

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ КОНВЕЙЕРА

Д. М. КУЗЁМКИН, В. А. ДОВГЯЛО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Машиностроительные конструкции с гибкими несущими элементами, такие как ленточный конвейер, постоянно подвергаются воздействию внешних сил, которые приводят к колебаниям или вибрациям, оказывающим негативное влияние на функционирование любой механической системы. Решение проблемы по снижению последствий ударных нагрузок представляет собой сложную математическую задачу, так как сопряжено с анализом динамики систем, включающих твердые и податливые тела.

Как показал проведенный анализ научно-технической литературы, в настоящее время проводится большая работа в области теоретических и экспериментальных исследований в области конвейеростроения [1]. Однако не существует единого алгоритма действий, позволяющих обеспечить надежность и долговечность работы на протяжении всего срока эксплуатации конвейера. Поэтому целью данной работы является разработка подходов по определению рациональных способов снижения динамических нагрузок в конструкциях ленточных конвейеров.

Для достижения поставленной цели была разработана компьютерная модель ленточного конвейера, позволяющая определить динамические характеристики системы под действием эксплуатационных нагрузок [2]. Построение компьютерной модели производилось в программном пакете MSC.ADAMS, который позволяет создавать, тестировать и оптимизировать работу моделей механизмов и конструкций, состоящих из абсолютно твердых тел и их соединений. Исходная модель конвейера состоит из двух мотор-барабанов, опорных и поддерживающих роликов, транспортирующей ленты. Были заданы исходные данные: тип, условия контакта и движения тел, выбраны материалы, виды связей и способы закрепления конструктивных элементов конвейера. В результате расчетов установлено: наибольшие силы возникают в момент контакта падающего груза с поверхностью ленты; при перекатывании груза через ролики появляются дополнительные усилия, которые могут приводить к нежелательным резонансным явлениям.

Для разработки методики подбора эффективных параметров демпфера нами была создана его компьютерная модель, позволяющая исследовать влияние демпфирующих параметров и их комбинаций на диссипацию энергии удара от падающего груза. За основу был взят амортизатор, который представляет собой систему из основания и соединенной с ним посредством пружины-торсиона опоры. В результате расчетов выявлена закономерность: значение силы контакта падающего груза с поверхностью демпфера возрастает с увеличением жесткости системы, массы груза, высоты падения груза, и уменьшается с увеличением коэффициента демпфирования [3].

Нами был выполнен также сравнительный анализ работы различных конструкций загрузочной секции ленточного конвейера. Динамика конвейера моделировалась с наличием в конструкции подрессоренных и неподресоренных роликоопор, а также с упругими опорами скольжения в загрузочной части. Из трех проанализированных моделей конвейеров наиболее благоприятным для транспортирования штучных грузов является конструкция с упругими подрессоренными роликоопорами в зоне загрузки. Данное исполнение позволяет снизить максимальные динамические усилия от падающего груза на оси роликов, не допуская возникновения резонансных явлений, и добиться стабильных амплитудно-частотных характеристик работы конвейера [4].

Источником вредоносных вибраций машин и механизмов могут быть не только внешние силы, но и сами элементы механической системы. Так, неточно изготовленные и смонтированные зубчатые передачи способны приводить к преждевременному выходу из строя деталей и значительным простоям оборудования. Поэтому для анализа динамических показателей системы был создан алгоритм моделирования зубчатых передач с непараллельными осями. Так, в пакете трёхмерного проектирования были построены твердые тела и осуществлена сборка модели с заданным углом погрешности расположения ведущего и ведомого валов, наложены механические связи, отражающие результат взаимодействия тел в передаче. В результате расчетов получены значения динамических сил, действующих на детали конструкции при постоянной нагрузке, в зависимости от угла между осями валов. Объяснены причины появления высокочастотного шума, возникающего при работе зубчатых передач [5].

