

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Шахманова Виталия Николаевича

"Разработка методики оценки фактического

технического состояния шахтных вентиляторов главного проветривания"

представленную на соискание ученой степени кандидата технических

наук по специальности 05.05.06 – "Горные машины"

### АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы диссертации аргументировано доказана автором во введении диссертационной работы. Действительно, внедрение более производительных добывочных комплексов ведет к увеличению пыле и газообильности участков и шахт в целом. Уменьшение вероятности загазовывания может быть достигнуто снижением количества перерывов проветривания и их продолжительности. На это влияет количество отказов вентиляторной установки и время, необходимое для восстановления работоспособности вентиляторной установки. Автор предлагает для прогнозирования текущего технического состояния шахтных вентиляторов главного проветривания (ШВГП) использовать изменение параметров вибрации опор ротора. Диагностика машинных агрегатов по параметрам механических колебаний широкое используется в технике. Но при этом сравниваются начальные вибrogramмы новой машины с текущей вибrogramмой машины, находящейся в эксплуатации. Абсолютное большинство ШВГП, работающих на горы предприятиях РФ эксплуатируются более 10 лет и не имеют начальных вибrogramм. Автор предложил разработать методику получения вибрационной картины вентиляторов и на ее основе систему мониторинга и диагностики технического состояния ШВГП, что является весьма актуальной задачей

### СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ В ДИССЕРТАЦИИ

Научные положения, полученные автором, тесно взаимосвязаны и направлены на достижение конечной цели – выявлению и использованию закономерностей

функционирования ШВГП, проявляющихся в вибрационных процессах на его опорах, для разработки методики и системы оценок технического состояния.

Приведенные в диссертационной работе основные выводы подтверждены удовлетворительной сходимостью полученных в диссертации теоретических и экспериментальных данных (относительная ошибка не превышает 15% при 95% доверительной вероятности); достаточным объемом статистической выборки (диагностическое обслуживание более 100 ШВГП различного типа на протяжении 8 лет), положительными результатами использования разработанной методики мониторинга технического состояния ШВГП на шахтах и рудниках Кузбасса

### НОВИЗНА ОСНОВНЫХ ВЫВОДОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТИЦИИ

Разработана математическая модель, описывающая изменения параметра технического состояния, посредством которой, аналитически определяется закон для наработки. В модели учитываются неравномерность изменения скорости параметра и прогноз средней скорости на следующем интервале диагностики. Разработан алгоритм реализации модели для прогнозирования остаточного ресурса. Особенностью алгоритма является то, что вид закона наработки влияет только на время первой диагностики, а средняя скорость деградации механической системы является прогнозной. Такой подход повышает точность и достоверность оценки межконтрольных интервалов и остаточного ресурса работы вентиляторов.

Разработана математическая модель для оценки потерь давления в межлопаточных каналах рабочих колес радиальных вентиляторов и экспериментально подтверждено, что аэродинамическая нестабильность воздушного потока является причиной вращающегося срыва. В результате этого, возникают колебания ротора вентилятора.

Разработана математическая модель изгибных колебаний ротора синхронных электродвигателей с подшипниками скольжения учитывая влияние вязкости масляного клина, позволяющая идентифицировать дефекты узлов приводного электродвигателя, входящего в состав вентиляторной установки.

## ЦЕННОСТЬ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДЛЯ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Научная ценность работы состоит в дальнейшем совершенствовании методов (теории) прогнозирования надежности работы турбомашин. Практическое значение работы заключается разработке методики диагностирования центробежных вентиляторов главного проветривания по параметрам вибрации и методики распознавания технического состояния ШВГП по параметрам вибрации.

## ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. Формулировка цель исследования, в конце первой главы, раздел 1.5, стр. 40 несколько отличается от цели исследования, приведенной во введении и в автореферате диссертации.

2. Третья задача исследования в автореферате не совпадает с задачами исследования в диссертации (стр. 6-7).

3. Формулировка первого научного положения в автореферате отличается от соответствующей формулировки в автореферате, хотя и близка по смыслу.

4. В тексте на стр. 19 говорится, что новая количественная характеристика надежности, частота отказов, есть отношение вероятности отказа к соответствующему интервалу времени. Но в уравнении (1.2) частота отказов записана как отношение числа отказавших элементов к интервалу времени и к числу испытываемых элементов.

