

УДК 630*5

Е. А. Леонов, ассистент (БГТУ)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВИДА ПЕРЕВОЗИМОГО ГРУЗА НА СТАТИЧЕСКУЮ ЗАГРУЗКУ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

В статье обосновано использование колесных погрузочно-транспортных машин на операциях сбора и транспортировки различных видов отходов лесозаготовок. В этом случае могут применяться форвардеры или сельскохозяйственные тракторы, оснащенные прицепными тележками с гидроманипулятором. На основании предварительных исследований сформулирован ряд практических выводов.

In article it is shown, that load-transport machines (LTM) can be applied to loading and transportation of wood residues. There are forwarders and the agricultural tractors equipped with hook-on carriages with the hydromanipulator. Now uses of these machines not effectively because wood residues have low density. For increase of static loading LTM by transportation wood residues are proved and offered a some of practical recommendations.

Введение. Важная роль в лесозаготовительном производстве принадлежит транспорту. Транспортная фаза лесозаготовок является одной из наиболее капиталоемких. Трудоемкость транспорта в составе всего цикла производства лесозаготовок составляет 25–30%. Поэтому совершенствование технологии и техники погрузочно-транспортного оборудования является актуальной проблемой.

Учитывая принципы устойчивого управления лесами, переход в Республике Беларусь от гусеничных лесозаготовительных машин к колесным, а также современные технологии заготовки древесины и утилизации лесосечных отходов в энергетических целях на базе одних и тех же машин, для их сбора и транспортировки в естественном или в пакетированном виде целесообразно применять колесные погрузочно-транспортные машины (ПТМ). Это форвардеры с различной колесной формулой и характеристиками, а также сельскохозяйственные тракторы, оснащенные прицепными тележками с гидроманипулятором, представленные на рис. 1.

В настоящее время в Республике Беларусь освоен серийный выпуск различных видов и типов лесной техники (РУП «МТЗ», ОАО «Амкодор», СООО «Tiger»), в том числе погрузочно-транспортных машин (ПТМ). Данные машины (наряду с подвозкой круглых лесоматериалов) имеют значительный потенциал использования в условиях заготовки древесного топлива для обеспечения сырьем создаваемых в республике мини-ТЭЦ [1].

Созданные ПТМ: МЛ-131, МЛПТ-354, МЛПТ-364, МПТЛ-5-11, МПТ-461.1, Амкодор-2661 и др., позволяют реализовать комплексный метод заготовки древесного сырья, при котором после вывозки деловых сортиментов или хлыстов на лесосеке осуществляется сбор и подвозка топливной древесины: маломерных деревьев и отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей, обломков и вершинок).



а



б

Рис. 1. Погрузочно-транспортные машины:
а – форвардер;
б – сельскохозяйственный трактор, оснащенный прицепной тележкой с гидроманипулятором

1. Исследование эффективности использования ПТМ при транспортировке различных видов лесных грузов. Одним из критериев эффективности транспортного средства является коэффициент использования грузоподъемности. Он зависит от ряда факторов: правильного выбора транспортных средств для перевозки тех или иных грузов; возможности формирования полного груза; организации работ и т. д. При планировании применения ПТМ для заготовки древесного топлива в виде низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок повышение коэффициента использования грузоподъемности представляет особый практический интерес

ввиду низкого коэффициента полнодревесности перевозимого груза [2, 3].

В работе исследовалась эффективность использования грузоподъемности ряда отечественных и зарубежных ПТМ при перевозке различных видов лесных грузов. Ранее выполненные нами исследования [2] показали, что при определении рейсовой нагрузки на ПТМ коэффициенты полнодревесности лесосечных отходов можно принимать равными значениям, приведенным в табл. 1.

Дополнительная информация о характеристиках ПТМ принималась из справочной литературы.

В табл. 2 приведена характеристика эффективности загрузки различных ПТМ в зависимости от объемного веса перевозимого груза.

