

Рис. 11. Гістограма масиву 4, нормальний імовірнісний графік масиву 4 P(t)

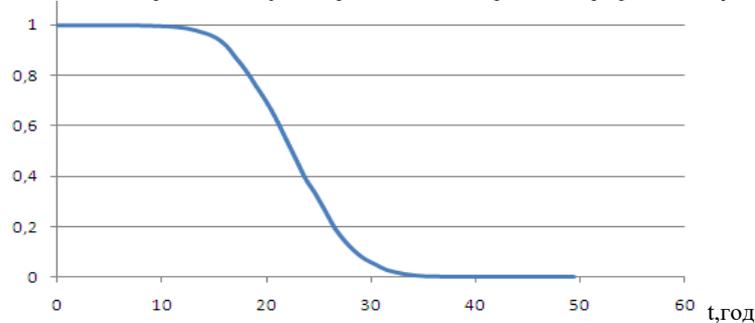


Рис. 12. Графік функції ймовірності безвідмовної роботи пластин з ПНТМ на основі КНБ при обробці броней конічних дробарок за масивом 4

Висновки. За результатами експериментальних та теоретичних досліджень можна зробити висновок, що зношення ріжучого інструменту, оснащеного пластинами з ПНТМ на основі КНБ приводить до нормального розподілення часу безвідмовної роботи.

Список літератури

1. Бетанели А.И. Прочность и надежность режущего инструмента/ А.И. Бетанели. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1973. –302с.
2. Палей С.М. Состояние и тенденция развития способов прогнозирования периода стойкости лезвийного режущего инструмента / С.М.Палей. – Обзор. информ. Сер. Инструментальная и абразивно алмазная промышленность – М.: ВНИИТЭМР.1985. – 44 с.
3. Сверхтвердые материалы. Получение и применение: в 6 т. / [под. общ. ред. Н. В. Новикова]. – Т. 5: Обработка материалов лезвийным инструментом / С. А. Клименко, А. А. Виноградов, Ю. А. Муковоз [и др.]. – К.: ИСМ им. Бакуля; ИПЦ «Алкон» НАНУ, 2006. – 316 с.
4. Кацев В.Г. Производственные испытания режущего инструмента / В.Г. Кацев. – Обзор //М.:НИИмаш, 1982. – 64с.
5. Герцбах И. Б. Модели отказов / И. Б. Герцбах, Х. Б. Кордонский. – М. : Сов. радио, 1966 . – 166 с. Рукопис подано до редакції 02.03.12

УДК 622.232.3.002.75

Д.В. МУЛОВ, Донбасский государственный технический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ РУЧНОЙ УДАРНОЙ МАШИНЫ С ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМОЙ

Приведены результаты экспериментальных исследований вибрационных параметров образца ручной ударной машины с предлагаемой новой конструкцией виброзащитной системы на основе кольцевых канатных виброизоляторов.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Ручные ударные машины широко применяются для механизации ручного труда в горной промышленности. К достоинствам машин данного класса следует отнести простоту конструкции, надежность в работе и способность развивать при небольшом весе значительную мощность и энергию удара. Эти положительные качества ручных ударных машин обеспечивают экономическую целесообразность их применения в угольной промышленности для выполнения очистных, проходческих и ряда вспомогательных работ на шахтах Донбасса, где доля ручного труда довольно высока.

Взаимодействие исполнительных органов ручных ударных машин с объектами обработки носит резко выраженный динамический характер. В результате длительной работы таким инст-

рументом в условиях горных предприятий у работающих появляются профессиональные заболевания, приводящие в ряде случаев к инвалидности. С повышением мощности ударных машин, что наблюдается в последние годы, опасность распространения вибрационной болезни на горнорабочих увеличивается [1].

По мере совершенствования и разработки новых образцов ручных ударных машин возрастает интенсивность их работы, что необходимо для повышения производительности труда шахтеров при строго ограниченной массе машин. Вместе с тем все больше повышаются требования к гигиеническим нормам вибрации, воспринимаемой руками операторов.

