

В специализированный Ученый  
совет Д 01.008.01 при ГОУВПО  
«Донецкий национальный  
технический университет»  
Министерства образования и  
науки ДНР

### Отзыв

официального оппонента на диссертацию **Гутаревича Виктора Олеговича** на тему: Развитие научных основ создания шахтных подвесных монорельсовых дорог с оптимальными динамическими параметрами», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

#### 1. Актуальность темы

Перемещение по участковым выработкам угольных шахт вспомогательных грузов и людей осуществляется, как правило, локомотивами, канатными и монорельсовыми установками, работа которых определяется спецификой горного производства, а именно: значительной протяженностью, разветвленностью, знакопеременным профилем и искривленностью, значительными углами наклона, дующей почвой транспортных горных выработок. Известно, что на вспомогательном транспорте при объемах перевозок вспомогательных грузов, составляющих 1,5...8 % общего грузопотока, затраты труда достигают 50 % общей трудоемкости на подземном транспорте. Широко применяемые на угольных шахтах канатные откатки имеют при ограниченных возможностях автоматизации и механизации погрузочно-разгрузочных работ низкую производительность, являются причиной травматизма обслуживающего персонала и повышенных затрат труда при ручной перегрузке грузов.

Положительной тенденцией для подземного транспорта является применение в пределах добычных участков, особенно в наклонных выработках, монорельсовых дорог с канатной тягой, например БДМКУ. Недостатками таких монорельсовых дорог являются невозможность

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Вх. № 16/58  
19. 03 20 17 г.

организации доставки грузов по разветвленным выработкам без их перегрузки, ограничение по длине (до 2500 м), что обусловлено прочностью тягового каната и мощностью привода, а также сложность регулирования скорости. Поэтому все большее внимание обращается на монорельсовые дороги с подвесными локомотивами (аккумуляторными или, в основном, дизельными), которые способны работать параллельно с конвейерным транспортом в разветвленных и искривленных в плане выработках, практически, любой длины и с переменным углом наклона, не загромождают выработок канатами. Препятствием для широкого применения отечественных монорельсовых дорог являются, прежде всего, недостаточная надежность узлов подвески монорельсов, снижение устойчивости кровли горной выработки в связи с повышенными динамическими нагрузками, возникающими при движении подвижного состава по подвесному монорельсу. Поэтому данная диссертационная работа, направленная на исследование динамических процессов в системе «монорельсовый путь-подвижной состав», установление оптимальных динамических параметров подвески монорельса и подвижного состава, а также на разработку научно-обоснованных технических решений повышения эффективности шахтных монорельсовых дорог, безусловно, является полезной, своевременной и достижимой при современном уровне угольного машиностроения и технологии добычи полезного ископаемого.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Для получения и обоснования научных положений, выводов и рекомендаций автором проведен комплекс теоретических и экспериментальных исследований.



При проведении теоретических исследований привлекались апробированные методы теории Бернулли-Эйлера малых деформаций (уравнение изогнутой оси монорельса), методы Фурье для решения дифференциальных уравнений в частных производных. При построении математических моделей динамической системы – «монорельсовый путь-подвижной состав» применялись известные методы теоретической механики: прежде всего, принцип Даламбера, а также – уравнение Лагранжа второго рода. В полученных системах уравнений движения упругие и диссипативные свойства подвесок монорельса и подвижного состава имитируются, как принято в подавляющем большинстве исследований для сохранения линейности дифференциальных уравнений, элементами Кельвина-Фойгта. Всесторонне исследовались: 1) продольные и поперечные собственные колебания монорельса (модальный анализ), а также колебания при прохождении одиночной тележки; 2) пространственные колебания подвесной вагонетки и монорельса с учетом неровностей пути; 3) боковое раскачивание монорельса и подвижного состава; 4) продольные колебания подвешенного крупногабаритного груза. Анализ результатов теоретических исследований проводился с привлечением методов теории механических колебаний.

Экспериментальные данные, полученные при исследованиях нагрузок в подвесной монорельсовой дороге и ее узлах в лабораторных и производственных условиях шахты «Горняк» ПО «Селидовуголь» с применением современных методов тензометрирования и вибродиагностики, подтверждают адекватность разработанных моделей и служат обоснованию и практическому применению результатов теоретических исследований.

Опыт эксплуатации и успешные испытания монорельсовой дороги с разработанными диссертантом на основании проведенных научных исследований узлами подвеса КП-17 также подтверждает правильность теории, полученных выводов и рекомендаций.

Таким образом, проведенные автором диссертации теоретические исследования динамических процессов в системе «монорельсовый путь-подвижной состав», а также экспериментальные исследования и накопленный в реальных условиях угольной шахты практический опыт эксплуатации подвесной монорельсовой дороги (монорельсовый путь БДМКУ) с подвесным локомотивом и разработанными диссертантом узлами подвески в целом являются достаточными для обоснования полученных научных положений, выводов и рекомендаций.