Список литературы

- 1 Кузёмкин, Д. М. Способы снижения динамических нагрузок в конструкциях ленточных конвейеров (обзор) / Д. М. Кузёмкин, В. А. Довгяло // Горная механика и машиностроение. – 2014. – № 3. – С. 73–85.
- 2 Кузёмкин, Д. М. Компьютерное моделирование ленточного конвейера с учетом эксплуатационных нагрузок / Д. М. Кузёмкин, В. А. Довгяло // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2015. – С. 48.
- 3 Кузёмкин, Д. М. Моделирование демпфирующего устройства под действием эксплуатационных нагрузок / Д. М. Кузёмкин // Инновации в машиностроении : материалы междунар. симпозиума, Минск, 16–17 авг. 2014 г. – М. : МАИ, 2014. – С. 162–166.
- 4 Кузёмкин, Д. М. Сравнительный анализ различных конструкций загрузочной секции ленточного конвейера на основе компьютерного моделирования / Д. М. Кузёмкин, В. А. Довгяло // Горная механика и машиностроение. – 2016. – № 1. – С. 57–61.
- 5 Shimanovsky, A. O. Simulation of spur for gear at their nonparallel axes / A. Shimanovsky, D. Kuziomkin, D. Lopukh, A. Kovalenko // Acta Mechanica Slovaca. – 2016. – Vol. 20, № 1. – P. 28–32.

УДК 629.4 : 620.178.3

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ СХЕМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НАГРУЖЕННОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХАРАКТЕРИСТИК СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Ю. И. КУЛАЖЕНКО, В. И. СЕНЬКО, С. В. МАКЕЕВ, В. В. КОМИССАРОВ, В. А. САЗОНОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Повышение надежности транспортных объектов в процессе эксплуатации возможно на основе системы предупреждения отказов. В этой связи, как правило, используют конструктивные меры по обеспечению статической прочности изделий, контролируют износ сопряженных деталей, используют специальную вибродиагностическую аппаратуру, определяя момент появления трещин в деталях, неравномерность работы исследуемых элементов, узлов и др. Однако на практике не удается оценить степень усталостного повреждения деталей в процессе эксплуатации и, следовательно, предупредить появление усталостных отказов.

Согласно действующим нормативным документам усталостная прочность несущих конструкций железнодорожных вагонов характеризуется коэффициентом запаса. При его значениях выше установленных норм (допускаемой величины) подразумевается, что в течение всего времени эксплуатации вагона возникновение усталостных трещин в металле принципиально невозможно. Выводы об усталостной прочности несущих конструкций железнодорожных вагонов в соответствии с действующими требованиями должны формироваться по результатам ходовых испытаний с непрерывным измерением действующих нагрузок (возникающих напряжений), а контролировать текущее усталостное повреждение деталей при эксплуатации возможно, если использовать соответствующие гипотезы суммирования повреждений.

При прогнозировании усталостной долговечности случайные процессы нагружения деталей заменяются некоторым схематизированным процессом (ГОСТ 25.101–83), который по уровню вносимого усталостного повреждения должен быть эквивалентен реальному. В настоящее время в испытательном центре железнодорожной техники «СЕКО» (ИЦ ЖТ «СЕКО») создается и активно используется компьютерная система обработки результатов ходовых испытаний. В рамках проводимой работы разработаны алгоритмы известных методов схематизации: полных циклов и метода «потока дождя». Установлено, что схематизация реальных процессов нагружения по данным методам приводит к весьма существенной разнице прогнозируемых усталостных повреждений. Кроме того, данные методы требуют, чтобы весь цикл нагружения был известен до начала эксперимента, вследствие чего они не подходят для обработки данных в процессе эксплуатации, поскольку весь график нагружения неизвестен до конца испытаний. В этой связи была поставлена задача разработки рекуррентного алгоритма, который позволит в режиме реального времени производить схематизацию процесса нагружения. Кроме того, было установлено, что основным недостатком применяемых методов являются необоснованные правила