

УДК 630*36
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СХЕМА МАНИПУЛЯТОРА
ВАЛОЧНО-СУЧКОРЕЗНО-РАСКРЯЖЕВОЧНОЙ МАШИНЫ

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

На долю выходов из строя несущих конструкций приходится 15–20 % от общего количества поломок валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин (харвестеров). Время простоя по этим причинам достигает 10–30 дней на отказ, что составляет 35–40 % от общей продолжительности простоев по различным причинам. Значительное время простоев связано с невозможностью ремонта несущей конструкции харвестера «на месте» и необходимостью транспортировки техники в специализированные ремонтные мастерские, а в некоторых случаях и непосредственно на завод изготовитель. Все это приводит к снижению объемов заготавливаемой древесины и значительным экономическим потерям лесозаготовительных предприятий.

Для повышения надежности несущих конструкций с помощью разработанной динамической пространственной схемы колебаний манипулятора харвестера произведен анализ режимов нагружения. Схема учитывает линейные и угловые колебания манипулятора в трех плоскостях и описывается 8 обобщенными координатами. Основанная на ней математическая модель позволяет получать значения динамически изменяющихся опорных реакций в местах установки манипулятора на технологической полураме харвестера, а также учитывать одновременное влияние сразу нескольких технологических операций. Математическое описание получено путем составления системы уравнений Лагранжа 2-го рода с последующим ее решением в программном пакете MathCAD 15.

Для определения усилий, действующих на несущую систему харвестера, рассмотрен ряд характерных нагрузочных режимов: отрыв дерева от пня при минимальном и максимальном предварительном натяге, протаскивание дерева в харвестерной головке, протаскивание дерева с одновременным поворотом манипулятора на и от дерева и перемещение манипулятора с деревом без протаскивания.

Протаскивание дерева в харвестерной головке было разделено на два периода: разгон – при движении харвестерной головки в безсучковой зоне ствола и равномерное ее движение в сучковой зоне. Усилия, воздействующие на манипулятор при разгоне харвестерной головки, зависят как от параметров самого дерева, так и от характеристик привода харвестерной головки и манипулятора. Поэтому рассмотрение

нагруженности несущей конструкции харвестера должно выполняться комплексно.

Установлено, что на этапе разгона харвестерной головки на величину усилий, возникающих в месте подвеса ее на рукояти манипулятора, наибольшее влияние оказывают силы инерции дерева. При различных начальных ускорениях их величина колеблется от 25 кН (при ускорении протаскивания $a_{\text{прот}}=20 \text{ м/с}^2$), до 49 кН (при $a_{\text{прот}}=40 \text{ м/с}^2$) в случае протаскивания дерева с $d_{1,3}=40 \text{ см}$. Значительные величины ускорений при разгоне харвестерной головки обусловлены необходимостью достижения рабочих скоростей протаскивания еще в безсучковой зоне ствола дерева, которая различна для деревьев разного породного и возрастного состава.

Анализ полученных данных позволил установить, что при протаскивании деревьев в харвестерной головке, на опорах манипулятора могут возникать динамические опорные реакции большие, чем при отрыве дерева от пня при максимальном вылете на величину до 130 кН. Полученные результаты позволяют утверждать, что значения максимальных опорных реакций достигаются на операции обрезки сучьев, при вылете манипулятора, составляющем 80-85 % максимального. Коэффициенты динамичности системы зависят от изменения угла установки манипулятора в горизонтальной плоскости и находятся в пределах от 1,13 до 1,36.

Рассмотрение режимов работы технологического оборудования, влияющих на нагруженность несущей конструкции, позволило предложить новый подход к выбору параметров их привода на основе функции энергетического потенциала производительности. Указанная функция учитывает распределение деревьев в лесах по диаметру, мощность, требуемую для обработки таких деревьев и общую производительность работы харвестера в заданных природно-производственных условиях. Харвестерная головка, привод которой разработан при учете функции энергетического потенциала производительности, имеет различную скорость протаскивания деревьев с различными параметрами. Для деревьев с большим диаметром скорость протаскивания будет автоматически уменьшаться согласно параметрам системы управления по нагрузке гидропривода харвестерной головки.

Реализация предлагаемого подхода позволяет снизить требуемую мощность привода и нагруженность несущей конструкции харвестера за счет изменяемой скорости протаскивания деревьев с различными параметрами, при незначительном уменьшении производительности харвестера.