

**Корнеев С. В.**  
*д.т.н., профессор,*  
**Вишневский Д. А.**  
*д.т.н., доцент,*  
**Мулов Д. В.**

*старший преподаватель*

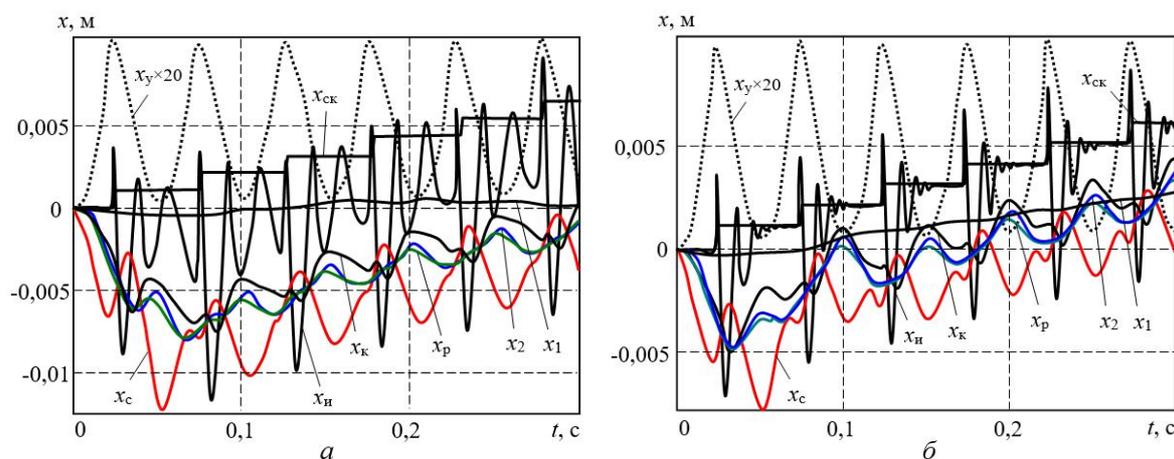
*Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР*

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ОТБойНОМ МОЛОТКЕ С ОБОСОБЛЕННЫМ СТВОЛОМ

В патенте [1] предложен пневматический отбойный молоток с обособленным стволом (ОС). Для нормального функционирования молотка наряду с установленной между стволом и корпусом амортизирующей резиновой шайбой, как и в серийно выпускаемых молотках типа МО, рекомендовано вместо пусковой пружины применять предварительно сжатую амортизирующую пружину. Значительного снижения вибраций рукоятки можно достичь благодаря применению кольцевых канатных виброизоляторов (ККВ), встроенных между инструментом и корпусом, а также между корпусом и рукояткой.

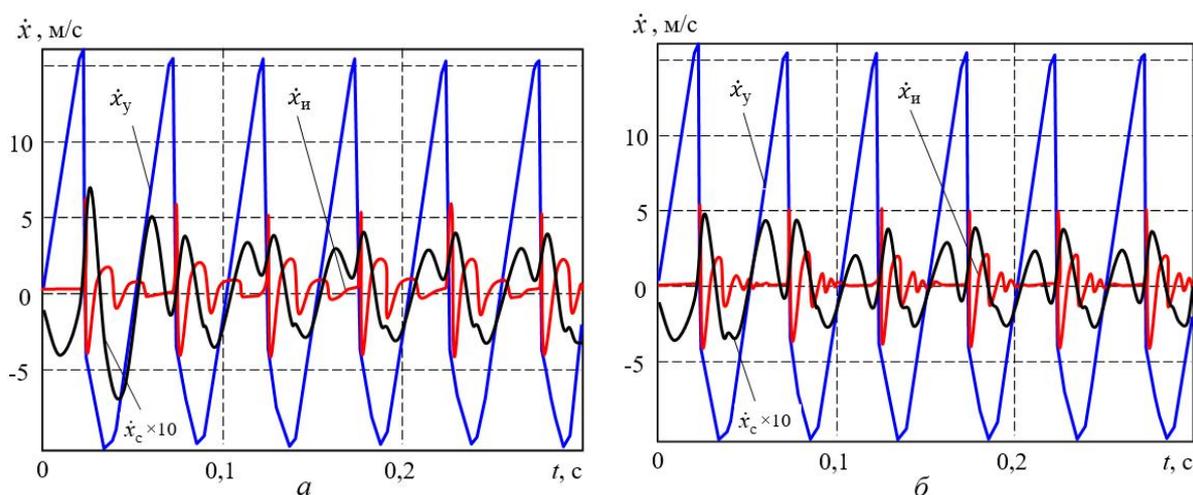
В результате математического моделирования определены рациональные значения коэффициентов жесткости амортизирующей пружины ( $c_{п}$ ) и установленных в трактах передачи силовых воздействий на рукоятку ККВ ( $c_{ккв}$ ) пневматического молотка с ОС, обеспечивающих наименьшие значения вибрационных характеристик, которые приведены в тезисах данного сборника.

