нагрузки на системы трансмиссии резко возрастают, что приводит к быстрому изнашиванию рабочих поверхностей, усложнению конструкции трактора и понижению надежности его деталей и узлов.

Лесные и грунтовые дороги имеют переходные и низкие типы покрытия. Их состояние в большинстве своем неудовлетворительное. Весной и осенью многие дороги являются практически не проезжаемыми, а летом труднопроезжаемыми для автомобильного транспорта. Работа трелевочного трактора ТТР-401 постоянно сопровождается наездами на препятствия разного рода: пни, валежник, микронеровности, валуны, и т. д. Нагрузки на трансмиссию также обеспечивают постоянные трогания с места при трелевке пачки деревьев. Калякин Л. А. [1], [2] показал, что динамические крутящие моменты в трансмиссии колесного трактора имеют наибольшее значение при интенсивном трогании с места.

Установлено, что для колесных трелевочных тракторов ТТР-401 производства МТЗ наиболее нагруженными являются шестерни третьей и четвертой передачи, а также редуктор переднего моста. По процентному соотношению трелевочный трактор ТТР-401 работает на этих передачах соответственно 32 и 36 % на холостом ходу, 43 и 29 % при трелевке деревьев на верхний склад. Громов Д. И. [3] доказал, что максимальный крутящий момент, возникающий на полуосях при действии внешних сил со стороны колес, равен двойному моменту сцепления ведущих колес с грунтом.