

*к.т.н., доц. Рутковский А. Ю.,
ассистент Мулов Д. В.,
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРУГО-ДЕМПФИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ РУЧНОЙ УДАРНОЙ МАШИНЫ

На основі розробленої математичної моделі проведені дослідження впливу параметрів пружно-демпфуючих елементів конструкції віброзахисної системи ручної ударної машини на ефективність її використання.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами.

Ручные ударные машины относятся к средствам малой механизации, они портативны и повышают производительность труда в 4-10 раз в сравнении с ручным трудом [1].

По данным многих исследований известно, что, несмотря на значительный прогресс в области создания вибробезопасных ручных машин, до 20-40% от общего количества машин, находящихся в ежедневной эксплуатации в различных отраслях промышленности, продолжают оставаться виброопасными [2]. Локальная вибрация оказывает отрицательное влияние на здоровье человека и его работоспособность, снижает производительность и качество труда, а также приводит к возникновению и развитию профессиональных заболеваний. Ручной инструмент является наиболее виброопасной техникой, а его эксплуатация продолжает оставаться основной причиной возникновения профессионального заболевания в виде вибрационной болезни, занимающей ведущее место в структуре профессиональных патологий.

В последние годы число случаев заболевания вибрационной болезнью увеличивается, что связано с возрастанием контингента рабочих виброопасных профессий, использующих ручные машины ударного действия. Защита рабочих от вредного влияния вибрации, снижение роста виброзаболеваемости, улучшение условия труда на современном этапе является важной как научно-технической, так и социально-экономической проблемой.

Анализ исследований и публикаций.

Методы снижения вибрации ручных ударных машин продолжают совершенствоваться и находят реализацию в конструкциях создаваемых машин. Однако, без применения средств виброизоляции и демпфирования до конца решить проблему виброзащиты пока не удаётся [3].

В работе [4] предложена новая конструкция виброзащитной системы ручной ударной машины, благодаря которой достигается снижение уровня вибрации, воспринимаемой руками оператора от действия колеблющегося корпуса, а также увеличивается степень прижатия инструмента к обрабатываемой среде. Также разработана математическая модель и проведен анализ эффективности использования предлагаемой конструкции по сравнению с серийно выпускаемой.

Постановка задачи.

Данная статья является продолжением выше указанной работы. Целью данного исследования является установление закономерностей влияния конструктивных параметров предложенной новой виброзащитной системы на эффективность снижения динамических нагрузок, передаваемых на человека-оператора при работе ручным ударным инструментом.

Изложение материала и результаты.

Для проведения исследований были использованы разработанные ранее динамические модели работы ударной машины серийной конструкции и с предлагаемой новой системой виброзащиты в среде Simulink пакета Matlab.

Важной задачей при определении эффективности применения конструкции виброзащитной системы ручной ударной машины является исследование влияния параметров упруго-демпфирующих элементов на уровни вибрации, передаваемые на оператора. С этой целью проведены исследования влияния параметров: коэффициентов жесткости и демпфирования упругих элементов (кольцевых канатных виброизоляторов), установленных в месте контакта корпуса с рабочим инструментом.

Исследование таких колебательных систем принято проводить с использованием безразмерных зависимостей. В данном случае эффект виброгашения определялся величиной коэффициента передачи силы, который представляет собой отношение амплитуды усилия действующего на рукоятку к амплитуде усилия на корпусе машины (возмущающей силы).

Исследования проведены при частоте воздействия возмущающей силы со стороны корпуса равной частоте ударов поршня-ударника отбойного молотка типа МО-2 – 22 Гц и максимальной амплитуде, равной

750 Н. Искомые зависимости определялись при работе машины в предельно основном режиме работы.

При моделировании параметры упруго-демпфирующих элементов варьировались в следующих пределах:

1) упруго-демпфирующий элемент между корпусом и фланцем:

$$c_2 = 5\ 000 \div 100\ 000\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}; \quad b_2 = 100 \div 1000\ \text{кг}\cdot\text{с}^{-1};$$

2) упруго-демпфирующий элемент между фланцем и буртиком рабочего инструмента:

$$c_3 = 10\ 000 \div 100\ 000\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}; \quad b_3 = 500 \div 1500\ \text{кг}\cdot\text{с}^{-1};$$

3) масса рукоятки и корпуса ударной машины:

$$m_1 = 1 \div 4\ \text{кг}; \quad m_2 = 6 \div 10\ \text{кг};$$

На рис. 1 представлены результаты исследования влияния коэффициентов жесткости c_2 и c_3 упругих элементов на эффективность виброгашения при использовании предлагаемой виброзащитной системы.

