

Анализ зависимостей (1)—(14) показывает, что  $b_n$  и  $K_n$  не зависят от марки грейфера. Отклонение подсчитанных по формулам значений от экспериментальных величин не превышает 10 %.

Формулы (1)—(14) могут быть использованы как при проектировании радиальных грейферов, так и в процессе эксплуатации их в производственных условиях на штабелевке, сброске на воду и погрузке круглых лесоматериалов в вагоны МПС.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при обосновании процесса выгрузки бревен из грейфера на «весу» на примере сброски круглых лесоматериалов на воду в сплав с использованием кранов-лесопогрузчиков башенного типа БКСМ-14ПМ2 и КБ-572. В шести ТПО таким способом ежегодно сбрасывают на воду до 1 млн м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов. Рабочий момент выгрузки бревен из грейфера на «весу» показан на рисунке.

Применение такой технологии по сравнению с опусканием грейфера с пачкой бревен на воду обеспечивает повышение производительности труда на 25 %. Примером использования кранов-лесопогрузчиков башенного типа на выгрузке бревен из грейфера на «весу» может быть приречный склад Заозерного лесопункта Шалакушского леспромхоза производственного объединения Вельсклес. На этом приречном складе четыре крана КБ-572, оснащенные грейфером, ежегодно штабелюют 170 тыс. м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов и за короткий весенний период этот объем сбрасывают на воду в сплав (по р. Моше) с производительностью до 500 м<sup>3</sup> в смену.

Поступила 10 февраля 1989 г.

УДК 630\*377.44.001.4/5

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЕСНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ СИСТЕМЫ

Г. М. АНИСИМОВ, Д. В. ПАМФИЛОВ, В. Д. ВАЛЯЖОНКОВ,  
В. П. СЕРГЕЕВ, А. М. КОЧНЕВ

Ленинградская лесотехническая академия  
Брянский технологический институт  
КарНИИЛП

Совершенствование эксплуатационных свойств — одна из центральных проблем, определяющих повышение производительности и техническое совершенство лесосечных машин. Для существующих колесных трелевочных тракторов, имеющих бесподвесочную конструкцию ходовой системы, актуальной задачей является снижение колебаний и повышение плавности хода и устойчивости. Цель работы — обоснование новых технических решений, направленных на снижение боковых колебаний системы и комплексное повышение плавности хода, устойчивости против бокового опрокидывания.

Традиционным путем снижения как вертикальных, так и боковых колебаний транспортного средства является оптимизация параметров системы поддрессоривания остова машины. В конструкции колесных трелевочных тракторов для обеспечения высокой проходимости заложен увеличенный дорожный просвет и применяется шарнирно сочлененная несущая система, повышающая тягово-сцепные свойства. Однако сочлененность несущей системы определяет выключение стабилизирующих моментов одной секции при опрокидывании другой, а увеличенный дорожный просвет — повышение расположения центров тяжести. Введение системы поддрессоривания остова, сопровождающееся увеличением вер-

тикальных координат центров тяжести секций и ростом боковых кренов за счет поперечной податливости рессор, еще больше ухудшает боковую статическую устойчивость трактора, приводя к ослаблению эффекта от снижения его колебаний. Подрессоривание сиденья тракториста или кабины трактора позволяет повысить плавность хода, но не решает проблемы поперечной устойчивости.

Для снижения боковых колебаний трелевочной системы, комплексного повышения плавности хода и устойчивости было предложено устройство для полуподвешенной трелевки, включающее систему управления длиной подвеса пачки (серьги пачкового захвата) при помощи гидрообъемного привода. Предусматривалась установка в шарнире, обеспечивающем поперечное раскачивание пачки, комбинированного демпфера сухого и внутреннего трения, а также применение упруго-включенного демпфера в горизонтальном шарнире сочленения полурам для гашения относительных поперечно-угловых колебаний полурам трактора\*.