Как видно из таблицы, статический коэффициент использования грузоподъемности $\gamma_{ст}$ изменяется в зависимости от вида перевозимого груза от 0,10 до 1,28. Наиболее эффективное использование грузоподъемности ПТМ наблюдается при перевозке сортиментов. При перевозке же лесосечных отходов с полностью загруженным грузовой пространством коэффициент $\gamma_{ст}$ не превышает 0,19, то есть потенциальная грузоподъемность ПТМ используется лишь на 20%.

2. Повышение статической загрузки ПТМ.

Для повышения статической загрузки ПТМ на данных операциях возможно уплотнение лесосечных отходов гидроманипулятором и увеличение грузового пространства за счет наращивания кониковых стоек и длины рамы [4, 5].

Предельные габариты перевозимого груза определим исходя из условия обеспечения продольной и поперечной устойчивости ПТМ. Основным принципом расчета является составление моментов сил относительно осей и определения координат центра тяжести ПТМ, используемого оборудования и груза (рис. 2, 3) [6].

С учетом того, что нагрузки на оси не должны превышать допустимые, для расчета продольной статической устойчивости ПТМ получим соотношение

$$[G_{бал}^{гр}] \cdot L = \cos \alpha \sum_{i=1}^n G_i l_i + \sin \alpha \sum_{i=1}^n G_i h_i, \quad (1)$$

где $[G_{бал}^{гр}]$ – максимально допустимая нагрузка на ось балансиров, кН; L – расстояние от передней оси до оси балансиров, м; l_i – расстояние от передней оси до линии приложения i -й силы, м; h_i – высота приложения i -й силы, м; α – угол продольной статической устойчивости, град.

Таблица 1

Коэффициенты полнодревесности лесосечных отходов

Способ укладки лесосечных отходов	Коэффициент полнодревесности лесосечных отходов		
	хвойные	смешанные (хвойные и лиственные поровну)	лиственные
Уложены свободно вдоль трелевочного волока	0,056	–	–
в разнокомелицу на промежуточном складе	0,066	0,067	0,070
направленно на промежуточном складе	0,088	0,094	0,100
Погруженные гидроманипулятором	0,100–0,150	0,110–0,160	0,118–0,125
с уплотнением	0,120	0,130	0,140

Таблица 2

Сравнительная характеристика статических коэффициентов использования грузоподъемности ПТМ

Погрузочно-транспортная машина				Статический коэффициент использования грузоподъемности $\gamma_{йб}$			
марка	грузоподъемность $G, т$	площадь грузовой платформы $S, м^2$	объем полезного груза $V_{поль}, м^3$	Вид груза/средняя плотность, кг/м ³			
				сортименты	тонкомерные деревья (220 кг/м ³)	крупные сучья (140 кг/м ³)	л/с отходы (85 кг/м ³)
		2,7	13,5	0,71	0,27	0,17	0,10
МПТ-461.1	9,0	2,5	12,5	0,81	0,31	0,19	0,12
МЛПТ-354 М	5,0	2,2	11,0	1,28	0,48	0,31	0,19
МЛ-131	10,0	4,0	20,0	1,16	0,44	0,28	0,17
Амкодор 2661	12,0	4,5	22,5	1,09	0,41	0,26	0,16
Timberjack 1410D	14,0	4,8	24,0	0,99	0,38	0,24	0,15
Valmet 860.1	14,0	4,8	24,0	0,99	0,38	0,24	0,15
Ponsse Buffalo	14,0	5,0	25,0	1,04	0,39	0,25	0,15