Из анализа полученных данных видно, что наилучшие вибрационные характеристики достигаются при  $c_{п} = 8 \cdot 10^4$  и  $c_{ккв} = 10^5$  Н/м. Динамические процессы в молотке, полученные при этих значениях  $c_{п}$  и  $c_{ккв}$  отражены на рисунках 1–4. Перемещения масс системы при  $m_1 = 20$  кг и  $m_1 = 40$  кг представлены на рисунке 1. Как видно, все массы системы, за исключением инструмента, колеблются с частотой ударника, причем масса  $m_2$  руки, рукоятка и корпус — в противофазе с ним. Ствол, находясь под воздействием реактивных сил, пружины, амортизатора и ККВ1 совершает сложные движения. При перемещениях масс наблюдается некоторый тренд в положительном направлении, обусловленный периодическими при ударах смещениями скалки.



а —  $m_1 = 20$  кг, б —  $m_1 = 40$  кг

Рисунок 1 — Диаграммы перемещений элементов системы «стенд — молоток»



а —  $m_1 = 20$  кг, б —  $m_1 = 40$  кг

Рисунок 2 — Диаграммы скоростей элементов системы «стенд-молоток»

При  $m_1 = 20$  кг (см. рис. 1, а) частота колебаний инструмента по окончании переходного процесса в молотке, примерно, в два раза больше частоты колебаний ударника. При этом соударения ударника с инструментом в большинстве случаев совершается при их встречном движении. При  $m_1 = 40$  кг, т. е. при допускаемом стандартом [2] максимальном значении напорного усилия на рукоятке, инструмент совершает быстро затухающие колебания с частотой в 5–6 раз большей, чем частота нанесения ударов ударником. При этом к моменту нанесения очередного удара ударником инструмент практически останавливается. При  $m_1 = 40$  кг смещения и амплитуды колебаний элементов системы, за исключением ударника, меньше, примерно, в 1,5 раза, чем при  $m_1 = 20$  кг. При  $m_1 = 20$  кг амплитуда колебаний рукоятки менее выражена и в 2–3 раза меньше, чем в базовом молотке МО-2Б, что указывает на снижение вибраций.

На рисунке 2 представлены диаграммы скоростей элементов системы. Скорость  $v_{и}$  инструмента в момент его соударения с ударником в обоих случаях, особенно при  $m_1 = 40$  кг, несоизмеримо меньше скорости ударника  $v_{у}$  и может быть исключена из числа факторов, определяющих как энергию удара, так и уровень вибраций рукоятки.

Характер изменения ускорения  $\bar{a}_p$  и скорости  $\bar{v}_p$  рукоятки отражен, соответственно, на рисунках 3 и 4. Рассчитанные на их основании действующие (среднеквадратические) значения ускорения  $\bar{a}_p$  и скорости  $\bar{v}_p$  рукоятки составляют при  $m_1 = 20$  кг, соответственно,  $14,75 \text{ м/с}^2$  и  $0,06 \text{ м/с}$ , а при  $m_1 = 40$  кг —  $12,43 \text{ м/с}^2$  и  $0,0596 \text{ м/с}$ . С увеличением напорного усилия действующие (среднеквадратические) значения ускорения  $\bar{a}_p$  улучшаются, а действующие скорости  $\bar{v}_p$ , практически не меняются. Таким образом, в конструкции молотка с ОС и ККВ, установленного на стандартном стенде, при  $m_1 = 20$  кг достигнуто, по сравнению с молотком МО-2Б, снижение уровня виброускорений в 1,26 раз и виброскорости в 2,06 раз.

Наибольшее снижение вибраций обеспечивается в случае применения ККВ, встроенных между инструментом и корпусом, стволем и корпусом, а также между корпусом и рукояткой, если коэффициент жесткости единичных ККВ составляет  $0,9 \cdot 10^5 - 1,1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$ . В некоторых случаях целесообразно применять пакеты из последовательно расположенных ККВ.