Для оценки потенциальных возможностей разработанных технических решений проводили как теоретические, так и экспериментальные исследования. На ЭВМ ЕС-1022 решали математическую модель совместных пространственных колебаний трактора и полуподвешенной пачки при возбуждающем воздействии неровностей волока детерминированного и стохастического характера. Микропрофиль волока типичен для лесопромышленного района Европейский Север. При разработке математической модели учитывали шарнирно сочлененную конструкцию несущей системы трактора, радиальную и боковую упругость шин, изгибную жесткость трелемой пачки. Объектами исследований были трелевочные системы на базе трактора ЛТ-157 и макетного образца специального лесопромышленного трактора ТКЛ-1 Онежского тракторного завода. При испытаниях использовали комплекс виброизмерительной аппаратуры ВИБ-6ТН, гироскопические авиагоризонты АГБ-3К, потенциометрические преобразователи угловых перемещений. Результаты экспериментальных исследований доказали адекватность предложенной математической модели колебаний трелевочной системы.

Для расчета параметров демпферов определяли амплитудно-частотные характеристики перемещений и ускорений трелевочной системы при различных значениях демпфирующих сопротивлений. Их рациональные значения вычисляли с учетом ограничений на перемещения секций системы для обеспечения безотрывности движения шин по условиям безопасности и уменьшения их износа.

На рис. 1, 2 приведены средние квадратичные ускорения системы, движущейся по микропрофилю волока случайного характера (средняя квадратичная высота неровностей 0,036 м) при установке демпферов с коэффициентом сопротивления 50 и 65 кН·м·с/рад. В расчетном диапазоне скоростей движения 1,5...3,5 м/с снижение поперечных ускорений на сиденье тракториста составило 25...40%. Ускорения передней секции уменьшились на 13...31%. Ускорения поперечных кренов задней секции и раскачивания пачки снизились соответственно на 55...67 и 51...71%. Ускорения рыскания задней секции уменьшились на 38...44%, за исключением диапазона скоростей 1,9...2,2 м/с, определяющих отрицательное гашение.

Введение демпферов в сочленения звеньев трелевочной системы, наряду с гашением ускорений, усиливает связь колебаний секции трактора, которая у существующих тракторов весьма слаба вследствие

\* А. с. 1150143 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 62 D 53/02. Составная рама транспортного средства / Г. М. Анисимов, Д. В. Памфилов, С. А. Осмаков, А. В. Опеньшев (СССР).— № 3659316/27-11; Заявлено 05.11.83; Оpubл. 15.04.85, Бюл. № 14 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 14.— С. 55.

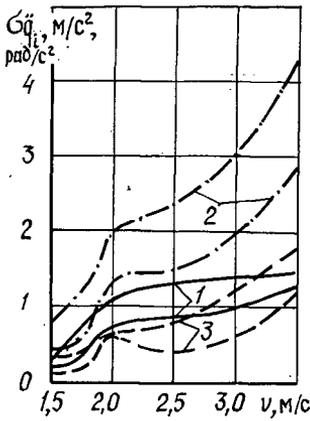


Рис. 1. Средние квадратичные ускорения передней секции трелевочной системы в зависимости от скорости движения: 1, 2 — поперечные ускорения передней секции и оператора трактора; 3 — ускорения поперечных кренов передней секции

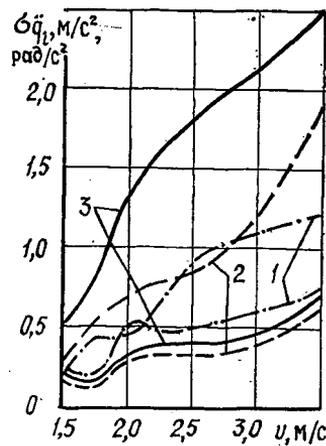


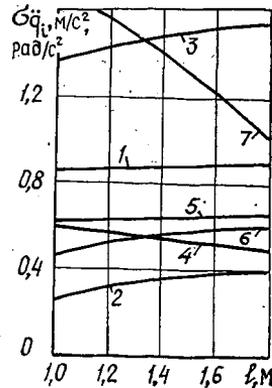
Рис. 2. Средние квадратичные ускорения задней секции и пачки трелевочной системы в зависимости от скорости движения: 1 — поперечные ускорения задней секции трактора; 2 — ускорения поперечных кренов задней секции; 3 — ускорения поперечного раскачивания комлевой части трелеваемой пачки

горизонтального шарнира сочленения полурам и инерционной симметрии конструкции. Для исследования связи колебаний в процессе экспериментальных исследований поочередно возбуждали свободные боковые колебания передней или задней секции с пачкой трактора ЛТ-157.

