

УДК 630.31

А.В. Жуков, профессор

Д.В. Клоков, ассистент

В.Н. Лой, аспирант

ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНАЯ МАШИНА МЛ-131

The arguments are justified and the outcomes of service tests of forwarder ML-131 are indicated

Согласно стратегического плана развития лесного хозяйства Республики Беларусь намечается рост размеров лесопользования, а также реконструкция и модернизация лесозаготовительного производства. Объем годовых заготовок по главному и промежуточному пользованию планируется увеличить к 2015 году в полтора раза.

Решения данной задачи требует применения новых лесных машин и оборудования. При участии Министерства лесного хозяйства, концерна "Беллесбумпром", БГТУ, на МТЗ на базе узлов и агрегатов трактора "Беларус" создано колесное шасси типа 4К4 с шарнирно-сочлененной рамой и, на его основе, погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354. Однако, данная машина имеет ограничения по грузоподъемности и давлению на.

Указанные недостатки устраняются при применении конструктивной схемы лесных машин типа 6х6. Поэтому создание колесного шасси такого типа является исключительно важной задачей.

Минским тракторным заводом совместно с ОАО ЦНИИМЭ и БГТУ разработан и изготовлен опытный образец колесного сортиментовоза МЛ-131 (рис. 1). Машина имеет собственную массу 11 т, грузоподъемность 10 т, длина перевозимых сортиментов 2-6,5 м. На машине установлен манипулятор с грузоподъемным моментом 65 кН·м и максимальным вылетом 7 м.

При обосновании компоновочных параметров лесного колесного шасси типа 6К6 была проведена оценка технико-эксплуатационных показателей при его движении в типичных условиях эксплуатации.

Комплекс исследований по определению параметров колебаний динамической системы, эквивалентной проектируемому шасси с установленным на нем технологическим оборудованием для погрузки и транспортировки сортиментов был произведен на основе расчетной схемы динамической системы [1] лесной погрузочно-транспортной машины. Особое внимание было уделено обоснованию параметров тандемной тележки [2].