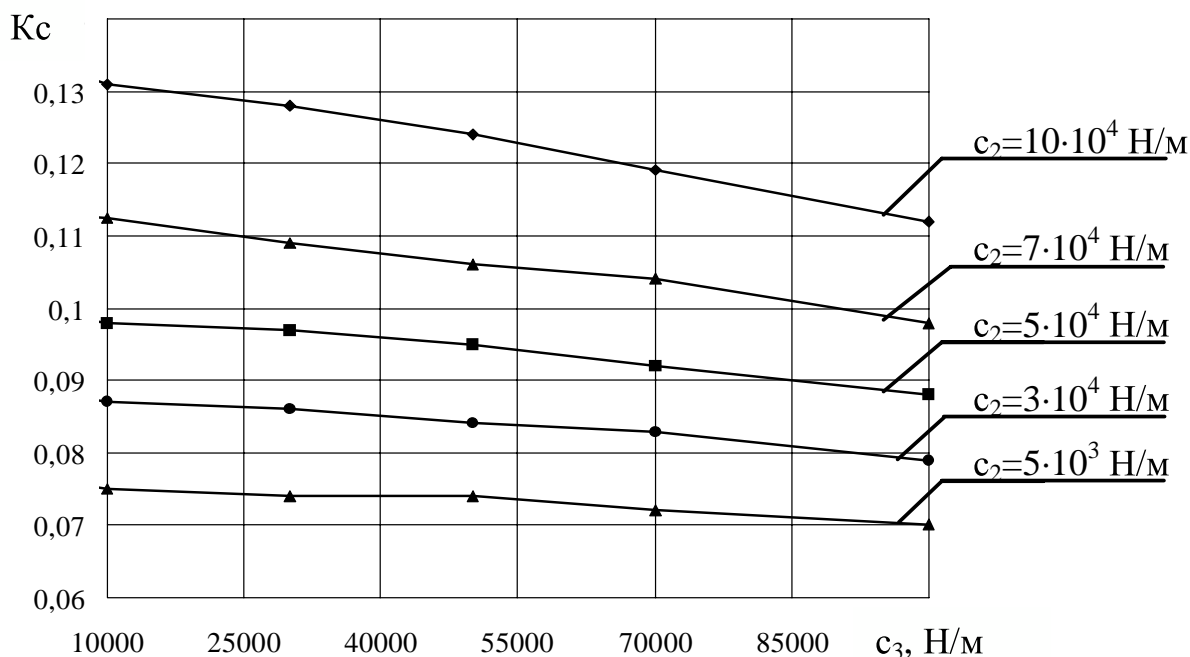


Рисунок 1 – Зависимость влияния коэффициентов жесткости упругих элементов на эффективность виброзащитной системы

Анализируя полученные зависимости можно сказать, что при увеличении жесткости c_2 эффективность применения предложенной виброзащитной системы снижается, а при увеличении жесткости c_3 увеличивается. Наименьшего значения ($K_c=0,07$) коэффициент передачи силы достигает при значении $c_2 = 5 \cdot 10^3\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}$ и $c_3 = 10 \cdot 10^4\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}$.

На рис. 2 представлены зависимости коэффициента передачи силы от коэффициентов демпфирования b_2 и b_3 упругих элементов, из которых следует, что при увеличении b_2 эффект виброгашения снижается,

а при увеличении значения b_3 – повышается. Наименьшего значения ($K_c=0,08$) коэффициент передачи силы достигает при значениях $b_2 = 300 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$ и $b_3 = 1500 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$.

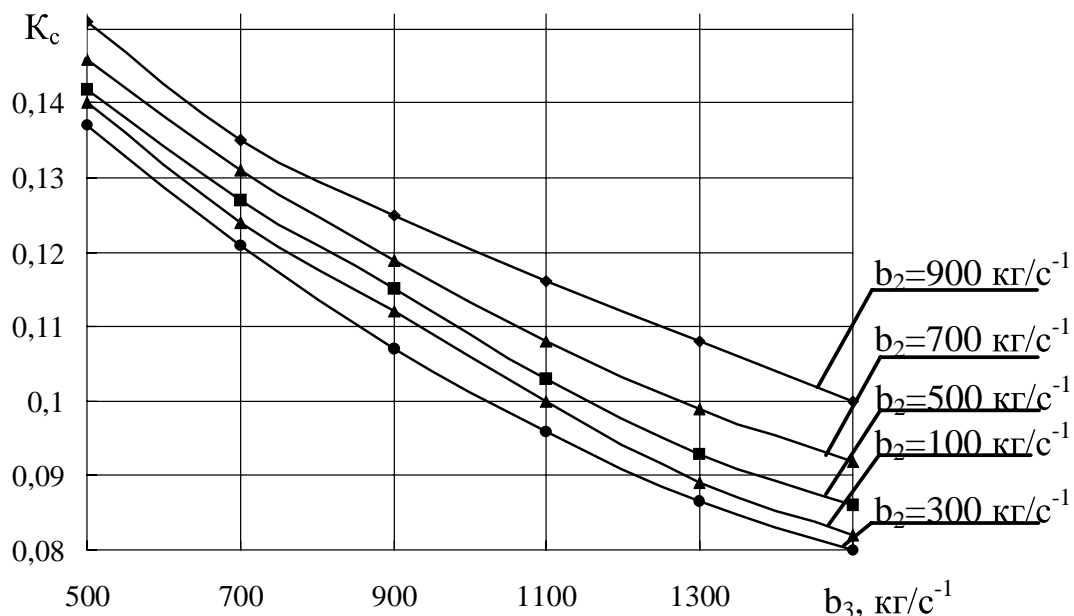


Рисунок 2 – Зависимость влияния коэффициентов демпфирования упругих элементов на эффективность виброзащитной системы

