

Д.А. Кононович, зав. лаб.;
В.А. Симанович, доц., канд. техн. наук;
А.И. Смян, инж., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСА МАШИН ДЛЯ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

Процесс сбора и транспортировки лесосечных отходов в валы на лесосеке сопровождается значительными динамическими нагрузками, связанными с технологическими особенностями заготовки такого вида древесного сырья. Осуществляя челночные движения по лесосеке машина для сбора лесосечных отходов воспринимает различные динамические нагрузки от пней, корней, камней, ям и иных неровностей волока. Такие нагрузки негативно влияют на прочность конструкции лесной машины и ее топливную экономичность, воздействуют на оператора. Для снижения их отрицательного влияния требуется проведения ряда теоретических и экспериментальных исследований. Их неотъемлемой частью является создание подробной математической модели машины для сбора лесосечных отходов. В связи с этим существует необходимость разработки математической модели для оценки характера возмущающих воздействий на базовый трактор, установления путей снижения динамических нагрузок, а также для разработки рекомендаций по выбору рациональной компоновки технологического оборудования с базовым трактором. Разработанная расчетная схема динамической системы комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов (рис. 1).

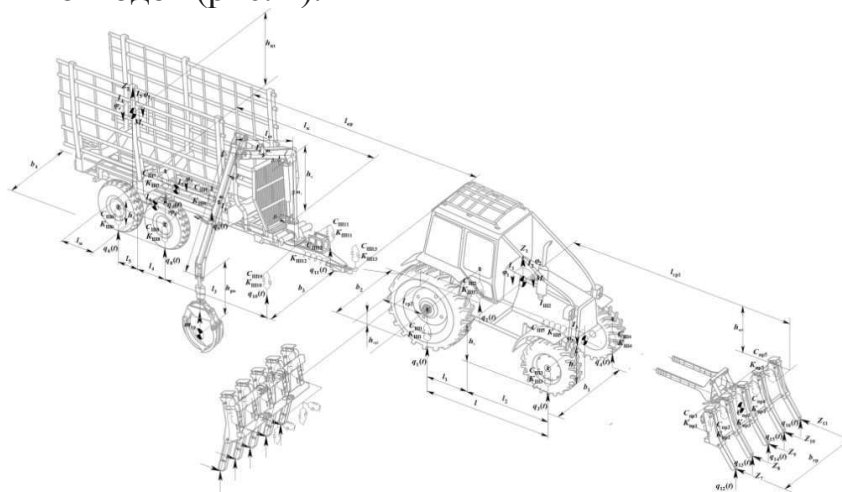


Рисунок 1 – Расчетная схема динамической системы

Данная схема имеет девять степеней свободы и описывает вертикальные, продольные и поперечные угловые колебания. Положение

проектируемого комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов определяется следующими обобщенными координатами: вертикальным перемещением центров тяжести – Z_1, Z_2 , угловыми перемещениями трактора в продольной и поперечной плоскости φ_1 и φ_2 , угловым перемещением переднего моста трактора в поперечной плоскости – φ_3 , угловыми перемещениями полуприцепа в продольной и поперечной плоскости – φ_4 и φ_5 , угловым перемещением балансиров полуприцепа в продольной плоскости – φ_6 и φ_7 . В модели учитывается, что полуприцеп с трактором связан не жестко. Для этого введена упругая связь. При этом модель позволяет рассматривать не только движение комплекса машин, но и изучать процесс погрузки и разгрузки полуприцепа при работе с аутригерами без них.

Модель комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов описывается восьмью массами: масса базового трактора, масса навесного устройства и массу самого технологического оборудования, масса прицепа, масса колонны, стрелы, рукояти манипулятора, масса грейфера.

Для составления системы дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы, которые происходят с комплексом машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов использовали уравнение Лагранжа второго рода (формула 1):

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial R}{\partial q_i} = Q_i \quad (1)$$

где T и Π – кинетическая и потенциальная энергии системы соответственно, Дж; R – диссипативная функция Релея, Дж; q_i – обобщенная координата; Q_i – внешние обобщенные силы, Н. Решение системы дифференциальных уравнений производилось с помощью математического программного обеспечения MathCad 15.

В соответствии с разработанной моделью была проведена оценка ее адекватности. Для этого проводилась оценка изменения распределения реакций под колесами базового трактора при установке технологического оборудования на передней и задней навесной системе.

В соответствии с полученными реакциями установлено, что относительная погрешность при сопоставлении результатов теоретического и экспериментального исследования трактора без технологического оборудования составила 1-3%, при установке технологического оборудования 1-3,7%.

УДК 630*36

С.А. Голякевич, доц., канд. техн. наук;
А.Р. Гороновский, доц., канд. техн. наук;