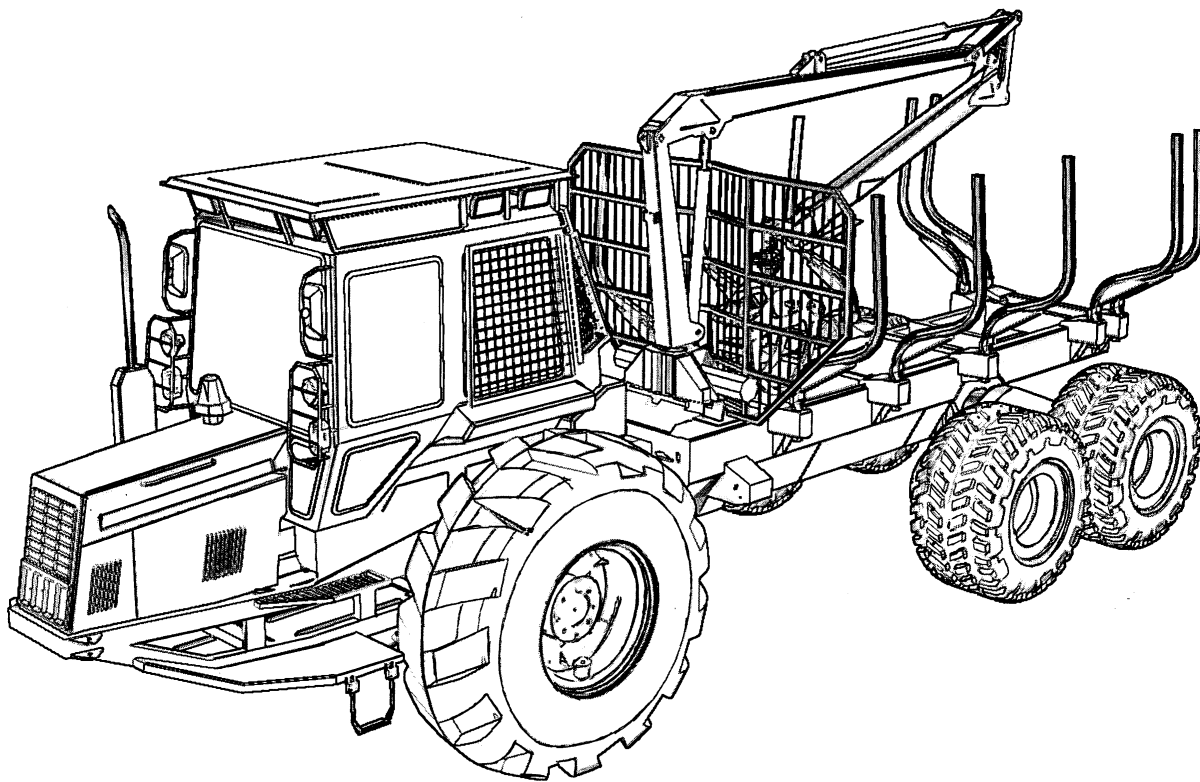


Рис. 1. Погрузочно-транспортная машина «Беларус» МЛ-131

Результаты проведенных исследований показали, что на коэффициент перераспределения сил тяги по колесам тандемной тележки, как порожней, так и груженой машины основное влияние оказывают условия движения, учитываемые коэффициентами сопротивления качению f и сцепления φ ; тип привода в тележке, соотношение плеч балансира, радиус колеса r_k , высота расположения оси балансира h_b относительно осей колес, соотношение вертикальных жесткостей шин $s_{ш}$, а также параметры неровностей волока и скорости движения.

По результатам оценки плавности хода сортиментовоза получены данные по характеру изменения динамических реакций на колесах балансирной тележки, отражающему влияние неровностей пути, грузоподъемности машины, а также других конструктивных параметров.

Установлено, что характер взаимодействия опорной поверхности с колесами балансирной тележки существенно отличается от взаимодействия с ней колес передней оси. Анализируя спектральные плотности распределения динамических реакций на переднем мосту и тандемной тележке при движении по пасечному волоку, можно сказать, что нагруженность переднего моста машины по сравнению с тандемной тележкой значительно выше. При сравнении спектров динамических

реакций на колесах тандемной тележки установлено, что с увеличением скорости движения экстремумы спектров смещаются в область больших частот – 25...30 Гц, изменяется их вид и характер. Экстремумы кривых спектральных плотностей для переднего и заднего борта тандемной тележки показывают, что при максимальной нагрузке и скорости движения 3,6 км/ч, заднее колесо догружается в среднем на 30...35%; при скорости 10,8 км/ч – на 35...40%. При этом, возникающие реактивные моменты могут приводить к снижению тягово-сцепных свойств лесной машины, увеличению циркулирующей в тележке паразитной мощности и повышению износа шин. Следовательно достижение равномерного или близкого к нему распределения сил тяги по колесам тележки обеспечит снижение вероятности возникновения ограничений по сцеплению колес, приводящих к разрушению структуры почво-грунта и его уплотнению, т.е. повышению экологической совместимости системы движитель-лесная почва.

Анализ кривых распределения показывает, что для балансирной тележки с симметричным дифференциалом, планетарным редуктором и конечной зубчатой бортовой передачей, происходит перераспределение динамических реакций по колесам. При скорости движения 3,6 км/ч вероятно возникновение нагрузок до 40 кН на оба колеса тележки, при $v = 10,8$ км/ч - до 60 кН, при этом перегрузка шин исключается.

На втором этапе рассматривалась жесткая модель балансирной тележки с учетом ее нагружения динамическими силами. В расчет принимались: условия движения – по коэффициентам φ и f для сухого и влажного, а также зимнего трелевочного волоков; а также параметры балансирной тележки – база L_B и весовые параметры.

Установлено, что с ухудшением условий движения при $\varphi \rightarrow \min$, $f \rightarrow \max$, происходит снижение перераспределения нагрузок. Это подтверждает необходимость введения в конструкцию отключаемого привода тандемных тележек. Рассматривая наиболее приемлемый вариант машины с базой 4,66 м, можно отметить что диапазон изменения ΔR имеет величину 10...15 кН. При базе машины 3,66 и 5,66 м величина ΔR составляет соответственно 12,7...19,1 и 7,3...11 кН. Наибольшее значение ΔR соответствует базе тележки 1,33 м, меньшее – 1,53 м.

Исследования показали, что с одной стороны необходимо стремиться выбирать параметры балансирных тележек, которые обеспечивают достаточные тягово-сцепные показатели, а с другой - учитывать и другие важные свойства, такие как маневренность, управляемость, нагруженность элементов несущей системы, особенно шарнира.

На рис. 2 представлена зависимость изменения нагрузок на колесах тандемной тележки от основных влияющих факторов, которые подтверждает сделанные ранее выводы.

