

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ
САМОЗАГРУЖАЮЩЕГОСЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ

А. А. ЕРМАЛИЦКИЙ, Д. В. КЛОКОВ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

При разработке погрузочно-разгрузочных машин решается задача обеспечения их необходимой статической и динамической устойчивости против опрокидывания при выполнении грузоподъемных и грузопереместительных операций. От этого показателя во многом зависят безопасность работы, динамическая нагруженность элементов системы и в конечном итоге производительность.

Для исследования динамической устойчивости колесных гидроманипуляторных лесопогрузчиков нами разработана имитационная математическая модель «самозагружающийся автомобиль – манипулятор – предмет труда», учитывающая связь вертикальных и угловых колебаний системы, которая позволяет проанализировать динамические процессы на различных режимах, определить влияние параметров системы на работу машины и обосновывать наиболее рациональные параметры базовой машины и манипулятора, а также рассмотреть колебания системы в поперечной и продольной плоскостях.

При составлении расчетной схемы положение гидроманипулятора выбрано поперек продольной оси машины. Внешнее воздействие на систему передается от перемещения штока управляющего гидроцилиндра стрелы ($\Delta\alpha$) при его пуске или торможении.

Дифференциальные уравнения движения колебательных динамических систем получены с помощью уравнения Лагранжа II рода. Для их решения использован наиболее распространенный метод – метод Рунге–Кутты.

По разработанным математическим моделям проведены теоретические исследования процесса подъема древесины гидроманипулятором. Рассмотрено влияние параметров манипулятора и груза – пачки сортиментов (хлыста) на динамические показатели устойчивости.

Результаты вычислений по соответствующей степени свободы показывают, что изменение динамических показателей в системе представляется в виде затухающих колебаний с выделением отдельных экстремумов. В процессе подъема полуподнятого дерева на неустановившихся режимах самыми значительными будут являться амплитуды колебаний приведенной массы, сосредоточенной в точке захвата груза и дискретной массы

хлыста, сосредоточенной в его центре тяжести.

При определенных параметрах системы и скоростях подъема или опускания груза возможно усиление угловых колебаний машины, особенно при расположении гидроманипулятора поперек продольной оси базового тягача. Исследованиями установлено, что одними из параметров, существенно влияющих на величину динамических усилий при работе лесопогрузочной техники, являются жесткость гидроманипулятора и вылет его стрелового оборудования. С целью определения минимальных динамических перемещений и ускорений элементов системы с использованием программного обеспечения было проведено варьирование данных параметров.

Расчеты показали, что величина вылета манипулятора влияет значительно на колебания базовой машины. Так при ее увеличении с 5 до 9 м происходит увеличение всех динамических показателей системы. Увеличение жесткости манипулятора с 200 до 400 кН/м характеризуется снижением угловых перемещений остова машины. Причем значительное их уменьшение достигается при величине жесткости $c_{гм} > 400$ кН/м. Вертикальные перемещения приведенной массы, сосредоточенной в точке захвата груза, уменьшаются на 20-25 %, однако максимальное ускорение данной массы наблюдается при $c_{гм} = 400$ кН/м.

Качественные и количественные показатели переходных процессов зависят от скорости подъема или опускания предмета труда манипулятором. Изменение скорости подъема в значительной степени влияет на вертикальные колебания тягача.

Максимальные значения перемещения $\Delta\alpha$ изменяются не столь сильно, однако характер переходных процессов при увеличении $\Delta\alpha$ отличается главным образом проявлением в составе кривых $\Delta\alpha(t)$ гармоник более высокой частоты. На характер переходного процесса оказывает влияние возмущающей функция, имеющая кусочно-линейный вид. По такому закону перемещается конец стрелы манипулятора под воздействием гидроцилиндра. В диапазоне времени 0,1...0,25 с возникают значительные колебания системы. Полный размах колебаний достигает 0,1 м. При линейной возмущающей функции этого не наблюдается.

При наличии в базовой машине стабилизатора поперечных колебаний уменьшается поперечный крен автомобиля. Так при жесткости стабилизатора равной 30000 кН/м, возможно снижение динамического крена почти в 2,5 раза. При этом угловые ускорения поддрессоренного корпуса изменяются незначительно.

Использование данной модели позволяет оценить поперечную устойчивость при работе гидроманипуляторной техники, определить жесткостные характеристики его элементов, что важно при дальнейших расчетах на прочность лесопогрузочных машин.