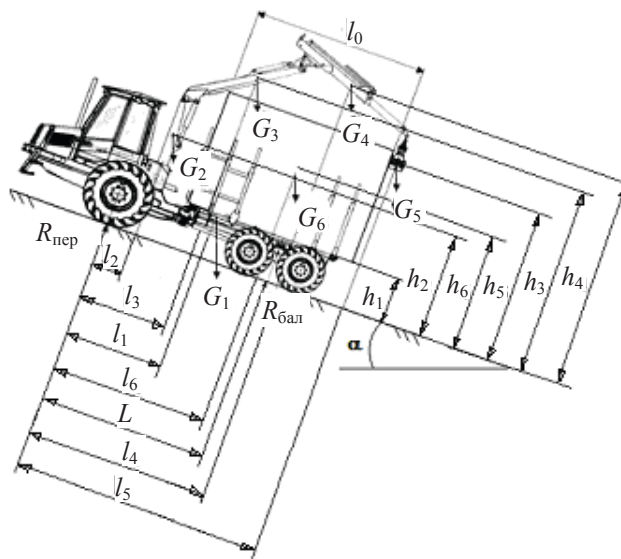


Рис. 2. Расчетная схема продольной статической устойчивости ПТМ

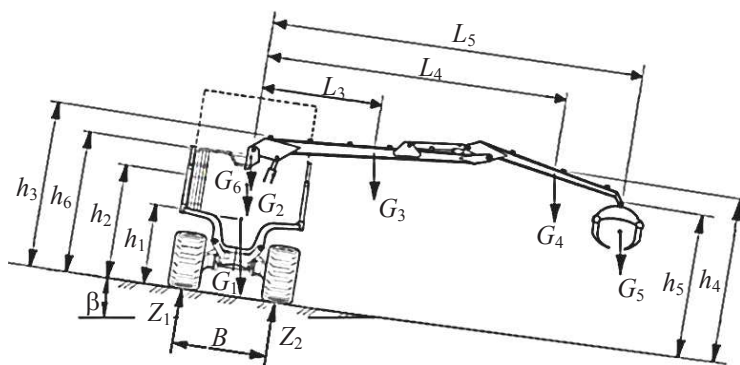


Рис. 3. Расчетная схема поперечной статической устойчивости ПТМ

Угол продольной статической устойчивости ПТМ найдем из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{[G_{\text{дв}}^{\text{дв}}] \cdot L - G_1 l_1 - G_2 l_2 - G_3 l_3 - G_4 l_4 - G_5 l_5 - G_6 l_6}{G_1 h_1 + G_2 h_2 + G_3 h_3 + G_4 h_4 + G_5 h_5 + G_6 h_6}, \quad (2)$$

где G_1 – вес снаряженной ПТМ, кН; G_2 – вес поворотной колонны гидроманипулятора, кН; G_3 – вес стрелы гидроманипулятора, кН; G_4 – вес рукояти гидроманипулятора, кН; G_5 – вес захвата гидроманипулятора, кН; G_6 – вес полезного груза, кН.

Далее определим угол поперечной статической устойчивости ПТМ при перевозке древесного топлива.

Уравнение моментов сил имеет вид

$$\cos \beta \sum_{i=1}^n G_i b_i + \sin \beta \sum_{i=1}^n G_i h_i = 0, \quad (3)$$

где h_i – высота центра тяжести i -й силы; b_i – расстояние от центральной оси ПТМ до линии приложения i -й силы, м; β – угол поперечной статической устойчивости, град.

Угол поперечной статической устойчивости равен

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,5 \cdot B \cdot (G_1 + G_2 + G_6) - G_3 l_3 - G_4 l_4 - G_5 l_5}{G_1 h_1 + G_2 h_2 + G_3 h_3 + G_4 h_4 + G_5 h_5 + G_6 h_6}, \quad (4)$$

где B – ширина колеи, м.

Продольная и поперечная статическая устойчивость обеспечивается, если α и β превышают 25° .

Кроме ограничений по устойчивости ПТМ, лимитирующим фактором высоты погрузки является рабочая зона гидроманипулятора, определяемая его технической характеристикой.

По представленной методике можно определять потенциальные рейсовые нагрузки ПТМ различных марок при формировании воя, превышающего габариты стоек.

В качестве примера на рис. 4 приведены значения полезной нагрузки на рейс ПТМ Ponsse Buffalo при перевозке различных видов лесных грузов.