5. В главе 2 не разъясняется, что такое  $M_{\Sigma y}^*$ ,  $m_{\Sigma y}$ ,  $\varepsilon_i$ ,  $M_{kp}$ ,  $\rho_{\Sigma x}$ . И какова их размерность.

6. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний стержня переменного сечения [Тимошенко С. П. Теория колебаний в инженерном деле. М. - Л.: ОНТИ, 1931. изд. 2-е; 1932. - 344 с.] обычно записывают следующим образом

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} (EI(z) \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}) = -\rho(z) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (1)$$

Здесь  $EI(z)$  – жесткость стержня на изгиб,  $\rho$  – погонная масса стержня,  $u$  – прогиб стержня,  $z$  – координата по оси, направленной вдоль стержня. В случае стержня постоянного сечения формула выше приобретает вид

$$EI \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} = -\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (2)$$

В представленной диссертации сказано, что формула (2.5) и полученная на ее основе формула (2.7) представляют собой колебания стержня с учетом массы и инерции поворота (т.е. с учетом момента инерции элементов стержня). Если предположить, что стержень тонкий (не имеет моментов инерции), т.е. инерционный момент  $M^*=0$ , то формула (2.5) должна стать такой же как (2). Однако слева в формуле (2.5) прогиб  $u$  дифференцируется дважды по  $t$  и дважды по  $z$ , что не приводит к "классическому" виду (2). Поэтому возникает вопрос о размерности формулы (2.7). Слева формула (2.7) имеет размерность  $\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^4$  или  $\text{Н}\cdot\text{м}/\text{с}^2$ . Справа такая же размерность получается, если принять, что  $m_{\Sigma}$  имеет размерность Н. Однако в диссертации сказано, что  $g$ , которая связана с  $m_{\Sigma}$  уравнениями (2.6), – сила инерции элемента, т.е. сила, отнесенная к единице длины и она должна иметь размерность Н/м. Но в данном случае  $m_{\Sigma}$  имеет размерность кг/м. Таким образом, следует либо признать формулу (2.5) и остальные, выведенные на ее основе, ошибочными, либо внести уточнения и разъяснения по величинам, входящим в нее. Кроме того, в правой части уравнения (2.5) записана сумма силы и момента. Эти величины имеют разную размерность и не могут складываться. Пояснений по их размерности не приведено

7. На рис. 3.4, стр. 68 показана орбита вибрации ротора вентилятора при срыве потока. Фактически на рисунке показан годограф вектора скорости корпуса подшипниковой опоры вала ротора. Изменение общепринятой терминологии затрудняет оценку полученных экспериментальных результатов исследования.

Каких-либо сугубо принципиальных замечаний по диссертации не имеется.

Диссертационная работа соответствует специальности 05.05.06 – "Горные машины" по следующим пунктам (области исследований) паспорта специальности:

1. Изучение закономерностей внешних и внутренних рабочих процессов в горных машинах, комплексах и агрегатах с учетом внешней среды.
2. Изучение и оптимизация динамических процессов в горных машинах.
5. Повышение долговечности и надежности горных машин и оборудования.
6. Разработка и совершенствование технологических процессов с целью обеспечения высокого качества горных машин на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации с учетом специфики работы на горных предприятиях.

Автореферат дает необходимое представление о результатах исследования в диссертационной работе и разработанных рекомендациях, его основное содержание соответствует диссертации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с "Положением присуждении ученых степеней" (раздел II, пункт 9 действующего положения, утвержденного постановление Правительства РФ от 30 07. 2014 г. № 723) диссертационную работу В.Н. Шахманова можно квалифицировать как научную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие повышение надежности эксплуатации шахтных вентиляторов главного проветривания, имеющие существенное значение для развития страны.

Диссертация представляет собой законченный научный труд и соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации – Шахманов Виталий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – "Горные машины".

Официальный оппонент:  
 доктор технических наук, профессор,  
 главный научный сотрудник  
 лабораторииrudничной аэродинамики  
 Федерального государственного бюджетного  
 учреждения науки «Институт горного дела  
 им. Н.А. Чинакала» Сибирского отделения  
 Российской академии наук (ИГД СО РАН)  
 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 54,  
 am.krasuk@gmail.com,  
 тел. +7-913-742-7401

*А.М. Красюк*  
14.06.16

Красюк Александр Михайлович

Подпись А.М. Красюка удостоверяю  
 Ученый секретарь ИГД СО РАН, к.т.н.

А.П. Хмелинин

