УДК 622.234.5 Б.Т. МЕКЕНБАЕВ, К.К. ОРОЗОВ

АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ ТРЕХМАССОВОГО УДАРНОГО МЕХАНИЗМА

Бул макалада үч массалуу ургулоочу механизмдин алгоритмдик изилдөөлөр жыйынтыгы келтирилген.

В статье изложен алгоритм исследования модели трехмассового ударного механизма.

In clause are stated algorithm of research of model of the three-mass shock mechanism.

Во время работы ударных систем возникают колебательные и вместе с ними вибрационные процессы, которые существенно влияют на внутренние процессы ударных машин, следовательно, на выходные параметры, на прочностные и усталостные характеристики поддерживающих устройств, а при ручных работах с использованием гидравлических машин – и на физиологию оператора.

Поэтому для гашения вибрации была предложена следующая конструктивная схема антивибрационного гидравлического ударного механизма (рис. 1).

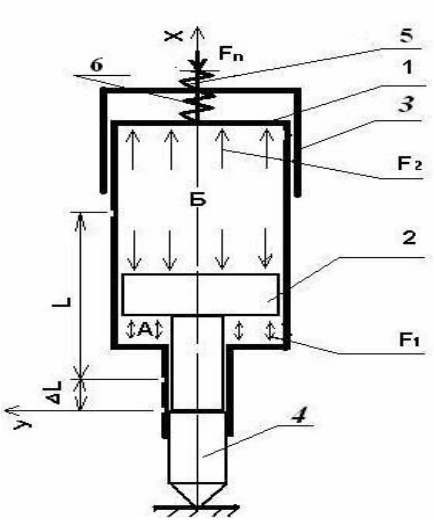

Рис. 1. Трехмассовый гидравлический ударный механизм:

1 – корпус бойка;

2 – поршень-ударник;

3 – дополнительная масса с рукояткой;

4 – рабочий инструмент;

5,6 – упругие элементы

Расчетная модель трехмассового гидравлического ударного механизма, как показано на рис. 1, представляет собой нелинейное дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами. Для решения данного дифференциального уравнения на ЭВМ разработаны программы, использование которых позволяет значительно упростить решение поставленной задачи.

Исследование математической модели осуществляется с целью выявления закономерностей рабочего процесса гидравлического ударного механизма в переходных и установившихся режимах его работы. Результаты этих исследований используются для оценки предложенных аналитических зависимостей, а также достоверности составленной математической модели механизма.

Движения бойка между ударами по инструменту были разбиты на три этапа:

- первый этап – от момента отскока до изменения значения силы в камере рабочего хода (холостой ход);
- второй этап – ход бойка во время действия давления жидкости в камере рабочего хода;
- третий этап – ход бойка перед соударением с рабочим инструментом после переключения давлений жидкости от рабочей камеры к холостой камере.

Полная картина движения бойка определяется методом припасовывания в граничных точках.

Устройство механизма характеризуется такими параметрами, как масса поршня-ударника, масса корпуса гидравлического ударного механизма и их соотношением, площадь поясков поршня ударника, жесткость упругого элемента, координаты точек переключения и т.д. Все эти параметры тем или иным образом входят в уравнения математической модели. Следовательно, варьирование этих параметров позволяет выявить их влияние на динамику рабочих процессов гидравлического ударного механизма. С целью получения необходимых данных, характеризующих внутренние процессы гидравлического ударного механизма, решение математической модели осуществляется в определенной последовательности. Необходимая последовательность обеспечивается алгоритмом решения исходного уравнения на ЭВМ.

Блок-схема этого алгоритма представлена на рис. 2.