Как следует из рис. 4, паспортная грузоподъемность форвардера ($G = 14$ т) может быть

достигнута при перевозке тонкомерной древесины при ее загрузке выше уровня стоек коника на 1,7–2,7 м и увеличении длины грузовой платформы до 1,5 м. При транспортировке же крупных сучьев и лесосечных отходов (даже при полном использовании рабочей зоны гидроманипулятора) рейсовая нагрузка составит соответственно 9,5–12,5 м³ (68–89% от допустимой) и 6–7,5 м³ (47–54% от допустимой).

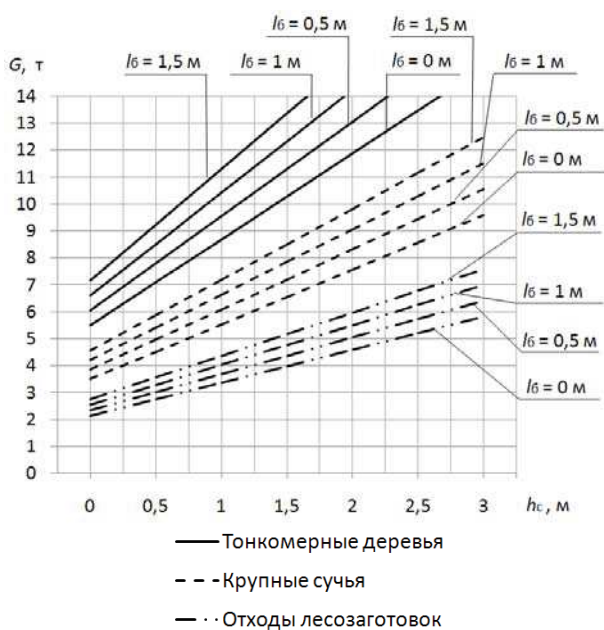


Рис. 4. Значения полезной нагрузки на рейс ПТМ ($G = f(h_c, l_b)$) при перевозке различных лесных грузов при стандартной продольной укладке

В этой связи для повышения статической загрузки ПТМ в практике рекомендуется комбинированная (продольно-поперечная) загрузка. Очередность циклов погрузки лесосечных отходов данным способом, представлена на рис. 5.

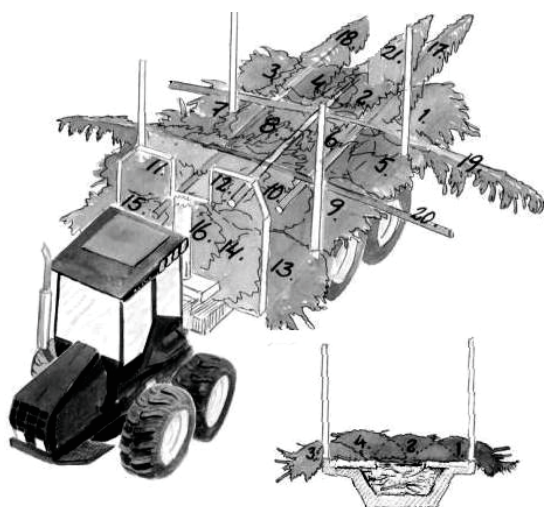


Рис. 5. Комбинированная (продольно-поперечная) загрузка ПТМ

На рис. 6 приведены значения нагрузки на рейс этого же форвардера Ponsse Buffalo при перевозке различных видов лесных грузов, но при продольно-поперечном способе загрузки.

