

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Гутаревича Виктора Олеговича «Развитие научных основ создания шахтных подвесных монорельсовых дорог с оптимальными динамическими параметрами», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

На рецензию представлена рукопись диссертационной работы полным объемом 328 с. машинописного текста, в том числе 80 рисунков, 12 таблиц, и библиография из 301 наименования. Работа содержит введение, 8 основных разделов, выводы и 4 приложения.

1 Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время одним из эффективных средств вспомогательного транспорта в транспортной системе угольных шахтах являются подвесные монорельсовые дороги с дизельными локомотивами. Многолетний опыт эксплуатации подвесных монорельсовых дорог на шахтах за рубежом и в Донецком бассейне свидетельствует о широких возможностях этого вида транспорта для перемещения грузов и людей по искривленным трассам знакопеременного профиля. Вместе с тем, на шахтах Донбасса и других угольных бассейнов эксплуатируются в основном монорельсовые дороги импортного производства. Основная причина сложившегося положения заключается в отсутствии необходимой научной и методической базы для проектирования подвесных монорельсовых дорог нового технического уровня. Эксплуатация монорельсовых дорог связана с возникновением динамических нагрузок на кровлю и крепь горных выработок, а также со значительными боковыми отклонениями подвижного состава. Это приводит с одной стороны к снижению устойчивости крепи или горных пород кровли, с другой – к увеличению поперечного сечения горных выработок, снижению надежности транспортного оборудования и росту затрат на его эксплуатацию.

Шахтная монорельсовая подвесная дорога представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов. Для описания нагрузок в межэлементных связях и узлах соединения с крепью горной выработки в процессе движения состава требуется рассмотрение ее как многомассовой динамической системы с сосредоточенными и распределенными массами. Такие комплексные исследования в горном машиноведении в настоящее время не проведены, что ведет к отсутствию общего подхода к расчету динамических нагрузок и выбору на этой основе параметров подвижного состава, монорельсового пути и узлов подвески. Недостаточно разработок посвящено в литературе также обоснованию рациональных параметров и конструктивным решениям отдельных узлов подвесных монорельсовых дорог.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 16/19
«19» 10/2019 г.

В этом контексте диссертационная работа Гутаревича В.О. должна рассматриваться как актуальное комплексное исследование, направленное на развитие научных основ создания шахтных подвесных монорельсовых дорог, являющихся важным звеном транспортных систем горных предприятий.

2 Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения и выводы, выносимые на защиту, сводятся к следующему:

1) установлены закономерности функционирования шахтных подвесных монорельсовых дорог как элемента логистической системы горного предприятия; это позволило разработать последовательность построения плана перевозок с учетом встречных транспортных потоков и минимизировать стоимость и время доставки грузов в условиях неопределенности и рисков;

2) получены аналитические зависимости колебаний монорельсового пути и подвижного состава, возникающие во время движения подвижного состава и передающиеся на крепь горной выработки;

3) получены результаты синтеза параметров подвесной монорельсовой дороги, основанные на ограничении действия динамических нагрузок, возникающих из-за колебательных процессов во время движения подвижного состава по монорельсу; это позволило обосновать оптимальные параметры подвесок монорельсового пути, обеспечивающие снижение динамических нагрузок на крепь;

4) обоснован механизм уменьшения амплитуд колебаний элементов подвесной монорельсовой дороги за счет снижения влияния кинематических и параметрических возмущений.

