

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ КОНИКОВЫХ УСТРОЙСТВ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН НА ИХ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ

In the article was considered the basic types of machines, which can be applied on operations of gathering and transportation of waste of logging; the comparative analysis of the basic forms of cross-section section of cargo platforms of forwarders is made.

Введение. Отсутствие или истощение ископаемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) уже сейчас поставило перед рядом стран мира задачу выхода из возможного энергетического кризиса. Особую актуальность данная проблема приобретает для Республики Беларусь, которая в среднем за год потребляет энергии в эквиваленте 33 млн. тонн условного топлива (т у. т.) и примерно на 16% обеспечивается собственными ресурсами [1]. При этом годовые затраты на импорт ТЭР превышают 2 млрд. долларов США.

Для уменьшения энергетической зависимости правительством Республики Беларусь принята «Целевая программа обеспечения в Беларуси не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года» [1]. В соответствии с этой программой планируемое увеличение заготовки дров к 2012 году для собственного потребления в 2,43 раза должно быть обеспечено за счет развития лесосырьевой базы с максимальным вовлечением в баланс отходов лесозаготовок и повышением уровня использования потенциала отходов деревообработки.

Такая постановка вопроса предопределяет по существу создание в республике новой подотрасли, позволяющей утилизировать низкокачественную древесину и ее отходы в энергетических целях. Наряду с созданием новых производственных структур в составе лесхозов и леспромпхозов, обеспечивающих весь комплекс работ по сбору лесосечных и лесоскладских отходов, их транспортировке, хранению и измельчению, потребуется усовершенствование сложившихся технологических процессов заготовки древесины и модернизация или приспособление применяющихся машин для выполнения новых транспортно-технологических операций.

Важным моментом, обеспечивающим эффективность функционирования данных систем, является учет круглогодичного характера заготовки топливной древесины и сезонного характера ее потребления, так как это существенно влияет на теплотворную способность (качество) биомассы и, следовательно, на цену производимого топлива.

1. Анализ оборудования для сбора и транспортировки отходов лесозаготовок. Производственная цепочка заготовки древесного топлива начинается с таких операций на ле-

сосеке, как сбор и транспортировка лесосечных отходов. Ранее для этих целей выпускались машины грабельного типа (рис. 1) и специализированные подборщики, оснащенные кузовом и манипулятором (рис. 2).

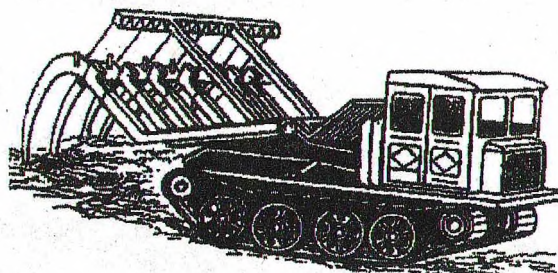


Рис. 1. Подборщик грабельного типа ЛТ-161

Первые позволяли сформировать на лесосеке валы из отходов, вторые – обеспечивали доставку собранного сырья на погрузочный пункт (верхний склад).

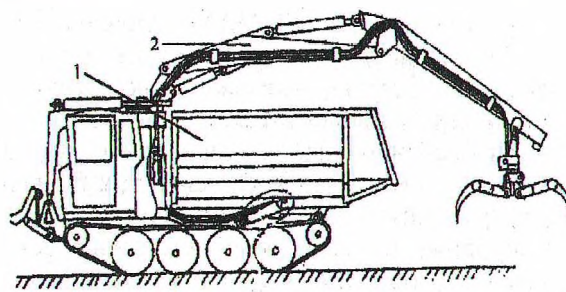


Рис. 2. Подборщик-транспортировщик ЛП-23

Отличительной особенностью этих погрузочно-транспортных средств является то, что они выполнены на базе гусеничных тракторов, осуществляют подвозку сырья на расстояние не более 500 м и большая часть из них уже не выпускается.

