

ЛИТЕРАТУРА

1. Я.И. Остриков, В.А. Симанович, Л.Ф. Доронин Моделирование на-грузочных режимов колесных транспортных средств.//Труды БТИ. Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. Вып.1. 1993.
2. А.Ф. Надольский Повышение долговечности основных узлов несущих систем колесных трелевочных машин на основе анализа динамических процессов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.21.05 Химки. 1987.

УДК 630*323

А.Р. Гороновский, доцент БГТУ;
В.Н. Лой, студент БГТУ;
В.А. Коробкин, гл. констр. ОКБ МТЗ

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ

The comparative estimation of operational property parameters of forestry machine on change of longitudinal base is performed.

Оценка показателей эксплуатационных свойств выпускаемой на Минском тракторном заводе лесной погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354 производилась с целью уточнения ее компоновочных параметров для варианта машины с увеличенной продольной базой, позволяющей расширить сферу ее использования.

Рельеф местности оказывает значительное влияние на эффективность эксплуатации лесосечных машин. В настоящее время обосновано, что первичная транспортировка леса возможна при углах спуска до $22...24^{\circ}$ летом и до 14° зимой. В зависимости от рельефа леса распределяют на три группы: равнинные с крутизной склона до 15° , холмистые, где имеются ограничения по устойчивости, и горные с крутизной свыше 15° .

Проведенная сравнительная оценка показателей устойчивости дала возможность определить, что при увеличении продольной базы от 3,81 до 4,35 м предельные углы подъема и спуска по условию опрокидывания погрузочно-транспортной машины с номинальной нагрузкой возрастают: подъема - с $40,93^{\circ}$ до $44,62^{\circ}$, спуска - с $54,68^{\circ}$ до $58,23^{\circ}$ (табл.1). Ограничение устойчивости машины при движении по лесосеке обуславливается низкими значениями коэффициента сцепления ϕ колес с опорной поверхностью, особенно на грунтах с естественной влажностью 25% и более. Так, при коэффициенте сцепления ϕ , равном 0,5, предельные углы по условию сползания находятся в пределах $10,25^{\circ}...17,22^{\circ}$.

Предельный статический угол поперечной устойчивости груженой машины по условию опрокидывания составляет 32° . При работе манипулятора на максимальном вылете предельный статический угол крена равен 28° . Критическое значение угла косогора, учитывая возможность произвольной ориентации отдельных секций шарнирно-сочлененной машины, составляет 21° .

Табл. 1. Предельные углы продольной устойчивости машины, град

Условия потери устойчивости	База машины, м		
	3,81	4,08	4,35
Опрокидывание:			
на подъеме	40,93	43,37	44,62
на спуске	54,68	56,22	58,23
Сползание (при $\varphi = 0,3...0,7$):			
на подъеме	7,41...19,79	7,69...20,05	7,97...20,30
на спуске	5,71...15,86	6,84...16,13	7,12...16,17

Предельные динамические углы косогора, определенные с учетом поперечно-угловых колебаний машины при моделировании переезда единичных неровностей высотой от 0,05 до 0,15 м с резонансной скоростью движения машины, при значении продольной базы 3,81 м находились в пределах $5,9...23,9^{\circ}$, а при базе 4,35 м - $3,82...21,8^{\circ}$.

В результате выполненного комплекса расчетов установлено, что углы подъема и спуска для погрузочно-транспортной машины с продольной базой 4,35 м составляют: в снаряженном состоянии - 20° , груженом - 12° , угол поперечного крена не превышает 20° . Для определения углов склона, обеспечивающих безопасную эксплуатацию машины, определенные значения предельных углов устойчивости умножались на доверительную вероятность ($p=0,95$) и, для надежности, уменьшались на $2...3^{\circ}$. Проведенный анализ показал, что безопасная эксплуатация машины обеспечивается на равнинной территории с крутизной склонов до 15° .

При оценке показателей плавности хода лесной погрузочно-транспортной машины с помощью разработанной расчетной модели вертикальных и продольно-угловых колебаний машины [1] проводилось моделирование ее движения в характерных условиях эксплуатации. В качестве возмущающего воздействия использовались заданные в виде дискретных массивов микропрофили участков волоков, записанные при проведении испытаний лесных машин.

Анализ полученных результатов показывает, что увеличение продольной базы с 3,81 до 4,35 м практически не оказывает существенного влияния на изменение величины вертикальных ускорений машины при движении по пасечному и магистральным волокнам (среднеквадратические отклонения высот микронеровностей 0,053 и 0,033 м) со скоростью от 3,6 до 14,4 км/ч. При увеличении скорости движения от 3,6 до 14,4 км/ч значения средних квадратичных отклонений вертикальных ускорений груженой машины возрастают на 49%, однако величина максимальных вертикальных ускорений в кабине оператора не превышала 1,5g.

Проведенный спектральный анализ показал, что процесс вертикальных колебаний лесной погрузочно-транспортной машины, ввиду небольших скоростей движения (до 10,8 км/ч), характеризуется преимущественно низкочастотными составляющими - основные площади энергетических спектров располагаются в частотном диапазоне до 25 Гц с наличием характерных экстремумов при частотах 0,5-1,0; 3,2-4,1; 10,2-15,4 Гц.

