

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

старший преподаватель

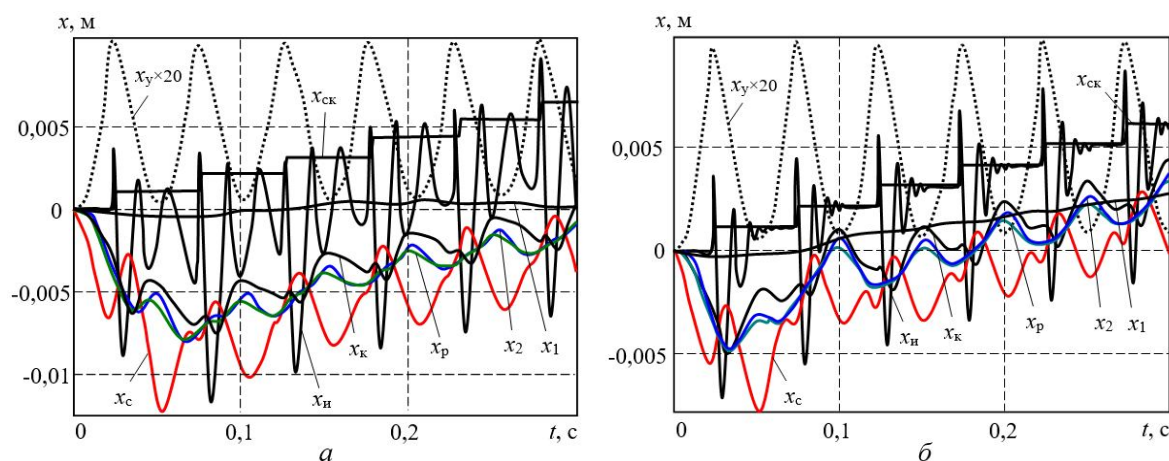
Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

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.

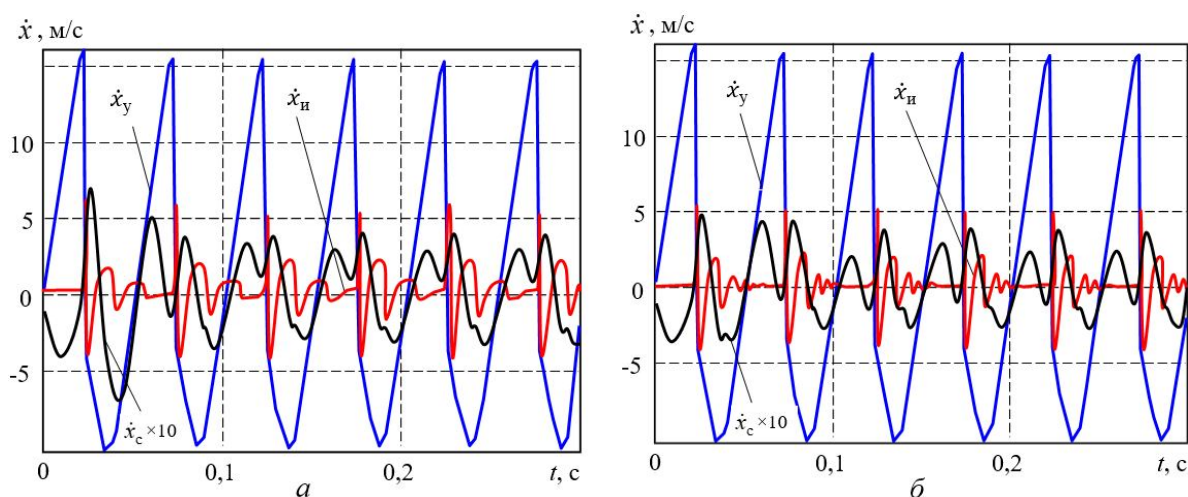
В результате математического моделирования определены рациональные значения коэффициентов жесткости амортизирующей пружины ($c_{п}$) и установленных в трактах передачи силовых воздействий на рукоятку ККВ ($c_{ккв}$) пневматического молотка с ОС, обеспечивающих наименьшие значения вибрационных характеристик,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

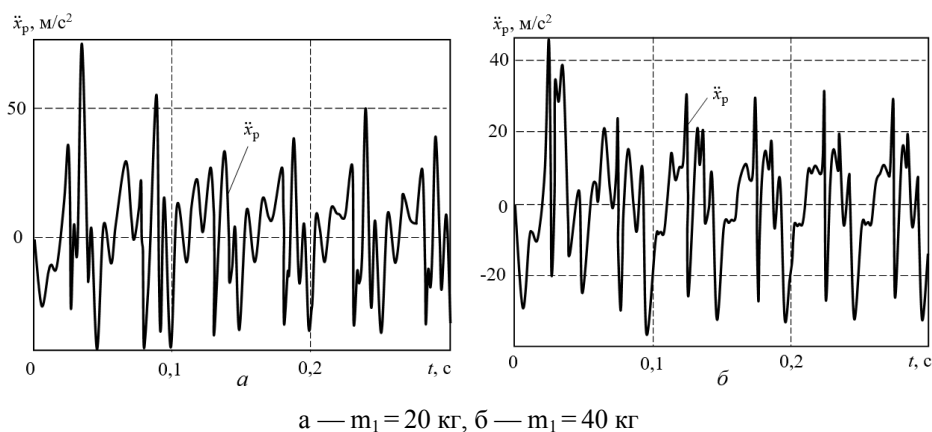


Рисунок 3 — Диаграмма ускорения рукоятки

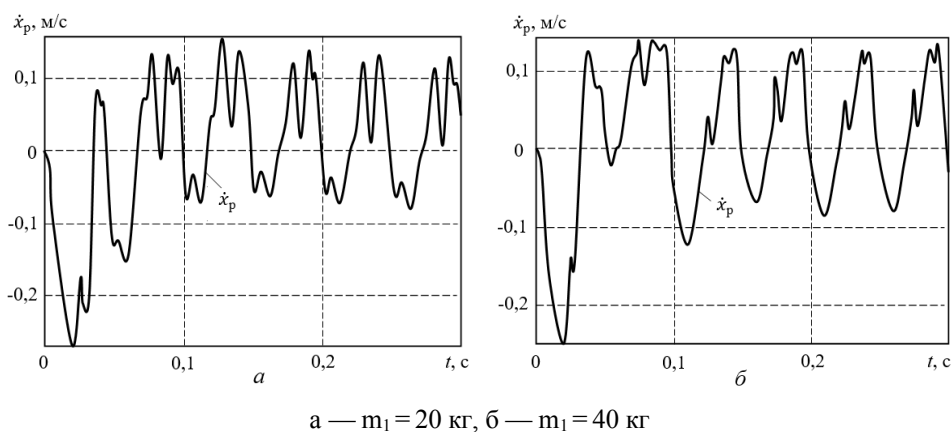


Рисунок 4 — Диаграммы скорости рукоятки

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.