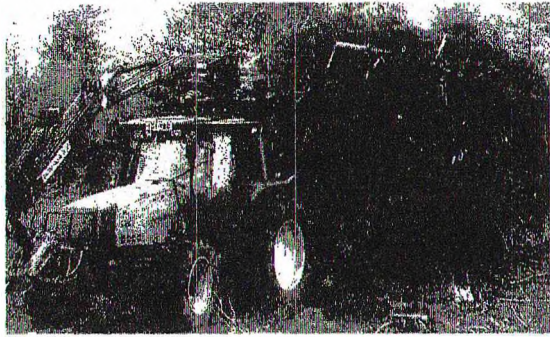
В настоящее время, учитывая принципы устойчивого управления лесами и в этой связи переход в Республике Беларусь от гусеничных транспортных средств к колесным, а также современные технологии заготовки древесины и утилизации лесосечных отходов в энергетических целях на базе одних и тех же машин для сбора и транспортировки данного сырья в естественном или в пакетированном виде, целесообразно применять колесные погрузочно-транспортные машины:

- форвардеры с различной колесной формулой и характеристиками (рис. 3, а);

• прицепные тракторные тележки, оснащенные гидроманипулятором (рис. 3, б).



а



б

Рис. 3. Погрузочно-транспортные машины

Применение этих ПТМ обусловлено их наличием на предприятиях, высокой технологической гибкостью, возможностью модульного построения технологических процессов.

Применение специализированных машин на колесной базе (рис. 4), обладающих большими размерами кузова, применительно к условиям Республики Беларусь проблематично, так как требует включения в существующую систему машин дополнительных, а значит, увеличивает капитальные вложения.

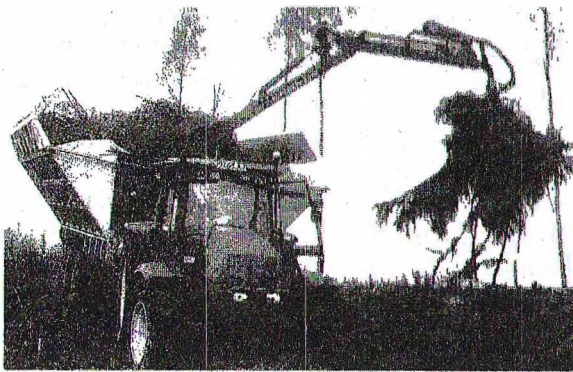


Рис. 4. Сельскохозяйственный трактор с прицепом-грузоуплотнителем

В то же время производительность колесных погрузочно-транспортных машин

при сборе и транспортировке лесосечных отходов из-за ограниченного грузового пространства и низкого коэффициента полнодревесности остается на сегодняшний день очень низкой.

Анализ применения такой техники для сбора и транспортировки лесосечных отходов показал, что уже сегодня можно добиться существенного повышения эффективности ее применения, решив вопросы увеличения статической загрузки машин сырьем.

2. Исследование загрузки погрузочно-транспортных машин. Научный интерес в этой связи представляет исследование возможностей уплотнения сучьев, ветвей, вершинок, тонкомерных деревьев и обломков стволов в грузовом пространстве ПТМ, а следовательно, определение коэффициента полнодревесности перевозимого сырья.

В нормативно-справочной литературе приводятся лишь ориентировочные значения коэффициента полнодревесности для отдельных видов сырья (например, сучья, вершинки, хвост) в свободно уложенном состоянии при хранении в штабелях. Применение ПТМ предполагает возможность уплотнения лесосечных отходов гидроманипулятором и увеличения грузового пространства за счет наращивания кониковых стоек и длины рамы. В этой связи остается открытым вопрос определения рейсовой нагрузки ПТМ, а соответственно сменной и годовой производительности машин. Это обстоятельство, в свою очередь, не позволяет выполнить сравнительные технико-экономические расчеты при обосновании и выборе эффективных систем машин, реализующих весь комплекс работ по заготовке древесины и древесного топлива.