В настоящее время достигнуты значительные успехи в улучшении условий труда рабочих, работающих с ручным ударным инструментом. Однако выпускаемые заводами современные ударные машины все еще не удовлетворяют в полной мере государственным санитарным нормам по вибрации (ДСН 3.3.6.039-99) и не обеспечивают требуемой производительности труда шахтеров.

Изложенное показывает большое значение и особую сложность задач обеспечения вибрационной безопасности ручных машин ударного действия. Поэтому поиск новых динамических схем и конструктивных решений, направленных на снижение виброактивности ручных ударных машин и повышение их производительности, является актуальной задачей.

Анализ исследований и публикаций. В работе [2] предложена новая конструкция виброзащитной системы ручной ударной машины на основе кольцевых канатных виброизоляторов (ККВ), благодаря которой достигается снижение уровня вибрации, воспринимаемой руками оператора от действия колеблющегося корпуса, а также увеличивается степень прижатия рабочего инструмента к обрабатываемой поверхности. В работах [3,4] проведены статические и динамические испытания ККВ и получены экспериментальные зависимости упруго-демпфирующих характеристик ККВ. В работе [5] разработана математическая модель системы «человек-оператор - ударная машина - обрабатываемая среда» с новой системой виброзащиты на основе ККВ и проведен предварительный анализ ее использования по сравнению с серийно выпускаемой конструкцией ударной машины. Вместе с тем, отсутствует экспериментальное подтверждение работоспособности предлагаемой ручной ударной машины с виброзащитной системой на основе ККВ.

Постановка задачи. Данная статья является продолжением вышеуказанных работ. Целью данной работы является экспериментальная проверка работоспособности ручной ударной машины с предлагаемой новой конструкцией виброзащитной системы на основе ККВ, а также оценка эффективности ее применения по сравнению с серийно выпускаемой ручной ударной машиной.

Изложение материала и результаты. Для исследования ручных ударных машин на кафедре «горной энергомеханики и оборудования» ДонГТУ был разработан и создан стенд, имеющий ряд положительных особенностей.

Стенд, внешний вид которого представлен на рис. 1, предназначен для исследования ручного ударного инструмента при работе по различным материалам.



Рис. 1. Внешний вид экспериментального стенда

Стенд представляет собой сборную конструкцию, рис. 2, состоящую из сварной рамы I из двух труб 1, соединенных уголками 2, сварной стойки II из швеллеров 3 и двух плит 4, 5, сварной верхней плиты III с двумя сегментами 6 и кольцом 7, в котором установлены направляющие пневматического податчика 8 с исследуемой ручной ударной машиной 9.

На раме I болтами закреплена стойка II, в сегментах которой при помощи пальца 12 крепится верхняя плита III с возможностью перемещения относительно стойки. В кольце верхней плиты устанавливается коническое крепление 13 направляющих податчика колонкового сверла типа КС-50. В направляющих закреплён корпус колонкового сверла 14, который посредством гайки соединен с ходовым винтом (на рисунке не показано), приводимым во вращение пневмодвигателем 15. Корпус сверла передает усилие нажатия на рукоятку ручной ударной

сверла типа КС-50. В направляющих закреплён корпус колонкового сверла 14, который посредством гайки соединен с ходовым винтом (на рисунке не показано), приводимым во вращение пневмодвигателем 15. Корпус сверла передает усилие нажатия на рукоятку ручной ударной

машины через двухкаскадный канатный виброизолятор 16, который имитирует в процессе работы стелда свойства руки человека-оператора.

Коническое крепление податчика фиксируется в кольце верхней плиты при помощи двух прижимов и зажимается болтами. Такое крепление позволяет осуществлять регулировку податчика с установленной на нем ударной машиной в горизонтальной плоскости.

По краям верхней плиты стойки приварены четыре втулки 17 с внутренней резьбой. Во втулки вкручены винты 18, вкручивая передние два и соответственно выкручивая два задние и наоборот, осуществляется регулировка податчика вместе с ударной машиной в вертикальной плоскости. Положение винтов фиксируется контргайками 19.