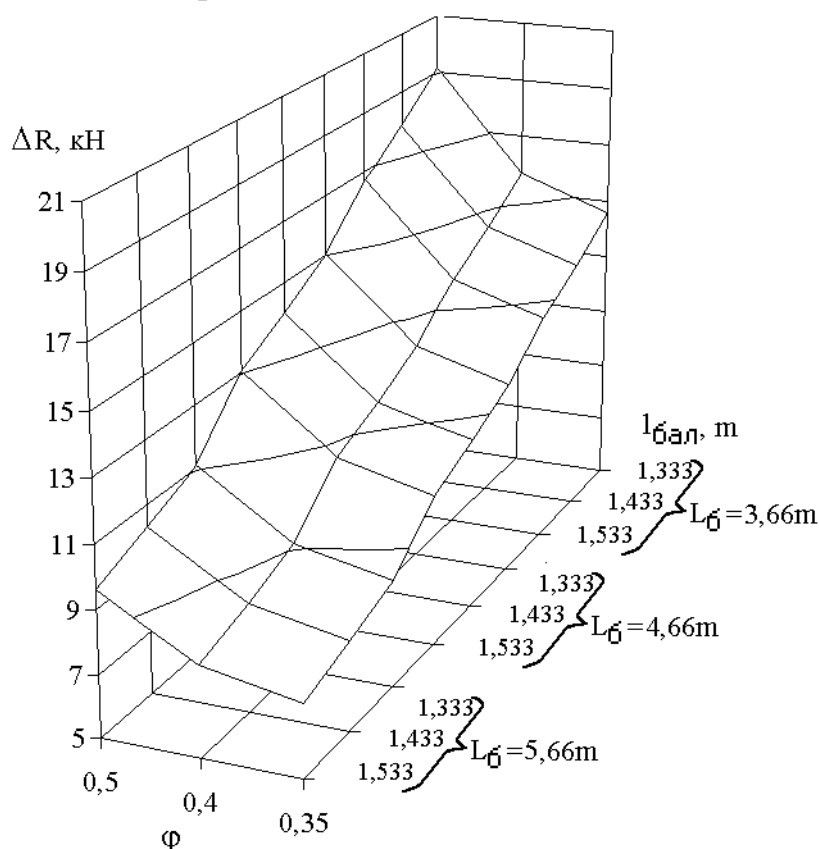


Рис. 2. Зависимость перераспределения реакций (ΔR) на колесах балансирной тележки от базы балансира ($l_{\text{бал}}$), базы машины ($L_{\text{б}}$) и условий движения (φ)

Опытный образец машины МЛ-131 в настоящее время, проходит эксплуатационно-технологические испытания на предприятии ОАО "Молодечнолес". Природно-производственные условия лесосеки, отведенной для испытаний погрузочно-транспортной машины, характеризуются следующими показателями: средний объем хлыста – $0,17 \text{ м}^3$, состав насаждения – 9С1Е+Б, длина заготавливаемых сортиментов составляла 4...6 м.

В состав технологического процесса заготовки сортиментов с использованием форвардера МЛ-131 входят следующие операции: валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты бензиномоторной пилой "Husqvarna" у пня. Валка производилась таким образом, чтобы ликвидная древесина размещалась вблизи сортиментной полосы, а сучья вблизи волока. После заготовки сортиментов, машина задним ходом заезжала по волоку вглубь пасеки и при движении к погрузочной площадке производила сбор и погрузку сортиментов гидроманипулятором на грузовую платформу. Закончив набор веза,

машина двигалась к лесовозной дороге, где сортименты выгружались в соответствующие штабели для последующей погрузки на лесовозный транспорт.

Результаты хронометражных наблюдений испытываемой машины представлены на рис. 3. Анализируя данные хронометражных наблюдений работы погрузочно-транспортной машины МЛ-131, установлено, что наибольшее время расходуется на набор пачки.