С учетом того, что на практике применяется множество ПТМ, отличающихся различной формой и размерами кониковых устройств, формирующих грузовое пространство, целью исследования явилось применительно к наиболее распространенным формам сечения грузовой площадки нахождение ряда показателей, определяющих эффективность и работоспособность машин во время сбора и перевозки сырья. К ним отнесены: площадь геометрического сечения, центр тяжести грузовой площадки, статический момент сечения, осевые моменты инерции.

При этом был принят ряд допущений: загружаемая топливная древесина однородна и однотипна; сложные профили грузовых площадок ПТМ упрощены до простых геометрических фигур.

Рассмотрим результаты исследования применительно к четырем сечениям грузовой платформы ПТМ, характеризующихся размерами, представленными на рис. 5.

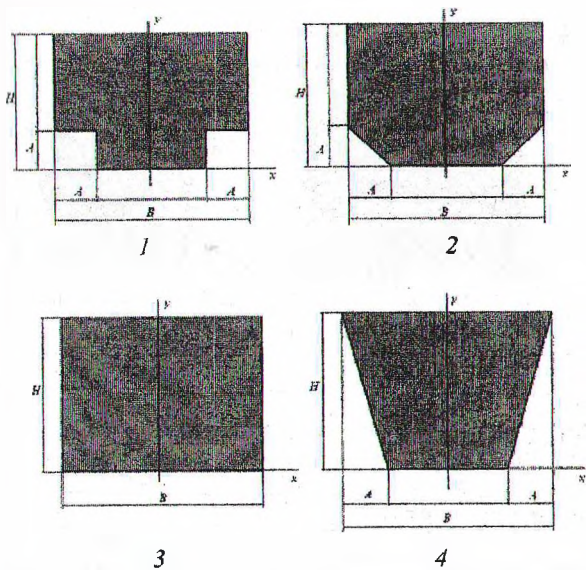


Рис. 5. Формы сечений коников устройств ПТМ

Сечение № 1

Площадь сечения:

$$S_1 = BH - 2A^2. \quad (1)$$

Центр тяжести:

$$y_{C1} = \frac{0,5BH^2 - A^3}{S_1}. \quad (2)$$

Статический момент сечения:

$$M_{X1} = y_{C1} \cdot S_1. \quad (3)$$

Осевые моменты инерции:

$$I_{X1} = \frac{B(H-A)^3}{12} + B(H-A)\left(y_{C1} - \frac{H+A}{2}\right)^2 + \frac{(B-2A)A^3}{12} + A(B-2A)\left(y_{C1} - \frac{A}{2}\right)^2. \quad (4)$$

$$I_{Y1} = \frac{B^3(H-A) + A(B-2A)^3}{12}.$$

Сечение № 2

Площадь сечения:

$$S_2 = BH - A^2. \quad (5)$$

Центр тяжести:

$$y_{C2} = \frac{\frac{1}{2}BH^2 - \frac{1}{3}A^3}{S_2}. \quad (6)$$

Статический момент сечения:

$$M_{X2} = y_{C2} \cdot S_2. \quad (7)$$

Осевые моменты инерции:

$$I_{X2} = \frac{B(H-A)^3}{12} + B(H-A)\left(y_{C2} - \frac{H+A}{2}\right)^2 +$$

$$+ \frac{(B-2A)A^3}{12} + A(B-2A)\left(y_{C2} - \frac{A}{2}\right)^2 + \frac{A^4}{18} + A^2\left(y_{C2} - \frac{2A}{3}\right)^2.$$

$$I_{Y2} = \frac{B^3(H-A)}{12} + \frac{(B-2A)^3A}{12} + \frac{A^4}{24} + A^2\left(\frac{B-2A}{2} - \frac{2A}{3}\right)^2. \quad (8)$$