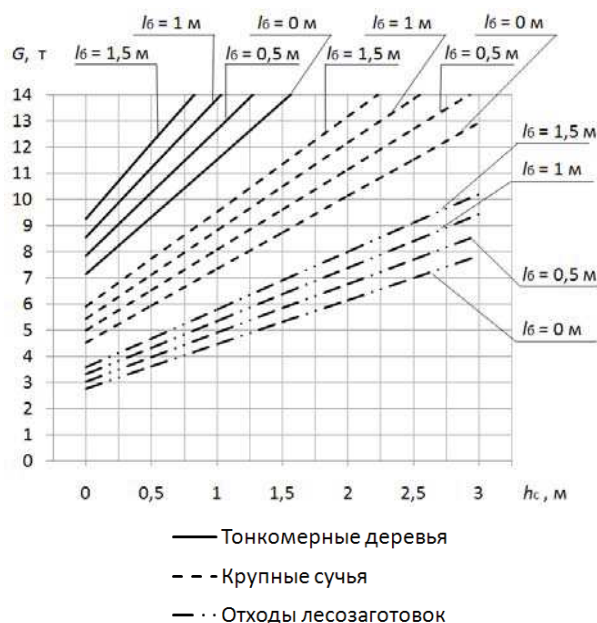


Рис. 6. Значения полезной нагрузки на рейс ПТМ ($G = f(h_c, l_b)$) при перевозке различных лесных грузов при продольно-поперечной укладке

Паспортная грузоподъемность форвардера в этом случае может быть достигнута при перевозке тонкомерной древесины и крупных сучьев при их загрузке выше уровня стоек коника соответственно на 0,8–1,5 м и 2,2–3 м, а также увеличении длины грузовой платформы до 1,5 м. При транспортировке лесосечных отходов, даже при превышении высоты загрузки уровня стоек коника на 3 м и увеличении длины грузовой платформы на 1,5 м (использовании рабочей зоны манипулятора), рейсовая нагрузка форвардера составит 8–10 м³ (57–71% от допустимой).

Обжатию гидроманипулятором воза перевозимого сырья, в зависимости от его вида, может обеспечить увеличение статической загрузки ПТМ до 10–15%.

Выводы. 1. Применение колесных погружно-транспортных машин для сбора и транспортировки отходов лесозаготовок в естественном или в пакетированном виде оправдано.

2. При перевозке тонкомерной древесины, крупных сучьев, лесосечных отходов с полностью загруженным грузовым пространством коэффициент использования грузоподъемности ПТМ ($\gamma_{ст}$) не превышает соответственно 0,48, 0,31 и 0,19. То есть эффективность использования ПТМ на данных операциях невелика.

3. Конструкции применяемых ПТМ позволяют осуществлять загрузку энергетического

сырья выше стоек коников. Это значительно увеличивает статическую загрузку машины.

4. Для увеличения статической загрузки ПТМ в практике рекомендуется комбинированная (продольно-поперечная) загрузка древесных отходов, а также уплотнение перевозимого сырья гидроманипулятором.

5. Паспортная грузоподъемность ПТМ может быть достигнута при перевозке тонкомерной древесины и крупных сучьев при их загрузке выше уровня стоек коника соответственно на 0,8–1,5 м и 2,2–3 м, а также увеличении длины грузовой платформы до 1,5 м.

6. При транспортировке лесосечных отходов, даже при превышении высоты загрузки уровня стоек коника на 3 м и увеличении длины грузовой платформы на 1,5 м (использовании рабочей зоны манипулятора), рейсовая нагрузка форвардера составит не более 8–10 м³ (57–71% от допустимой).

7. Результаты исследований позволяют определять часовые и сменные производительности ПТМ и рационально организовывать технологический процесс заготовки древесного топлива.

Литература

1. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема произ-

водства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 30.12.2004, № 1680. – Минск, 2004. – 80 с.

2. Федоренчик, А. С. Оценка влияния формы и размеров кониковых устройств погрузочно-транспортных машин на их грузоподъемность / А. С. Федоренчик, Е. А. Леонов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 47–51.

3. Леонов, Е. А. Определение коэффициентов полндревесности отходов лесозаготовок / Е. А. Леонов, А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 57–60.

4. Древесное топливо – альтернатива традиционным источникам энергии / ПРООН, ГЭФ, Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь. – Минск, 2008. – 186 с.

5. Передовой опыт в использовании энергии биомассы / ПРООН, ГЭФ, Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь; сост. Дж. Вос. – Минск, 2006. – 198 с.

6 Заготовка и использование лесосечных отходов в Латвийской ССР: обзор / Ю. Ю. Кевиньш [и др.]. – Рига: ЛатНИИИТИ, 1983. – 69 с.

Поступила 01.04.2010