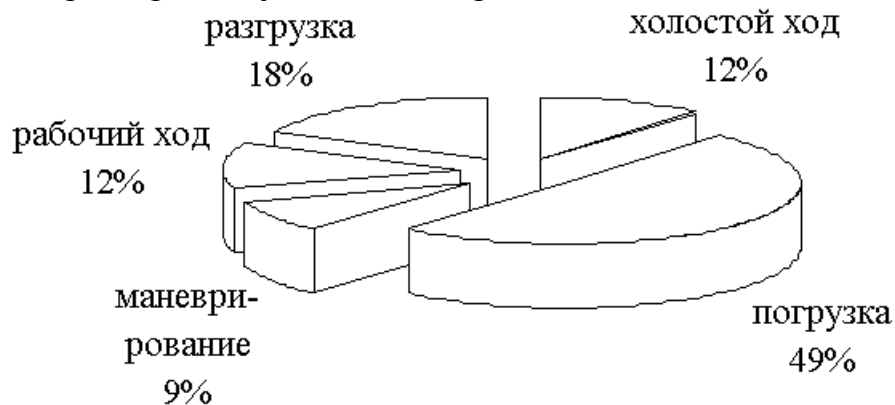


Рис. 3. Диаграмма средних показателей времени одного рабочего цикла машины МЛ-131

Эксплуатационная эффективность оценивалась часовой производительностью в зависимости от расстояния трелевки ($L_{тр}$). Для решения этой задачи был поставлен многофакторный пассивный эксперимент, при котором решалась интерполяционная задача, целью которой являлось построение поверхности отклика в пространстве изменения факторов.

Решением уравнения регрессии получена математическая модель, описывающая функцию отклика:

$$Z = 2,113 + 0,624 \cdot l_c + 0,001 \cdot L_{тр} + 0,036 \cdot l_c^2 - 0,001 \cdot l_c \cdot L_{тр}$$

Для полученных уравнений регрессии расчетное значение критерия Фишера удовлетворяет условию адекватности.

На рис. 4 представлена поверхность отклика для часовой производительности

Из графика видно, что производительность зависит от рейсовой нагрузки и расстояния трелевки. Так, при увеличении расстояния трелевки от 150 до 700 м часовая производительность уменьшается в 2,1 раза. При изменении объема пачки с 10 м^3 до 6 м^3 производительность уменьшается в 2,5 раза. Полученные предварительные данные позволили установить, что в рассматриваемых природно-производственных условиях, при расстоянии трелевки 300 м, часовая производительность в среднем составляет $5,2 \text{ м}^3$.

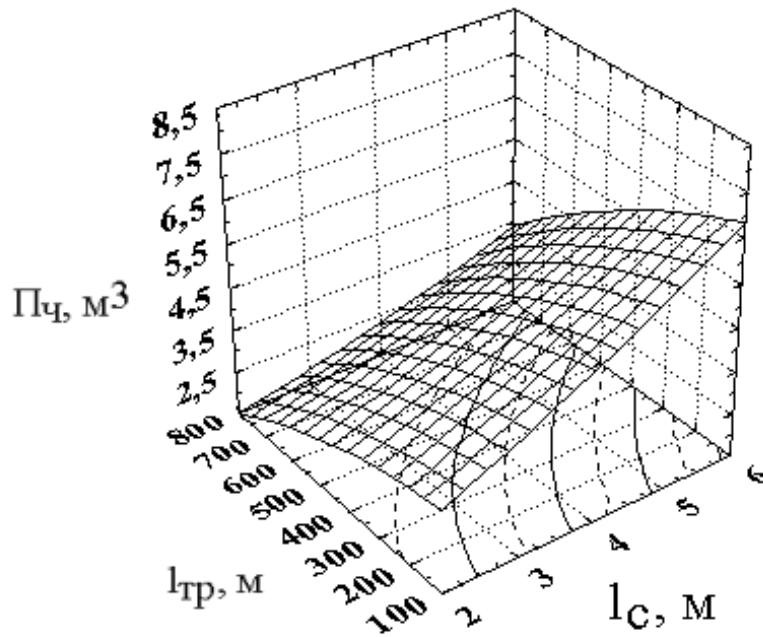


Рис. 2. Поверхность отклика для часовой производительности

Применение таких машин позволит осуществить внедрение новых прогрессивных технологических процессов заготовки и вывозки древесины в сортиментах и обеспечить соблюдение современных экологических требований.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Высоцкий, А. В. Жуков, В. А. Коробкин, Д. В. Клоков. Имитационная модель движения колесной транспортно-погрузочной машины.// Весці НАНБ. Сер. фіз.-тэхн. навук. 1998. №1. С. 25-31.
2. А. В. Жуков, А. Р. Гороновский, М. К. Асмоловский. Обоснование параметров тандемной тележки погрузочно-транспортной машины.// Тр. БГТУ. Выпуск VII. – Мн., 1999. С. 33-38.