Сечение № 3

Площадь сечения:

$$S_3 = BH. \quad (9)$$

Центр тяжести:

$$y_{C3} = 0,5H. \quad (10)$$

Статический момент сечения:

$$M_{X3} = y_{C3} \cdot S_3. \quad (11)$$

Осевые моменты инерции:

$$I_{X3} = \frac{BH^3}{12}, \quad I_{Y3} = \frac{B^3H}{12}. \quad (12)$$

Сечение № 4

Площадь сечения:

$$S_4 = (B-A)H. \quad (13)$$

Центр тяжести:

$$y_{C4} = \frac{0,5\left(B - \frac{4}{3}A\right)H^2}{S_4}. \quad (14)$$

Статический момент сечения:

$$M_{X4} = y_{C4} \cdot S_4. \quad (15)$$

Осевые моменты инерции:

$$I_{X4} = \frac{(B-2A)H^3}{12} + H(B-2A)\left(y_{C4} - \frac{H}{2}\right)^2 + \frac{AH^3}{16} + AH\left(y_{C4} - \frac{2H}{3}\right)^2. \quad (16)$$

$$I_{Y4} = \frac{(B-2A)^3H}{12} + \frac{A^3H}{24} + AH\left(\frac{B-2A}{2} - \frac{2A}{3}\right)^2.$$

На основании полученных формул практический интерес представляет оценка влияния формы сечения грузового пространства на исследуемые показатели при условии, что основные габаритные размеры (A , B , H) будут идентичными. Результаты сравнительных расчетов применительно к габаритам погрузочно-транспортной машины МПТЛ-5-11 (наиболее распространена в республике) представлены в таблице.

**Сравнительная характеристика основных типов
грузовых платформ погрузочно-транспортных машин**

Площадь сечения $S, \text{ м}^2$			
2,34	2,50	2,66	2,10
Координата центра тяжести $y_C, \text{ м}$			
0,768	0,736	0,7	0,762
Статический момент сечения $M_C, \text{ м}^3$			
1,80	1,84	1,86	1,60
Осевой момент инерции $I_X, \text{ м}^4$			
0,79	0,38	0,43	0,33
Осевой момент инерции $I_Y, \text{ м}^4$			
0,62	0,69	0,80	0,42

Выводы. 1. В таблице показано, что максимальная площадь, а также наиболее низкий уровень центра тяжести принадлежит прямоугольному сечению 3. Реализовать такую форму на ПТМ, работающей в условиях лесосеки, из конструктивных соображений затруднено. Однако она может быть рекомендована для щеповозов, так как обеспечивает наибольший объем перевозимых грузов.

2. Формы сечений 1, 2 и 4 имеют меньшую площадь сечения по отношению к 3 соответственно на 12%, 6% и 21%.

3. Для улучшения продольной и поперечной устойчивости целесообразно иметь наименее низкий уровень центра тяжести, который при формах сечения 1, 2 и 4 выше, чем у сечения 3 соответственно на 9,7%, 5,1% и 8,9%.

4. С точки зрения статического момента сечения и осевых моментов инерции, оказывающих значительное влияние на эксплуатационные параметры машины, сечение 3 не является оптимальным. Статические моменты сечений 1, 2 и 4 меньше соответственно на 3,2%, 1,1% и 14%.

5. Осевые моменты инерции (по оси x) у сечения 1 выше на 83,7%, а у сечений 2 и 4 ниже на 11,6% и 23,2% соответственно.

Осевые моменты инерции (по оси y) у сечений 1, 2 и 4 ниже на 22,5%, 13,8% и 47,5% соответственно.

6. Для увеличения грузового пространства существующих ПТМ необходимо выполнение условия:

$$P_r \leq P_{\text{гн}}, \quad (17)$$

где P_r – масса груза, т; $P_{\text{гн}}$ – грузоподъемность машины

На рис. 6 изображены графические зависимости объемов загрузки серийных ПТМ от длины перевозимых отходов лесозаготовок для четырех представленных сечений.