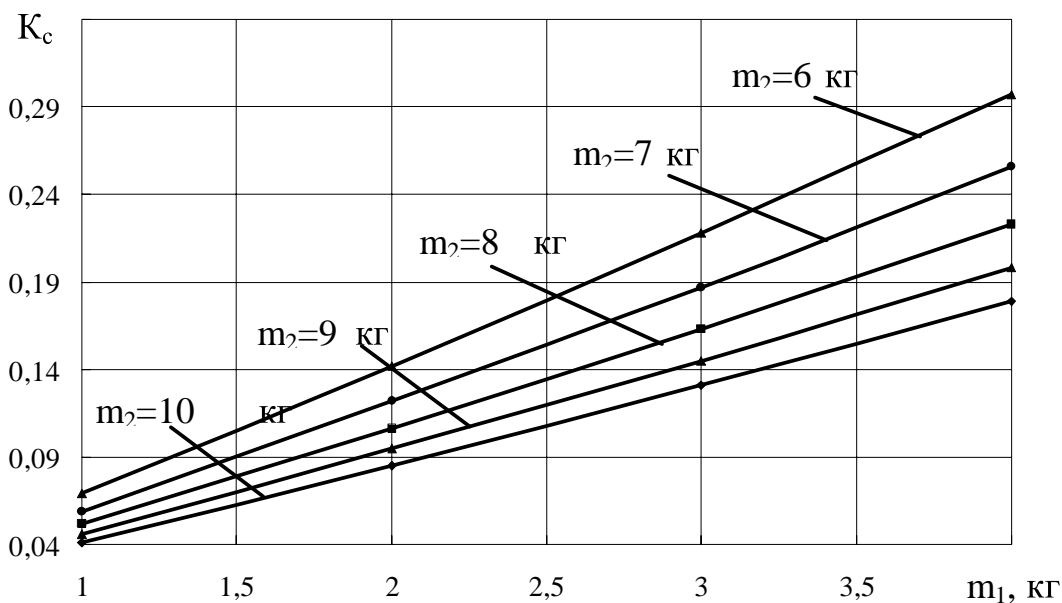


Рисунок 3 – Зависимость влияния массы корпуса машины и массы рукоятки на эффективность виброзащитной системы

Важной зависимостью является влияние массы корпуса машины и массы рукоятки ударной машины на эффективность снижения дина-

мических нагрузок передаваемых от корпуса на рукоятку управления. Для этой цели были проведены аналогичные исследования. Из результатов моделирования, представленных на рис. 3, следует, что с увеличением массы корпуса ударной машины и уменьшением массы рукоятки эффективность виброгашения увеличивается. Наименьшего значения ($K_c=0,04$) коэффициент передачи силы достигает при массе рукоятке равной 1 кг и массе корпуса – 10 кг.

Выводы и направления дальнейших исследований.

В результате проведенного анализа было установлено, что параметры упруго-демпфирующих элементов оказывают существенное влияние на эффективность применения предлагаемой новой конструкции виброзащитной системы ручной ударной машины.

Дальнейшие направления исследований связаны с разработкой методики определения оптимальных параметров упруго-демпфирующих элементов конструкции, с точки зрения виброзащиты и достижения минимального уровня вибрации рукоятки управления ударной машины.

На основе разработанной математической модели проведены исследования влияния параметров упруго-демпфирующих элементов конструкции виброзащитной системы ручной ударной машины на эффективность её использования.

On the basis of the developed mathematical model the researches of influencing of parameters of uprugo-dempfiruyushih elements of construction of the vibrozashitnoy system of hand shock mashing on efficiency of its use are conducte.

Библиографический список.

1. Герман З.Я., Савин В.С. Применение ручного механизированного инструмента. – Л.: ЛДНТП. 1984. – 24с.

2. Ивович В.А., Онищенко В.Я. Защита от вибрации в машиностроении. – М.: Машиностроение. 1990. – 271с.

3. Динамические свойства линейных виброзащитных систем. / А.В. Синев, Ю.Г. Сафронов, В.С. Соловьев и др.: Под ред. К.В. Фролова – М.: Наука, 1982. – 205с.

4. Рутковский А. Ю., Мулов Д. В. Моделирование динамики работы ручной ударной машины новой конструкции // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 12, серія: гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ. – 2006. – С. 210-215.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Финкельштейном З.Л.