Полученные результаты показали незначительность этой связи. Результаты подтвердились амплитудно-частотными характеристиками математической модели колебаний трелевочных систем на базе трактора ЛТ-157 и макетного образца лесопромышленного трактора при гармоническом возбуждении попеременно передней или задней секции. На этих характеристиках некоторая связь колебаний прослеживалась в диапазоне 0...1,4 Гц и практически исчезала с увеличением частоты возмущения.

Усиление связи колебаний за счет дополнительных демпферов увеличивает перекачивание энергии, поэтому управление длиной подвеса системы с дополнительными демпферами дает возможность влиять на колебания не только задней, но частично и передней секции.

Рис. 3. Зависимости средних квадратичных ускорений трелевочной системы от длины подвеса захвата при движении по микропрофилю случайного характера: 1, 2, 3, 4 — поперечные ускорения соответственно передней и задней секций, оператора трактора и центра масс пачки; 5, 6 — ускорения поперечных кренов передней и задней секций; 7 — ускорения поперечного раскачивания пачки



Анализ реакции системы на изменение длины подвеса показал, что влияние этого параметра на колебания системы неоднозначно (рис. 3). С уменьшением длины подвеса, помимо уменьшения плеча раскачивания пачки, возрастает момент инерции задней секции относительно оси горизонтального шарнира полурам. Поэтому при изменении длины подвеса от 1,8 до 1,0 м, с одной стороны, увеличивались ускорения раскачивания пачки, а с другой, снижались ускорения секций трактора: задней — на 20...25 %, передней — на 5...9 %. Поперечные ускорения на сиденье тракториста уменьшались на 11 %.

Уменьшение длины подвеса пачки, снижающее колебания, должно положительно влиять как на плавность хода, так и на устойчивость. Однако происходящее при этом усиление раскачивания пачки определяет ухудшение устойчивости против бокового опрокидывания. Как показали расчеты, при максимальных рейсовых нагрузках значителен опрокидывающий момент, формируемый раскачиванием пачки. Поэтому для улучшения эксплуатационных свойств трелевочной системы длиной подвеса необходимо управлять в зависимости от режимов функционирования. При трелевке по склону устанавливают максимальную длину подвеса. При движении по горизонтальным участкам волока ее целесообразно уменьшить.

Таким образом, применение разработанных технических решений позволяет повысить эксплуатационную эффективность трелевочной системы, улучшая плавность хода и устойчивость против бокового опрокидывания. Получение большого эффекта возможно при реализации автоматического управления параметрами демпферов и длиной подвеса от датчиков, установленных на трелевочной системе, с использованием числового программного управления от бортовой ЭВМ.

Поступила 17 июля 1989 г.

УДК 630\*323.2.002.5

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ПРИЖИМА СУЧКОРЕЗНОГО НОЖА

А. Л. ЛЕОНОВ

ЦНИИМЭ

Опыт эксплуатации машин для очистки деревьев от сучьев показывает, что сучкорезные ножи могут при некоторых условиях терять контакт с поверхностью ствола. Это приводит к увеличению высоты остатков сучьев, т. е. к снижению качества очистки стволов.

Физическая сущность точного копирования поверхности ствола заключается в обеспечении положительного значения силы, прижимающей нож к стволу в зоне их контакта. Постоянный контакт ножа со стволом обычно достигается увеличением силы прижима  $F_{пр}$ . Этот способ сопровождается значительным ростом энергозатрат из-за повышения средней силы протаскивания и ограничен мощностями сучкорезных машин.

В данной работе рассматривается способ обеспечения постоянного контакта за счет уменьшения амплитуды колебаний динамических нагрузок  $F(t)$ .

Оптимальными следует считать также кинематические схемы и параметры механизма прижима, которые обеспечивают минимальный уровень колебаний нагрузки на нож во всем диапазоне обрабатываемых деревьев.