

menov, I. Khaustov, A. Khvostov, A. Popov // Advances in Environmental Biology. –2014. – № 8 (10). – P. 283-289.

3. Попов А.П. Системный анализ, моделирование и управление периодическим процессом термоокислительной деструкции полимеров в растворе: Дис. ... канд. тех. наук. Воронеж: ВГУИТ, 2015. – С. 99-104.

4. Моделирование спектров механических потерь в эластомерах семейством универсальных распределений Пирсона [Текст] / В.К. Битюков, С.Г. Тихомиров, А.А. Хвостов, М.А. Зайчиков // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – №4(30).– С. 220-224.

УДК 630.377.4

В.С. Исаченков, ассист.;

В.А. Симанович, доц., канд. техн. наук  
(БГТУ, г. Минск);

С.С. Карпович, канд. техн. наук  
(БНТУ, г. Минск);

А.Ю. Сулимчик, студ.;

К.С. Обламский, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕСНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ С ПРИЦЕПНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ, КАК ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА**

В Республике Беларусь в настоящее время по хлыстовой технологии трелевки заготавливается около 1,7 млн. м<sup>3</sup> древесного сырья. Для такой технологии лесозаготовок основной проблемой является преодоление участков трелевочного и магистрального волоков со слабой несущей способностью грунтов. Поставленная задача может быть решена оснащением колесных трелевочных машин (КТМ) прицепным технологическим оборудованием (ПТО), что позволит перераспределить нагрузки и крутящие моменты на полуосях КТМ, увеличить проходимость, снизить затраты времени, тем самым увеличить производительность.

**Постановка задачи.** Разработать математическую модель движения КТМ с ПТО, и определить его основные параметры.

Задача была решена разработкой математической модели на основе синтеза динамических звеньев входящих в систему КТМ с ПТО при различных вариантах опорной системы и конструктивных типов технологического оборудования [1, 2].

В качестве основной модели КТМ принимался базовый трактор МТЗ-82.1. Выбор расчетно-кинематических и весовых параметров сравниваемых систем проводился на основе анализа показателей, оказывающих преимущественное влияние на динамику поведения всей транспортной системы: статистические величины крутящего момента на передних и задних полуосях; величины вертикальных ускорений в центре тяжести сравниваемых вариантов технологического оборудования; величины вертикальных ускорений водителя и сиденья [3, 4].

При составлении дифференциальных уравнений, входящих в математическую модель принимались следующие допущения: машина рассматривается как плоская симметричная система относительно продольной оси в вертикальной плоскости, проходящей через центр тяжести машины; машина движется по опорной поверхности прямолинейно, без спусков и подъемов; колебания масс системы малы; упругие характеристики шин и других упругих элементов линейные или кусочно-линейные, а силы сопротивления пропорциональны скорости деформации; высоты микронеровностей трелевочного волокна под колесами правой и левой колеи усредняются; высокочастотные колебания элементов трансмиссии как с сосредоточенными, так и с распределенными параметрами не рассматриваются; колебания в поперечной плоскости не связаны с продольно-вертикальными; беговая дорожка шины рассматривается в виде безинерционного обруча с радиусом, равным радиусу качения, а контакт колеса с дорогой точечным; шины имеют постоянный контакт с микропрофилем без пробуксовки и бокового проскальзывания; жесткость шин, подвески переднего моста, трансмиссии, ПТО и пачки хлыстов постоянны. Такие допущения позволили минимизировать количество обобщенных координат рассматриваемых моделей.

Рассматривались следующие типы технологического оборудования: в первом варианте выбрано канатно-чокерное технологическое оборудование; во втором варианте – гидрозажимной коник; а в третьем варианте – пачковый челюстной захват с гидроприводом, размещенный на специальной арке. В качестве опорной системы рассматривались одноосный, двухосный и трехосный модули, а также балансирная тележка.

Разработанный математический аппарат дал возможность получить в системе высокоуровневого программирования MATLAB 7.11.0 (R2010b) матрицы численных значений отклонений степеней свободы моделей, первые производные этих отклонений и соответствующие им моменты времени протекания процесса, что позволило определить все необходимые параметры оценки динамической

нагруженности КТМ, оснащенной различным по типу решению ПТО [3, 5].

Анализ проводился по результатам теоретических исследований, полученных при одинаковом объеме пачки деревьев, скорости перемещения КТМ и микропрофиле трелевочного волока. Критерием оптимизации явился выбор минимальные значения максимумов нормированных спектральных плотностей ускорений рассматриваемых обобщенных координат, а весовые и геометрические размеры ПТО были определены изменением входящих в динамическую систему параметров.

**Заключение.** Введение в конструкцию технологического оборудования для колесной трелевочной машины опорной оси и использование канатно-чокерного, по сравнению с другими типами, технологического оборудования позволяет минимизировать показатели энергетических затрат и динамической нагруженности в процессе трелевки при работе на грунтах с низкой несущей способностью.

Диапазон варьирования параметров одноосного канатно-чокерного ПТО составляет следующие величины: масса – 0,4...0,6 т; высота центра тяжести – 0,8...1,0 м; расстояние от заднего колеса машины до центра тяжести ПТО – 0,6...1,0 м; длина подвеса пачки хлыстов – 0,3...0,5 м; вертикальная жесткость шин опорной оси – 30...40 кН/м; вертикальную и горизонтальную приведенные жесткости сцепки – 0,9...1,05 кН/м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченков, В. С. Математическая модель колесной трелевочной машины /В. С. Исаченков, В. А. Симанович. // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2011. – Вып. XIII. – С.75–81.
2. Исаченков В. С., Симанович В. А. Обоснование параметров канатно-чокерного технологического оборудования // Труды БГТУ. 2012. № 2 (149): Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 39–42.
3. Силаев, А. А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин /А. А. Силаев. – М.: Машиностроение, 1972. – 192 с.
4. Протас П. А., Клоков Д. В. Аналитическое исследование процесса взаимодействия колесных трелевочных машин с пачкой хлыстов и волоком // Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика. –2014 – Т. 2: № 5–4. С. 256–260.
5. Бендат, Дж. Измерение и анализ случайных процессов: пер. с англ. /Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1974. – 463 с.