### **3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается согласованностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также получившими достаточную проверку результатами других авторов. Расхождение расчетных значений максимальных значений динамических нагрузок и натурных экспериментальных данных не превышает 9 %. При этом частоты колебаний подвижного состава отличаются не более чем на 12 %.

Работа имеет научную новизну, и следует согласиться со следующими утверждениями автора (в нашей интерпретации):

- впервые доказана целесообразность введения упруго-демпфирующих элементов в конструкцию подвески монорельсового пути, выполнен синтез подвески монорельсового пути с оптимальными динамическими свойствами, установлена оптимальная передаточная функция, выявлено оптимальное сочетание параметров для шахтных подвесных монорельсовых дорог;

- впервые установлены закономерности движения ходовых тележек по монорельсовому пути с боковыми смещениями относительно продольной оси и поворотами вокруг вертикальной оси;



- впервые выявлено, что использование дополнительных упругих связей в поперечной плоскости относительно монорельсового пути позволяет более, чем в 3 раза, уменьшить амплитуду бокового раскачивания монорельса и снизить время затухания колебаний в 2 и более раза;

- впервые предложен механизм снижения боковых колебаний подвижного состава, установлено, что при коэффициенте жесткости пружин боковых роликов, равном 200 кН/м, линейные смещения тележки не превышают 1 мм, а отклонение оси кузова от вертикали – 0,1 рад, что позволяет уменьшить амплитуды боковых колебаний подвижного состава современных шахтных подвесных монорельсовых дорог в 4 раза;

- впервые установлено, что продольные динамические силы более чем в 1,6 раза, могут превышать значения прикладываемых тормозных усилий. Для уменьшения продольных колебаний составных частей подвесной монорельсовой дороги во время торможения целесообразно выполнять сцепки с коэффициентом вязкости более 50 кН·с/м. При этом для подвижного состава массой до 32 т достаточно увеличивать значение указанного коэффициента только для сцепок тормозных тележек.

#### **4. Замечания**

Выполненные исследования имеют достаточно высокий научный уровень, однако следует обратить внимание на некоторые, с нашей точки зрения, недостатки, которые могут быть предметом дискуссии:

1. Создание математических моделей монорельсовой дороги, хотя они аккумулируют научные данные, не следует, по нашему мнению, относить к безусловным, обладающим научной новизной достижениям (с. 9), так как любая модель, прежде всего, – инструмент исследования.

2. Если деформациями монорельса нельзя пренебречь (их исследованию посвящен раздел 4), то почему они не учитываются в более общей модели системы «монорельсовый путь-подвижной состав», приведенной в разделе 5 (с. 126)?

3. В уравнениях движения (5.2) системы «монорельсовый путь-подвижной состав» не учитываются сила тяги, силы торможения и силы сопротивления движению подвижного состава по монорельсу.

4. В модели, судя по уравнениям (5.2), монорельс представляется как твердое тело, между тем отмечается, что его жесткость периодически изменяется (с. 129). Это допущение требует более детального пояснения. Введенное понятие жесткости монорельса (с. 130) имеет несколько искусственный характер. Его можно было бы исключить, если бы при моделировании монорельс рассматривался как упругое тело с присущими ему физико-механическими свойствами.

5. На с. 130-136 приводятся значения коэффициентов жесткости и вязкости динамической модели системы «монорельсовый путь-подвижной состав». Однако неясно, как они определялись и насколько отличаются от оптимальных значений, установленных в разделе 6.

В целом диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне. Указанные недостатки не снижают ее научной и практической ценности.

### **Заключение**

Диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, в которой получила новое решение **актуальная научная проблема**, имеющая важное хозяйственное значение и заключающаяся в развитии научных основ создания шахтных подвесных монорельсовых дорог с оптимальными динамическими параметрами и разработке новых научно обоснованных технических решений и рекомендаций по совершенствованию



узлов подвешивания монорельсов и подвижного состава. Диссертационная работа отвечает паспорту специальности 05.05.06 «Горные машины» и п. 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней...», утвержденного Постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 27.02.2015 г., №2-13. Считаю, что автор диссертационной работы, **Гутаревич Виктор Олегович**, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 «Горные машины».

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Горная энергомеханика и оборудование» ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»,  
пр. Ленина, 16, г. Алчевск Луганской обл.,  
94204, тел. +38(06442) 2-89-62,  
e-mail: gemio.kafedra@yandex.ru



Корнеев Сергей Васильевич

*Согласен на автоматизированную обработку персональных данных*



Корнеев Сергей Васильевич

Подпись Корнеева С.В. заверяю:  
И.о. ректора ГОУВПО ЛНР «Донбасский  
государственный технический университет»



А.М. Зинченко