

УДК630*372

А. О. Шошин, асп., С. П. Мохов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
В.А. Коробкин, зам. ген. конструктора, д-р техн. наук (ОАО МТЗ, г. Минск)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА
ТРЕЛЕВКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ КАНАТНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ
УСТАНОВКОЙ НА БАЗЕ ТРАКТОРЕ МТЗ 1221**

Фундаментальные основы в области канатного транспорта и общей теории стального каната заложили Дукельский А.И., Савин Г.Н., Горошко О.А., Малиновский В.А., Качурин В.К., Глушко М.Ф. и др. Исследованием работы канатных трелевочных установок занимались известные советские и зарубежные ученые, такие как Алябьев В.И., Коротяев Л.В., Белая Н.М., Ходосовский М.В., Скобей В.В., Мартинцив М.П., Адамовский Н.Г., Матвеев Э.Н., Лыко Я.А., Бадера И.С., Бариляк В.В., Рудько И.М. и др.

Изучались вопросы динамики канатной системы при выполнении операций трелевки, подъема, стопорения лесоматериалов, множество трудов посвящено математическому моделированию работы стального каната в виде гибкой нити и др. При этом авторами незаслуженно был оставлен без внимания вопрос взаимодействия канатной системы и естественных препятствий, возникающих при трелевке. Данный вопрос особенно актуален для природно-производственных условий заболоченных лесосек Республики Беларусь, характерной особенностью для которых являются высокие пни порослевого происхождения.

Важной особенностью процесса перемещения лесоматериалов волоком или в полуподвесном положении является возникновение в канатной трелевочной системе фрикционных релаксационных автоколебаний. Такие автоколебания отличаются от гармонических и сопровождаются остановками и скачками скорости. Данная особенность была учтена в разработанном математическом описании.

Принципиальными отличиями от уже существующих расчетных моделей является возможность учитывать геометрические размеры препятствия при выполнении трелевки и подтрелевки, введение полиспафта в линию тягово-подъемного каната, учет особенностей мобильного транспортного средства и металлической опоры.

При разработке математического описания, включающего 21 степень свободы, использовались уравнения Лагранжа 2-го рода, которые в отличие от способов с использованием 2-го закона Ньютона и принципа Германа-Эйлера-Даламбера, наиболее подходит для описания сложных колеблющихся систем.

Были приняты допущения для исключения излишней усложненности модели, которые не должны значительным образом влиять на точность:

– привод канатной установки принимаем эквивалентным системе,

представленной в виде сосредоточенных масс, которые соединены между собой упругими и диссипативными элементами.

- несущий канат имеет форму двух цепных линий, пересекающихся в месте нахождения грузовой каретки;

- влияние промежуточных и конечных опор на изменение жесткости системы учтено с помощью приведенного модуля упругости системы канат-опоры;

- тягово-грузоподъемный и возвратный канаты рассматриваются как нагруженные собственным весом идеально гибкие упруго-вязкие нити, в виде реологической модели вязко-упругоготела Кельвина-Фойгта;

- массы жестких тел являются постоянными (за исключением переменной массы и моментов инерции приводных барабанов);

- коэффициенты продольной жесткости подвижных канатов являются переменными и зависят от длин участков канатов между грузовой кареткой и приводом;

- положение любой сосредоточенной массы в любой момент движения можно определить через соответствующие координаты (угловые – для масс, осуществляющих вращательное движение, и линейные – для масс с поступательным движением);

- конструктивные элементы привода с большими массами и жесткостями считают абсолютно жесткими с массой, сосредоточенной в центре тяжести;

- коэффициенты крутильной жесткости упругих элементов привода являются постоянными;

- участки подвижных тягово-грузоподъемного и обратного канатов рассматривают как гибкие нити, которые работают только на растяжение. Характер деформации подвижных канатов принят линейным, а общее перемещение сечений каната принято условно продольным;

- сила трения скольжения лесоматериала по волоку без препятствий задается уравнением фрикционных релаксационных автоколебаний;

- диссипативные силы пропорциональны скорости деформации упругих звеньев (упруго-вязкие свойства подчиняются гипотезе Фойгта);

- поперечные и крутильные колебания подвижных канатов не учитываются;

- диссипативная функция имеет линейный характер и зависит от коэффициентов сопротивления движению отдельных элементов установки.

Вывод: разработанное математическое описание процесса работы мобильной канатной трелевочной установки в виде нестационарной, голономной, детерминированной системы позволит определять нагрузки в основных узлах системы в зависимости природно-производственных условий и выполнять расчет необходимой мощности привода установки.