В выводах по диссертационной работе приводятся дополнительные результаты, имеющие также научное значение и не отмеченные в основных научных положениях:

5) разработанные математические модели в виде системы дифференциальных уравнений описывают вертикальные и боковые колебания подвижного состава;

6) доказано, что для математического моделирования протекающих процессов в качестве кинематических возмущений необходимо учитывать неровности поверхностей качения монорельса, а также взаимное смещение его соединяемых отрезков; в качестве параметрических возмущений необходимо учитывать изменение жесткости монорельсового пути по длине;

7) разработана математическая модель вертикальных колебаний подвижного состава (тележек и кузова), в которой наряду с влиянием кинематических и параметрических возмущений, учитывается влияние скорости движения подвесной вагонетки, ее массы и коэффициента вязкого сопротивления подвески монорельса;

8) определены закономерности извилистого движения ходовых тележек подвижного состава по монорельсу и установлены значения дополнительных сил и моментов сил инерции, влияющих на боковое раскачивание подвижного состава;

9) получила развитие математическая модель бокового раскачивания подвесной монорельсовой дороги, которая позволяет учесть взаимосвязь параметров подвесок монорельса и подвижного состава;

10) получены аналитические выражения для установления продольных колебаний подвижного состава во время движения по монорельсу как системы твердых тел, связанных между собой упругими связями, а также влияние ряда факторов на продольные колебания состава в период торможения.

Сформулированные научные положения и выводы базируются на фактическом материале, полученном на основании выполненных исследований, логических умозаключениях и обобщениях автора.

Достоверность приведенных научных положений и выводов подтверждается корректностью применения известных научных теорий в области аналитической механики, теории упругости, теории колебаний, современного математического аппарата, адекватностью разработанных математических моделей, допустимой сходимостью теоретических и экспериментальных результатов. Важно отметить, что при решении каждой из задач динамики столь сложного объекта, автор уделял необходимое внимание обоснованию допущений, выбору методов постановки и решения задач. В целом нужно признать, что принятые допущения корректны, они не существенно снижают точность и достоверность полученных аналитических решений. По существу общей постановки задачи динамики подвесных монорельсовых дорог имеется ряд предложений, которые отмечены в замечаниях по диссертационной работе.

Следует отдельно остановиться на степени обоснованности рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе. Практически каждое научное положение реализовано автором в виде обоснованных конкретных рекомендаций, касающихся параметров отдельных узлов монорельсовых дорог. В частности, необходимо отметить следующие предложения:

1) за счет рационального выбора коэффициента жесткости подвески монорельса и подвижного состава, а также их масс, возможно снизить амплитуды вертикальных колебаний тележек и монорельса в 1,7 раза;

2) для снижения боковых колебаний кузова относительно вертикали следует устанавливать тележку с боковыми роликами, имеющими коэффициент жесткости пружин 200 кН/м, что позволит уменьшить амплитуды боковых колебаний более, чем в 4 раза;

3) для уменьшения продольных колебаний составных частей подвесной монорельсовой дороги во время торможения достаточно увеличивать значение коэффициента вязкого сопротивления только сцепок тормозных тележек;

4) установлено оптимальное сочетание параметров: коэффициентов жесткости подвески для монорельсового пути и ходовой тележки, их коэффициентов

вязкого сопротивления, реализация которых позволит снизить нагрузки на крепь горной выработки в 1,5 раза.

Предложенные рекомендации обоснованы тем, что являются результатами аналитических решений дифференциальных уравнений; многие из них проверены на экспериментальных образцах.

3. Новизна научных положений, сформулированных в диссертационной работе

Новизна научных положений, установленных в диссертационной работе, состоит в следующем.

1. Подвесная монорельсовая дорога рассмотрена как многомассовая динамическая система с сосредоточенными и распределенными параметрами, движение отдельных масс которой описано системами дифференциальных уравнений. Аналитические исследования многофакторной математической модели позволили установить закономерности формирования вертикальных и боковых колебательных процессов, обусловленных действием кинематических, силовых и параметрических возмущений.

2. Впервые в целях снижения динамических нагрузок доказана необходимость и целесообразность введения упруго-демпфирующих элементов в конструкцию подвески монорельсового пути. В этой связи решена задача синтеза оптимальных параметров подвески монорельсового пути на основе установления передаточной функции, учитывающей действие гармонических возмущений и динамических ударов, возникающих во время движения подвижного состава.