Такая регулировка образца ударной машины в пространстве обеспечивает проведения исследований в условиях близких к производственным.

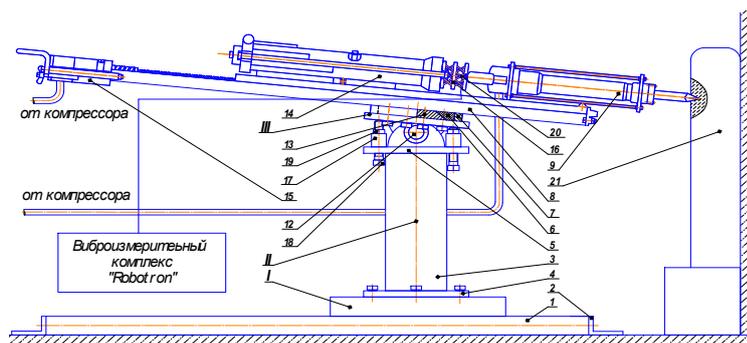


Рис. 2. Конструкция экспериментального стелда

При работе на стелде соблюдается следующий порядок. Ударную машину вместе с инструментом и закрепленным датчиком 20 на рукоятке устанавливают на направляющих податчика. Ударную машину упирают рабочим концом инструмента в обрабатываемый материал 21. Подают сжатый воздух в податчик и ударную машину.

Включают ударную машину и производят снятие вибрационных параметров.

Измерение параметров вибрации производилось в соответствии с требованиями ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації».

Для измерения параметров вибрации используется виброизмерительный комплекс фирмы «Robotron», включающий в себя пьезоэлектрический датчик типа KD-23, стационарный виброметр 00042, узкополосный фильтр 01025, самописец уровня 00026, соединительные провода.

Контроль вибрационных параметров производился при выполнении ударной машиной (образец ручной ударной машины с виброзащитной системой, собранный на базе отбойного молотка типа МО-2) технологических операций по блоку породы крепостью 12-14 ед. по шкале проф. М.М. Протодьяконова с целью обеспечения максимального уровня динамических нагрузок.

В процессе измерения уровня вибрации давление воздуха в сети, усилие нажатия поддерживаются постоянным ($P=0,5$ МПа, $N=200$ Н). Измерение каждого параметра производится не менее трех раз, за результат берется среднее арифметическое этих значений.

Фрагмент осциллограммы уровня виброскорости рукоятки управления образца ударной машины с виброзащитной системой в октавной полосе с среднегеометрической частотой 31,5 Гц представлен на рис. 3.

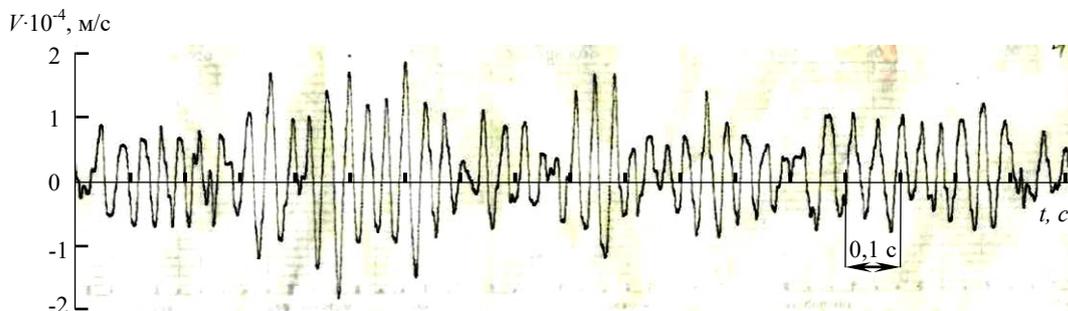


Рис. 3. Фрагмент осциллограммы уровня виброскорости рукоятки управления ударной машины в октавной полосе с среднегеометрической частотой 31,5 Гц

Оценка вибрации, передаваемой на рукоятку ударной машины, проводилась методом спектрального анализа уровней локальной вибрации на соответствующих октавных полосах частот.