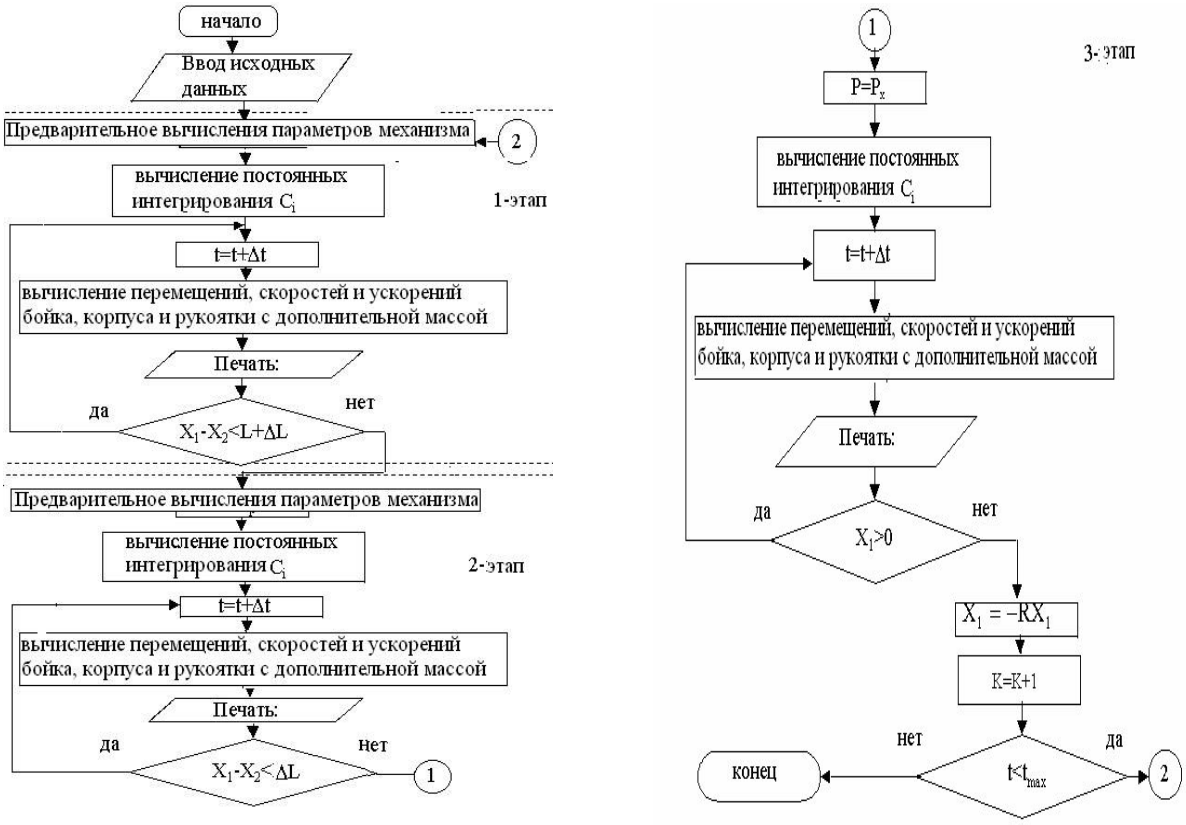

Рис.2. Блок-схема решения задачи:

X_1 – перемещение бойка, X_2 – перемещения корпуса, R – коэффициент отскока, К – количество ударов, t_{max} – время продолжительности процесса

Численное решение математической модели позволяет найти перемещение, скорость, ускорение поршня-ударника и корпуса гидравлического ударного механизма. С помощью этих данных можно оценить особенности движения поршня-ударника и корпуса молотка, уточнить энергетические характеристики механизма в различных режимах его работы.

Вывод на печать интересующих нас параметров осуществляется в характерных точках движения поршня-ударника и корпуса молотка, что удобно для анализа процесса установления рабочего цикла механизма.

Результаты решений уравнений трехмассовой системы при параметрах P = 10 МПа, $m_в$=1,5 кг, $m_к$=16 кг, $m_р$=2 кг, C=1000 Н/м, $S_А$=0.5164515 см^2, $S_Б$ = 1,2105 см^2, ΔL=3 мм, L=52 мм, R=0,2 показывают (рис. 3), что при определенных параметрах ударного механизма перемещение поршня-ударника зависит от колебания корпуса и рукоятки с дополнительной массой.