3. Впервые аналитически установлены закономерности так называемого извилистого движения ходовых тележек по монорельсовому пути, при котором они при прямолинейном движении смещаются поперек продольной оси и поворачиваются вокруг вертикальной оси. Это позволило обосновать математическую модель, вскрыть причины, закономерности и разработать механизм снижения боковых колебаний подвижного состава монорельсовой дороги.

4. Разработаны математические модели и исследованы закономерности продольных колебаний подвесной монорельсовой дороги как системы твердых тел, соединенных упругими связями, что позволило найти соотношения прикладываемых тормозных усилий и продольных динамических сил.

По мнению автора диссертационной работы, научная новизна также заключается в разработке и исследовании математической модели функционирования подвесной монорельсовой дороги как элемента логистической системы горного предприятия. Не отрицая в принципе наличие элементов научной новизны в постановке и решении данной задачи, отметим, что ее рассмотрение выходит за рамки целевой установки диссертационной работы. Об этом отмечено в замечаниях настоящего отзыва.

4. Практическое значение диссертационной работы

Практическая значимость результатов, полученных в диссертации, заключается в разработке методик для установления упругих характеристик монорельсового пути и оптимальных параметров подвески в сочетании с применением демпфирующих устройств, что позволяет снизить вибрации и динамические нагрузки на крепь горных выработок. Для ряда параметров подвесных монорельсовых дорог – коэффициентов жесткости подвески монорельса и подвижного состава, жесткости пружин боковых роликов, коэффициента вязкости сцепок и других – обоснованы конкретные значения.

На основе проведенных исследований и разработки рекомендаций по снижению динамических нагрузок и колебаний в элементах шахтных подвесных монорельсовых дорог созданы устройства для их реализации. Технические решения защищены патентами на изобретения: UA109446C2 от 25.08.2015 г., UA110136C2 от 25.11.2015 г., RU2611660C1 от 28.02.2017 г. и полезными моделями UA72688U от 27.08.2012 г., UA79713U от 25.04.2013 г., UA94675U от 25.11.2014 г.

Основные результаты работы переданы для внедрения ряду промышленных предприятий и шахт Донецкой области в виде технических предложений и экспериментальных образцов.

5. Замечания по диссертационной работе

1. Раздел 3, посвященный моделированию процесса функционирования монорельсового транспорта как элемента логистической системы шахты, безусловно, полезен, но больше относится к области технологии, а к теме диссертационной работы имеет косвенное отношение.

2. В разделах 4 и 5 рассматриваются вопросы динамики подвесной монорельсовой дороги, они продолжают также в разделе 6 и отчасти даже в разделе 7. Везде решаются частные, на наш взгляд, задачи. Логичнее было бы сделать общую системную постановку задачи динамики системы – подвесной монорельсовой дороги, в которую бы вошли все структурные объекты, включая монорельс, подвижной состав, подсистема подвешивания и крепь горной выработки.

3. В П.4.2 рассматриваются продольные колебания монорельсового пути, это общеизвестное уравнения продольных колебаний упругого стержня; в П.4.3 рассматриваются поперечные колебания монорельсового пути; эти исследования основаны на классической теории изгиба балок (теории Эйлера – Бернулли); это общеизвестные решения, приведенные в учебных пособиях.

4. На с. 126-128 вводится понятие неровности монорельса в местах его контакта с колесами. Отмечается, что неровности являются причиной внешних возмущений системы со стороны монорельса, устанавливаются предельными отклонениями его размеров от номинальных значений, а также прогибами, возникающими во время поступательного движения кузова с тележками. Четкого определения неровностей монорельсового пути нет.

5. П.5.3. Чем обоснована аппроксимация вертикальных возмущений монорельсового пути, приведенная в формуле на с. 128 и рис. 5.3? Непонятно, как учи-

тывается прогиб монорельса, ведь он является функцией положения состава на данной секции монорельса, причем состав движется.