Нормируемым параметром являются средние квадратичные значения виброскорости V м/с и виброускорения a м/с² или их логарифмических уровней L_v, L_a (дБ).

Эффективность виброзащиты определяется как методом спектрального анализа, так и интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра с расчетом скорректированного уровня виброскорости и виброускорения. Метод одночисловой оценки вибрации дополняет методы спектрального нормирования и оценки, которые базируются на концепции частотно-избирательного энергетического действия вибрации на человека, его физиологической значимости.

При исследовании на стенде вибрации отбойного молотка типа МО-2 серийно выпускаемой конструкции и с предлагаемой новой конструкцией виброзащитной системы в результате измерений уровней виброскорости в октавных полосах частот получены следующие значения (табл. 1).

Уровни виброускорения на рукоятке машины измерены тем же прибором, что и уровни виброскорости в октавных полосах частот. В табл. 2 приведены результаты измерения уровней виброускорения при исследовании работы молотка серийной конструкции и с виброзащитной системой.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров локальной вибрации для ручных ударных машин соответствуют ДСН 3.3.6.039-99.

Таблица 1

Уровни виброскорости исследуемых ударных машин

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Уровни виброскорости машины серийной конструкции, дБ	Уровни виброскорости машины с предлагаемой виброзащитой, дБ	Нормативные значения виброскорости, дБ	Уменьшение параметров вибрации, %
8	120	72	115	40
16	120	67	109	44
31,5	117	70	109	40
63	114	71	109	38
125	111	73	109	34
250	108	74	109	31
500	105	75	109	29
1000	102	75	109	26

Таблица 2

Уровни виброускорения исследуемых ударных машин

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Уровни виброускорения машины серийной конструкции, дБ	Уровни виброускорения машины с предлагаемой виброзащитой, дБ	Нормативные значения виброускорения, дБ	Уменьшение параметров вибрации, %
8	89	61	73	31
16	93	62	73	33
31,5	97	71	79	27
63	99	72	85	27
125	108	75	91	31
250	119	83	97	30
500	121	87	103	28
1000	118	84	109	29

Параметры вибрации по виброскорости и виброускорению на молотке серийной конструкции значительно превосходят нормативные значения, т.е. предельно допустимые значения. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими санитарные нормы, более чем на 12 дБ в какой-либо октавной полосе, не допускается. Используемый ударный инструмент является виброопасной техникой.

Эффективность виброзащиты определяется сравнением результатов измерений параметров вибрации с теми уровнями, которые имели место до введения в систему «человек-машина» средств виброзащиты. Для наглядности результаты испытания молотка с виброзащитной системой и сравнительную оценку параметров вибрации с параметрами вибрации серийно выпускаемого образца молотка типа МО-2 покажем в виде графиков зависимости частоты от нормируемого параметра (рис. 4а, б). Кривые: 1 - уровень вибрации молотка с виброзащитной системой предлагаемой новой конструкции; 2 - уровень вибрации молотка серийно выпускаемой конструкции; 3 - предельно допустимый уровень вибрации по ДСН 3.3.6.039-99.

Уровни колебательной скорости ударной машины серийной конструкции (кривая 2, рис. 4а) в различных полосах среднегеометрических частот спектра имеют большую вариабель-

ність. Розположення пікових значень віброскорості значительно в області низких частот (8-31,5 Гц), а также в області середних частот. Уровни коливальної швидкості на 2-11 дБ перевищують допустимі нормами величини (крива 3). В області високих частот (свыше 200 Гц) параметри вібрації нижче нормованого значення, при чому при збільшенні частоти значення віброскорості зменшуються з 1 дБ на частоті 250 Гц до 7 дБ на частоті 1000 Гц.