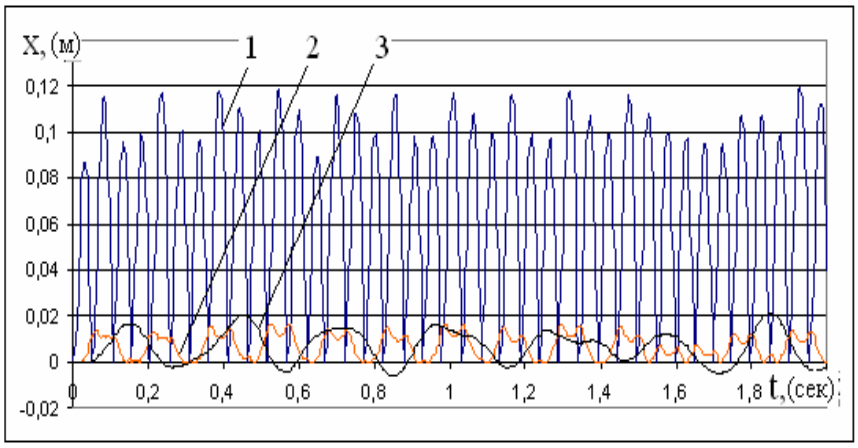

Рис.3. Перемещение поршня-ударника, корпуса молотка и рукоятки с дополнительной массой по времени для ручных молотков:

1 – перемещения поршня-ударника,

2 – перемещения корпуса молотка,

3 – рукоятки с дополнительной массой

Графики изменения скорости поршня-ударника по времени и перемещения поршня-ударника показаны на рис.4. На диаграмме изменения скорости поршня-ударника (рис. 4) выделяются участки с разными предударными скоростями, которые зависят от длины L перемещения поршня-ударника.

а) б)

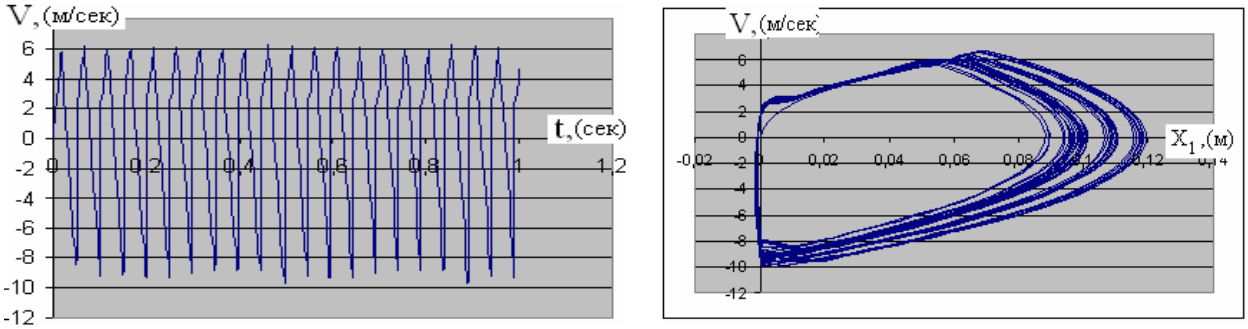

Рис. 4. Скорость поршня-ударника по времени (а) и по положению (б) поршня-ударника для ручных гидравлических ударных машин

В зависимости от конкретных условий, продолжительность этих периодов, амплитуды колебаний и модули скоростей корпуса молотка и рукоятки с дополнительной массой по времени на этих участках могут быть разными (рис. 5).

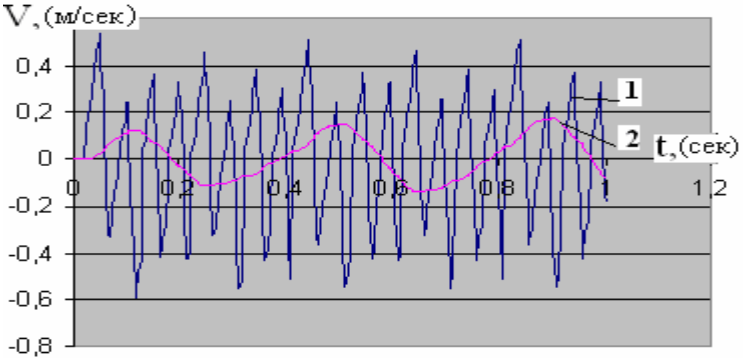

Рис.5. Скорости корпуса молотка и рукоятки с дополнительной массой по времени ручных гидравлических ударных машин (1 – скорость корпуса молотка, 2 – скорость рукоятки с дополнительной массой)

Наличие упругого элемента и корпусной массы стабилизирует ускорение поршня-ударника и корпуса молотка (рис. 6.). Максимальные амплитуды колебаний поршня-ударника соответствуют максимальным амплитудам ускорения корпусной массы гидравлического ударного механизма.