Маневренные свойства для лесных колесных машин имеют особенно важное значение, поскольку они эксплуатируются в условиях движения на ограниченных площадях и проездах. Важное значение для определения показателей маневренности имеет учет углов увода, зависящих от особенностей кинематики поворотных устройств машины, эластичности шин и несущей способности грунта. Увод задней оси машины, вызывающий смещение центра поворота, оценивался величиной Δ_E

$$\Delta_E = \frac{L' \operatorname{tg}(\alpha'_2 + \psi_2)}{\operatorname{tg}(\alpha'_1 - \psi_1) + \operatorname{tg}(\alpha'_2 + \psi_2)},$$

где L' - теоретическая переменная база машины; α'_1 и α'_2 - углы поворота передней и задней осей относительно переменной базы; ψ_1 и ψ_2 - углы увода шин передней и задней осей.

При увеличении продольной базы машины с 3,81 до 4,35 м значение величины увода Δ_E возрастает с 2,33 до 2,6 при угле складывания полурам $\Theta=20^\circ$ и с 1,78 до 1,83 при угле складывания полурам $\Theta=40^\circ$. Зависимости радиусов поворота шарнирно-сочлененных секций лесной погрузочно-транспортной машины от углов складывания полурам приведены в табл. 2.

Полученные данные показывают, что с увеличением угла складывания полурам машины значение величины Δ_E уменьшается, а с увеличением продольной базы машины - увеличивается. Увеличение угла складывания полурам приводит к уменьшению минимального и максимального радиуса поворотов задней секции. Так, например, при $\Theta=40^\circ$, с учетом увода шин, они составляют 7,15 и 9,25 м соответственно. Согласно проведенному расчету, наибольшая ширина габаритной полосы движения при повороте лес-

ной погрузочно-транспортной машины при максимальном угле складывания полурам составляет 2,7 м, что удовлетворяет предъявляемым требованиям.

Табл. 2. Показатели маневренности машины с базой 4,35 м

Наименование параметра	Угол складывания*		
	$\Theta=20^\circ$	$\Theta=30^\circ$	$\Theta=40^\circ$
Угол поворота переднего моста, град	13,8	20,9	28
Угол поворота заднего моста, град	6,2	9,2	12,2
Теоретический радиус поворо- та, м	12,1/30,6	7,7/13	5,5/8
Радиусы поворота, м			
передний модуль			
R_{1min}	11,4/30,45	7,15/12,85	5,15/8,05
R_{1max}	13,5/32,55	9,25/14,95	7,25/10,15
задний модуль			
R_{2min}	11,45/29,75	7,15/12,15	4,55/7,15
R_{2max}	13,25/31,85	8,85/14,25	6,65/9,25

* Числитель - без учета увода, знаменатель - с учетом увода шин.

Проведенные расчеты тягово-скоростных показателей показали, что движение машины по горизонтальному участку сухого трелевочного волокна (коэффициент сопротивления качению $f=0,06$ и коэффициент сцепления ведущих колес с опорной поверхностью $\varphi=0,5$) по ее тяговым возможностям обеспечивается на I - VIII передачах, максимально достигаемая скорость движения равна 15,1 км/ч. Движение на подъем, равный 15° , возможно на I и II передачах, а подъем 10° может быть преодолен на IV передаче со скоростью движения 4,5 км/ч при использовании понижающего редуктора. Максимальный преодолеваемый подъем по условию сцепления ведущих колес с поверхностью движения составляет 21° .

Для движения машины по влажному трелевочному волоку ($f=0,08$, $\varphi=0,4$) могут использоваться I-VII передачи КП, а при включенном понижающем редукторе и VIII передача. Максимально возможная скорость движения погрузочно-транспортной машины составляет 12,7 км/ч. Преодоление подъема 10° обеспечивается на III передаче, при использовании

понижающего редуктора - со скоростью движения 4,1 км/ч. Максимально возможный преодолеваемый подъем при движении машины на II передаче составляет 16°.

При движении как по сухому, так и по влажному трелевочным волокам на I передаче реализация максимально возможной касательной силы тяги ограничивается условиями сцепления колес с грунтом. Однако при использовании этой передачи обеспечиваются малые скорости движения, необходимые для выполнения ряда вспомогательных операций (подъезд к погрузочным площадкам, маневрирование в трудных условиях и т.д.).

Проведенная оценка показала, что при увеличении продольной базы лесной погрузочно-транспортной машины до 4,35 м обеспечивается транспортировка сортиментов длиной до 6,5 м, показатели эксплуатационных свойств машины находятся в допускаемых пределах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий М.С., Жуков А.В., Коробкин В.А., Клоков Д.В. Имитационная модель движения лесной колесной транспортно-погрузочной машины //Весці НАНБ. Сер. фіз.-тэхн. навук. 1998. №1. С.25-31.

УДК 629.114

М.С. Высоцкий, академик НАНБ;
С.П. Мохов, доц. БГТУ;
А.В. Рубцов, студент БГТУ;
В.П. Шишло, инженер МАЗ

АВТОПОЕЗДА-СОРТИМЕНТОВОЗЫ НА БАЗЕ ТЯГОВЫХ И ПРИЦЕПНЫХ СРЕДСТВ МАЗ

Are worded need for transport facilities for transportation an short-wood, are brought schemes principles short-wood truck convoy, as well as short-wood truck convoy on the base of cars and trailers an MAZ.

Автомобильный транспорт занимает одно из ведущих мест и является важнейшим компонентом лесозаготовительного производства. При этом наряду с хлыстовой все большее распространение находит и сортиментная вывозка древесины. Для ее реализации необходим специальный транспорт, осуществляющий погрузку сортиментов, их транспортировку и разгрузку. Его применение позволяет осуществлять автономные перевозки, сделать их независимыми от наличия погрузочно-разгрузочных средств, что очень важно при применении данного технологического процесса лесосечных работ с заготовкой сортиментов. Необходимость выпуска автопоездов-сортиментовозов определяется грузовой работой по перевозке круглых лесоматериалов, которая для лесозаготовительных пред-