Методом проб установлено, что пакет ККВ между корпусом и рукояткой должен содержать три единичных ККВ, а пакет между рукояткой и головкой стягивающего болта — два ККВ. Больше число ККВ в этих пакетах может привести к исчерпанию при их деформации зазора между рукоятью и стволом.

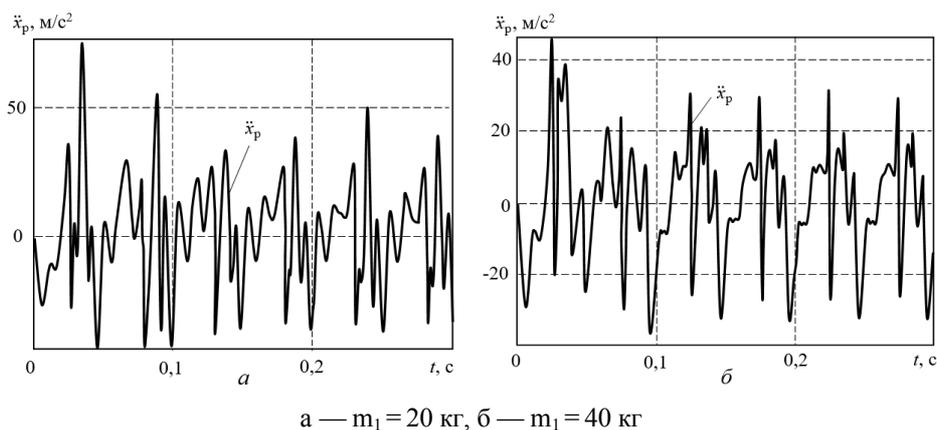


Рисунок 3 — Диаграмма ускорения рукоятки

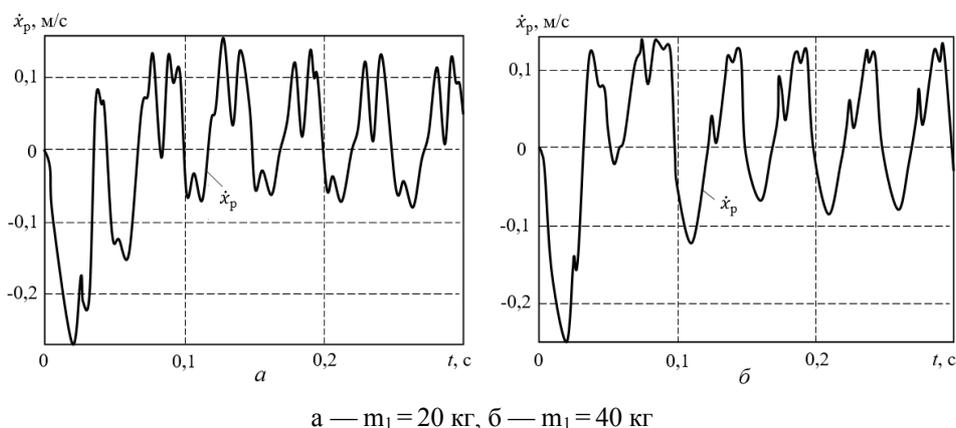


Рисунок 4 — Диаграммы скорости рукоятки

Корпус и рукоятка стягиваются двумя болтами с усилием, примерно, 75 Н, приходящимся на один болт. В конструкции молотка с ОС и ККВ, установленного на стандартном стенде, при  $m_1 = 20$  кг,  $c_{пр} = 8 \cdot 10^4$  Н/м и  $c_{ккв} = 10^5$  Н/м достигнуто, по сравнению с молотком МО-2Б, снижение действующих (среднеквадратических) значений виброускорений в 1,26 и виброскорости в 2,06 раз.

Задачей последующих исследований является определение рациональных конструктивных параметров молотка, обеспечивающих уровень вибраций в пределах допустимых санитарных норм.

### Список литературы

1. Пат. 36012 Україна, МПК В25D 17/00. Пневматичний молоток / Д. В. Мулов, О. Ю. Рутковський ; заявник і патентовласник Донбас. держ. техніч. ун.-т. — № 200806164 ; заявл. 12.05.08 ; опубл. 10.10.08, Бюл. № 19 — 4 с. : іл.
2. ГОСТ Р 55162-2012. Оборудование горно-шахтное. Молотки отбойные пневматические. Требования безопасности и методы испытаний. — Введ. 2014-01-01.— М. : Стандартинформ, 2014. — 28 с.