а) б)

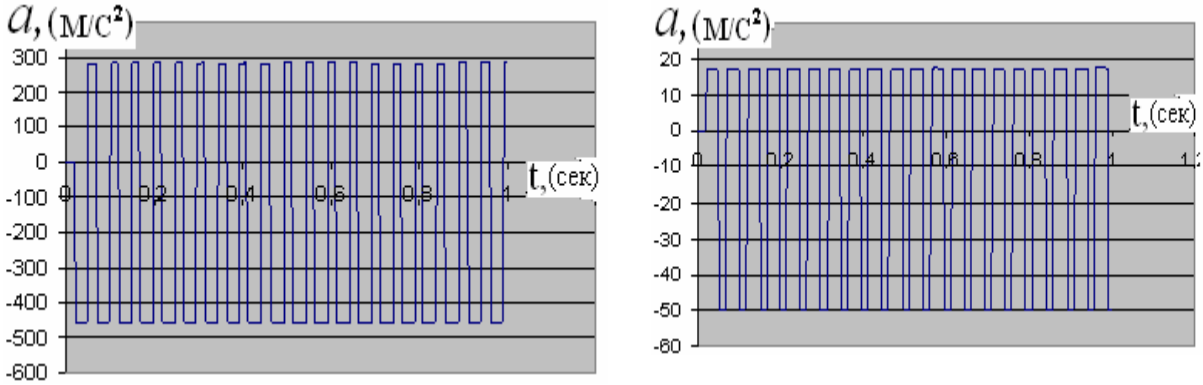

Рис. 6. Ускорения поршня-ударника (а) и корпуса (б) гидравлического ударного механизма по времени

Таким образом, в результате проведенных исследовательских работ можно сделать следующие выводы.

1. На основе разработанной динамической модели гидравлического ударного механизма в виде трехмассовой колебательной системы и предложенного алгоритма исследования изучен характер колебания поршня-ударника и корпуса и предложены меры улучшения зашиты оператора от ее воздействий.

2. В результате моделирования работы гидравлического ударного механизма, выполненного с использованием ЭВМ, определены рациональные границы изменения величины перемещения, скорости и ускорения поршня-ударника, корпуса и

дополнительной корпусной массы гидравлического ударного механизма. Полученные закономерности представлены в виде графиков.

3. Установлено, что колебания корпуса и дополнительной корпусной массы влияют на внутренние параметры гидравлического ударного механизма.

4. Разработанная трехмассовая математическая модель может быть использована при исследовании рабочих процессов гидравлических ударных механизмов как на стадии их проектирования, так и для анализа динамики рабочих процессов и характеристик существующих конструкций ударных машин с гидроприводом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов О.Д., Басов С.А. Гидравлические виброударные системы. – М.: Наука, 1990. – 352 с.
2. Усубалиев Ж.У. Исследование гидрообъемного ударного механизма с клапанным распределителем непрямого действия: Канд. дис… – Фрунзе,1972.
3. Ураимов М., Еремъянц В.Э., Султаналиев Б.С. Результаты исследований инструмента из стали 30ХН2МА для гидравлического молота «Импульс 300» //Сб.научн.тр. Ин-та машиноведения НАН КР. – Вып. 1. – Бишкек: Илим, 1997.
4. Алимов О.Д., Басов С.А., Ураимов М. Вопросы анализа и выбора параметров гидравлических ударных механизмов отбойных машин // Механизация буровых и отбойных работ при проведении горных выработок. – Фрунзе: Илим, 1981. – С. 117-186.