

УДК 630*36.001.6
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МАНИПУЛЯТОРА KESLA 1392 H
В СРЕДЕ ANSYS RIGID DYNAMICS

С. А. ГОЛЯКЕВИЧ, А. Р. ГОРОНОВСКИЙ, С. Н. ПИЦОВ,
А. О. GERMANOVICH
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Создание надежных и эффективно функционирующих конструкций лесных машин требует использования передовых методов их проектирования. Для этих целей на современном этапе развития науки наибольшее распространение получили программные пакеты САПР, основанные на использовании методов конечных элементов и оценки динамики деформируемых твердых тел. Применение таких САПР позволяет интенсифицировать процесс проектирования и повысить точность получаемых результатов.

Для моделирования динамики манипулятора Kesla 1392 H харвестера Амкодор-2551 использовался модуль Rigid Dynamics (динамика твердого тела) системы конечно-элементного анализа Ansys. Твердотельная модель манипулятора была предварительно создана в системе твердотельного моделирования Siemens PLM NX и конвертирована в формат Parasolid (.x_t) для последующего внедрения в Ansys.

Составные элементы манипулятора были сгруппированы по отдельным узлам. Для каждой из них была задана собственная система координат. Кинематические связи между деталями манипулятора заданы в ветви Connections дерева проекта при помощи введения в нее группы Joints (шарниры). Группа Contacts задающая параметры контактов в сопряжениях деталей предварительно исключена из расчета. Для каждого контакта в отдельности были заданы допустимые варианты перемещения.

В рассматриваемой конструкции манипулятора тип связи Fixed (фиксированный) применим лишь к деталям отдельных сборочных элементов. К примеру все детали наклонной платформы или стрелы манипулятора соединены между собой неподвижно (Fixed).

Тип связи Revolute (вращение) применим для цилиндрических шарниров соединяющих рукоять со стрелой, стрелу с поворотной станиной и т. д. Штоки и корпуса гидроцилиндров манипулятора должны иметь не только возможность поворота относительно продольной оси, но и скольжения вдоль нее. Для реализации такого движения применен тип связи Cylindrical.

Моделируемая конструкция была зафиксирована в пространстве посредством соединения Body-Ground с типом связи Revolute, который позволил манипулятору вращаться в горизонтальной плоскости.

Оценка соответствия кинематики модели манипулятора его реальной конструкции производилась путем перемещения выбранного элемента шарнира с помощью команды Configure на панели инструментов и

последующего выбора вектора перемещения. Конечное положение конструкции фиксировалось командой Assemble.

При моделировании динамики твердых тел в Ansys нагрузки могут прилагаться только в обусловленных ранее шарнирах. Для моделирования динамики манипулятора использованы следующие типы нагрузок: силы (Force) и моменты (Moment); перемещения (Displacement) и вращения (Rotation); линейные (Velocity) и угловые (Rotation Velocity) скорости; линейные (Acceleration) и угловые (Rotation Acceleration) ускорения.

Тип нагрузки задавался в окне Details of... путем последовательного выбора вектора приложения нагрузки Definition → DOF и ее типа Definition → Type. К примеру для шарнира поворотной платформы выбрано направление приложения нагрузки Rotation Z и тип нагрузки Moment. Действие на конструкцию манипулятора силы тяжести введено в модель с использованием команды Inertial → Standard Earth Gravity.

Особую важность для обеспечения точности расчетов и снижения их продолжительности представляют настройки решателя Ansys в ветви Analysis Settings. В поле Step end time группы Step Controls задано конечное значение времени расчета в секундах. Для интегрирования уравнений сформированных в системе Ansys в поле Time Integration Type группы Solver Controls выбран метод Рунге-Кутты 4-го порядка.

Использование модуля Rigid Dynamics (динамика твердого тела) предусматривает что все тела модели имеют в поле Stiffness Behavior значение Rigid (твердый). Т. е. данные тела являются абсолютно твердыми. Однако известно [1], что детали технологического оборудования лесных машин имеют конечную величину жесткости, что часто оказывает существенное влияние на характер происходящих колебаний и возникающих нагрузок. Наиболее значительный вклад при этом вносят параметры жесткости и демпфирования гидроцилиндров рукояти, стрелы, а также механизма выдвижения телескопического звена. Для учета величин жесткости и демпфирования отдельных деталей манипулятора в Ansys используются специальные элементы взаимодействия между телами Body – Body → Spring (пружины).

В полях Longitudinal Stiffness и Longitudinal Damping для каждого элемента Spring установленного между корпусом и штоком гидроцилиндра по направлению его растяжения и сжатия указаны соответственно величины жесткости (Н·м) и демпфирования (Н·с/м) гидроцилиндра. При этом величины жесткости введены в виде последовательности значений усилия (Н) от деформации пружины (м) согласно исследованиям [1]. На основе проведенного моделирования выполнена оценка амплитудно-частотных характеристик колебаний манипулятора при выполнении различных операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Голякевич, С. А.** Повышение надежности несущих конструкций многооперационных лесозаготовительных машин выбором режимов работы на основе энергетического потенциала : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск : 2013. – 24 с.