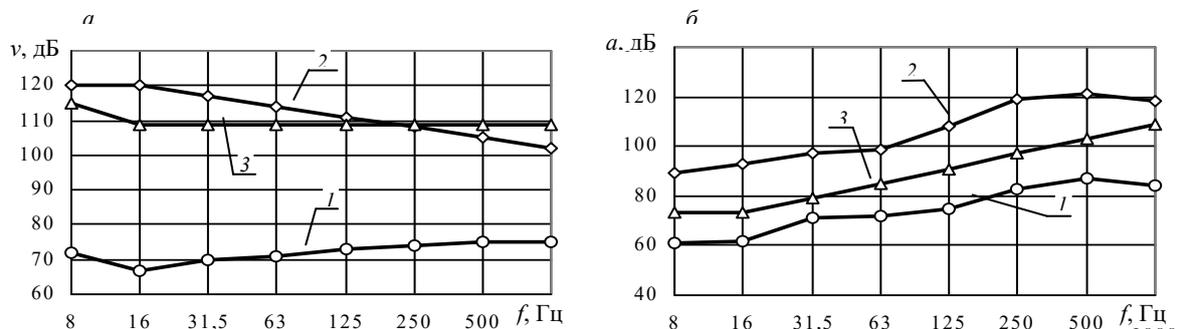


Рис. 4. Уровни коливальної віброскорості *a* і віброускорення *b* досліджуваних зразків ударних машин

Согласно полученным экспериментальным данным видно, что после внедрения предлагаемой новой системы виброзащиты параметры виброскорости и виброускорения ниже санитарных норм. Уровень виброскорости молотка с виброзащитной системой на 34-43 дБ ниже предельно допустимого значения, а уровень виброускорения на 8-25 дБ меньше допустимых значений.

Выводы и направления дальнейших исследований. Таким образом, экспериментальная проверка ручной ударной машины с предлагаемой новой конструкцией виброзащитной системы на основе ККВ подтверждает ее работоспособность и показывает значительное уменьшение параметров вибрации на рукоятке управления.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на теоретические исследования влияния конструктивных параметров виброзащитной системы на эффективность снижения уровня вибрации.

Список литературы

1. Тимофеева И.Г. Безопасность труда на виброопасных технологических процессах / И.Г. Тимофеева. – Улан-Удэ, Изд-во ВСГТУ, 2003. – 95 с.
2. Рутковский А.Ю. Новая конструкция виброзащитной системы ручной ударной машины / А.Ю. Рутковский, Д.В. Мулов, Ю.В. Коробейников // Сб. науч. трудов ДонГТУ, вып. 22. – Алчевск: ДонГТУ. – 2006. – С. 33-38.
3. Рутковский А.Ю. Математическая модель рабочего процесса ручной ударной машины с виброзащитной системой / А.Ю. Рутковский, Д.В. Мулов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 14, серія: гірничо-електромеханічна. – Донецк: ДонНТУ. – 2007. – С. 201-206.
4. Мулов Д.В. Экспериментальные исследования упруго-демпфирующих свойств кольцевых канатных виброизоляторов / Д.В. Мулов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 16, серія: гірничо-електромеханічна. – Донецк: ДонНТУ. – 2008. – С. 198-203.
5. Рутковский А.Ю. Динамические испытания кольцевых канатных виброизоляторов / А.Ю. Рутковский, Д.В. Мулов // Сб. науч. трудов ДонГТУ, вып.30. – Алчевск: ДонГТУ. – 2010. – С. 78-86.

Рукопись поступила в редакцию 28.02.12

УДК 681.513.6

А.С. КУЗЬМЕНКО, асистент, В.П. ЩОКІН, канд. техн. наук, доц.
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ВИКОРИСТАННЯ АВТОРЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ З КОВЗНИМ СЕРЕДНІМ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ ВПЛИВУ ЗАПІЗНЕННЯ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ З ПЕРЕВІРКОЮ НА АСИМПТОТИЧНУ СТІЙКІСТЬ

Проведено аналіз використання авторегресійних моделей з ковзним середнім для компенсації впливу запізнення об'єкта керування. Названо умови стійкості системи керування із застосуванням авторегресійних моделей при керуванні об'єктом з запізненням.