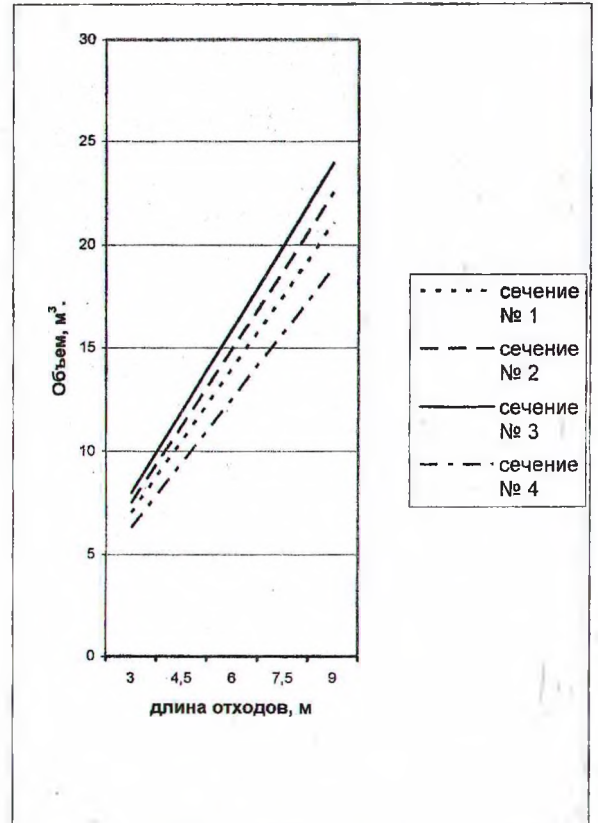


Рис. 6. Влияние формы грузового пространства ПТМ на объем перевозимых отходов

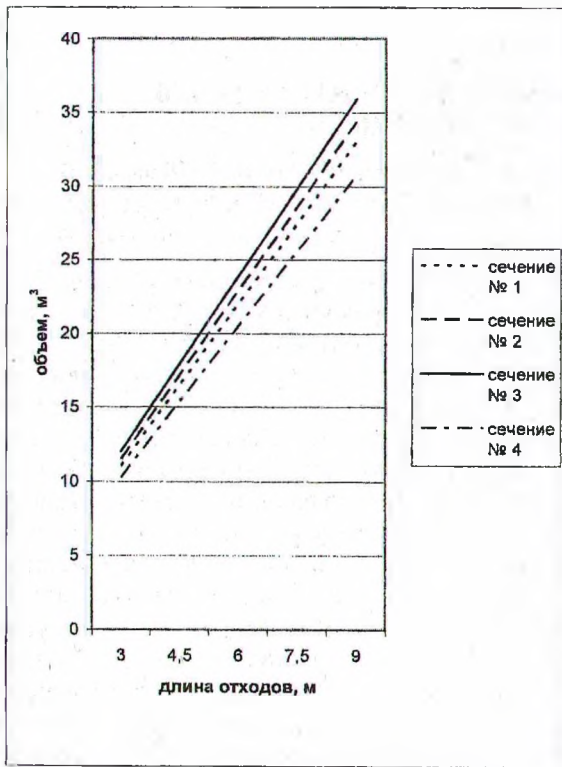


Рис. 7. Влияние формы грузового пространства ПТМ (после модернизации) на объем перевозимых отходов

Однако из-за низкого коэффициента полнотранспортности перевозимого груза очевидно, что перевозимые объемы в 2–4 раза ниже паспортных. Для более полного использования грузоподъемности ПТМ целесообразно увеличить объем грузового пространства. Увеличение высоты стоек коников в 1,5 раза приведет к увеличению площадей представленных сечений в 1,57, 1,53, 1,5 и 1,63 раза соответственно.

При этом объем перевозимого груза возрастет до следующих величин (рис. 6).

Принимая ориентировочно коэффициент полнотранспортности отходов лесозаготовок равным 0,2, получаем максимальный объем перевозимых отходов 7 пл. м³ (6 т), что увеличит статическую загрузку в 1,2–1,5 раза, а следовательно, сменную и годовую производительность ПТМ.

Паспортная грузоподъемность машины МПТЛ-5-11 составляет 10 т. Таким образом, условие (17) выполняется.

Литература

1. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года. – Минск, 2004. – 80 с.

2. Wood Energy Technology Programme 1999–2003. – Helsinki, 2004. – 99 p.