6. В уравнениях (5.25) (с. 166) тормозные силы являются функциями времени, а в расчетах принимаются как величины постоянные;

7. Приведенные в выводах диссертационной работы конкретные рекомендации по рациональным параметрам отдельных конструктивных элементов подвесных монорельсовых дорог относятся к объекту с определенными массовыми характеристиками, геометрическими, кинематическими параметрами. В диссертации эти рекомендации выдаются как универсальные.

Замечания по оформлению

1. Весьма подробно в разделе 1 описываются конструкция монорельсовой дороги с локомотивной тягой. Многие детали, которые там излагаются, не имеют прямого отношения к теме исследования. Например, на с. 26 – взрывобезопасность дизельного двигателя.

2. Очень подробно, по годам рассмотрена история ввода в эксплуатацию подвесных монорельсовых дорог, с. 30-33. Какова цель этой информации для решения задач, поставленных в диссертационной работе?

3. В списке литературы в диссертации указана работа оппонента под №241 – Расчет производительности шахтных погрузочных машин, ГО и ЭМ, №6, 2014 г. Какое она имеет отношение к теме диссертации?

4. П.2.3 по сути содержит общеизвестные методы, излагаемые в учебных курсах «Основы научных исследований», без обоснования конкретного их применения для решения поставленных задач.

5. Рис. 7.7 аналогичен рис. 6.1 с той лишь разницей, что на рис. 6.1 кроме упругих элементов с коэффициентами жесткости C_{p1} и C_{p2} введены коэффициенты вязкого сопротивления b_{p1} и b_{p2} . Т.е. схема рис. 7.7 является частным случаем схемы рис. 6.1. Однако она рассматривается заново как самостоятельная.

6. По автореферату: в тексте нет рис.11, после рис.10 сразу идет рис. 12.

7. По автореферату: на с. 6 сформулировано положение, выносимое на защиту, в котором приводятся «результаты синтеза шахтной монорельсовой дороги...»; по-видимому, речь идет о синтезе параметров подвесной монорельсовой дороги.

Высказанные недостатки не снижают значимости теоретических и практических результатов, а также не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

6. Заключение

Диссертация Гутаревича В.О. является законченной научной квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. Результаты работы следует квалифицировать как систему новых научно обоснованных теоретических положений и технических решений, использование которых повышает безопасность и эффективность применения шахтных подвесных монорельсовых дорог.

В работе установлены закономерностей формирования динамических нагрузок на крепь горной выработки в зависимости от свойств подвески монорельса и подвижного состава, что позволяет снизить динамическое воздействие от нагрузок на элементы дороги и на крепь горных выработок в 1,5 раза, а также расширяет область применения, повышает технический уровень шахтного монорельсового транспорта.

Основные результаты диссертационной работы широко опубликованы в печати, прошли апробацию на международных научно-практических конференциях и оформлены как патенты на изобретения.

Автореферат диссертации соответствует содержанию работы, отражает полученные основные научные положения, выводы и рекомендации.

В целом, диссертационная работа на тему «Развитие научных основ создания шахтных подвесных монорельсовых дорог с оптимальными динамическими параметрами» соответствует паспорту специальности 05.05.06 – «Горные машины» и отвечает требованиям п. 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Гутаревич Виктор Олегович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины».

Официальный оппонент доктор технических наук,
профессор кафедры «Технология и комплексы горных, строительных
и металлургических производств» Шахтинского института (филиала)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова», профессор
_____ Хазанович Григорий Шнеерович

«12» сентября 2017 г.

346500, Ростовская область, г. Шахты, пл. Ленина, д. 1, Шахтинский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
тел.: 8(8636) 22 40 50, 8(8636) 22 20 36, +7-989-725-93-83, +7-989-528-55-14.
e-mail: hazanovich@rambler.ru; tkgmp@itsinpi.ru

Согласен на автоматизированную
обработку персональных данных

_____ Хазанович Григорий Шнеерович

Подпись Хазановича Г.Ш. заверяю:
Начальник административного отдела
Шахтинского института (филиала)
ФГБОУ ВО ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова



Салюк М.А.