

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЯ КОРПУСА И РУКОЯТКИ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ МАССОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРНОГО МЕХАНИЗМА

Бул макалада гидравликалык ургулоочу механизмдердин тулку жана кошумча массалуу кармагыч бөлүгүнүн термелүүсүн эксперименталдык изилдөөлөр жыйынтыгы келтирилген.

В статье изложены результаты экспериментальных исследований колебательного процесса гидравлического ударного механизма.

In clause the results of experimental researches of oscillatory process of the hydraulic shock mechanism are stated.

Экспериментальные исследования проводились в Лаборатории силовых импульсных систем Института машиноведения НАН КР на специально разработанном стенде (рис.1), позволяющем воспроизводить реальные условия работы.

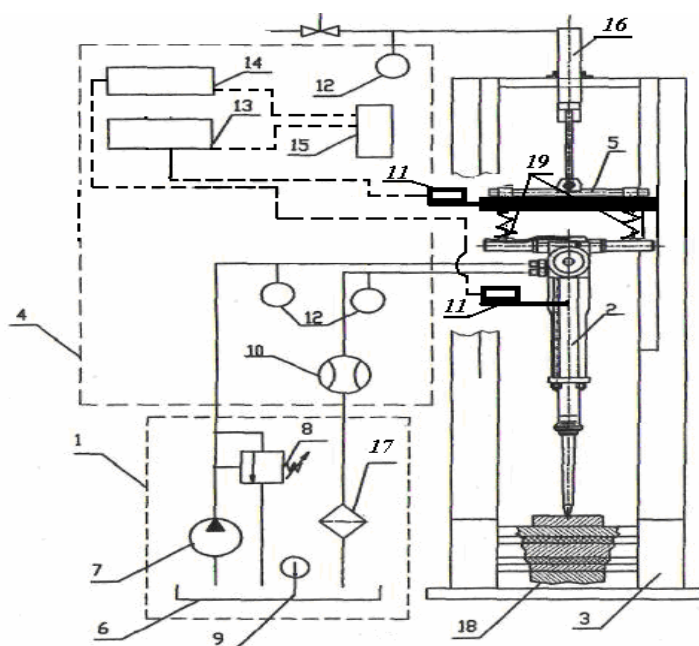


Рис.1. Стенд для исследования ручных гидравлических молотков:

1 – насосная станция; 2 – исследуемый молоток; 3 – рама; 4 – измерительный комплекс; 5 – прижимное устройство; 6 – бак маслостанции; 7 – насос; 8 – предохранительный клапан; 9 – термометр; 10 – счетчик жидкости ШЖ-25; 11 – акселерометры СМГ-5Т; 12 – манометры; 13-14 –

преобразователи DC-DC; 15 – компьютер; 16 – пневмоцилиндр; 17 – фильтр; 18 – шабот; 19 – упругие элементы (пружины)

Целью экспериментальных исследований гидравлического ударного механизма являются:

- оценка математической модели системы боек-корпус-масса;
- проверка сформулированных в работе рекомендаций по выбору конструктивных и внутренних параметров.

Для достижения поставленной цели, по нашему мнению, необходимо получить экспериментальным путем ряд зависимостей, характеризующих взаимосвязь энергетических параметров ударного механизма от параметров корпусной массы, жесткости упругих элементов, усилия прижима.

Исходя из постановки экспериментальных исследований можно сформулировать задачи следующим образом:

- выявление закономерностей движения корпуса и дополнительной массы рукоятки;
- определение перемещения, скорости, ускорений и частоты колебания корпуса и рукоятки гидравлического ударного механизма;
- выявление законов изменения вибрации корпуса молотка и его рукоятки.

Следует отметить, что при экспериментальных исследованиях различные режимы работы ударного механизма моделируются изменением корпусной массы, жесткости упругих элементов и усилия прижима.

Объектом исследований является ручной гидравлический ударный механизм типа «Импульс-7», разработанный в Лаборатории силовых импульсных систем Института машиноведения НАН Кыргызской Республики.

Принятая нами методика экспериментальных исследований охватывает выбор измеряемых величин, метод измерений выбранных величин и обработку экспериментальных данных.

Выбор измеряемых параметров механизма определяется задачей экспериментальных исследований. Для решения поставленных задач исследований необходимо измерение перемещения, скорости, ускорения и вибрации корпуса и корпусной массы рукоятки гидравлического ударного механизма.

Методы измерения интересующих нас параметров исследуемого механизма основываются на принципах преобразования неэлектрических величин в электрические. Примененная методика экспериментальных исследований предполагала использование акселерометра CMG-5T (трехкомпонентный акселерометр сильных движений с форс-балансной обратной связью в герметичном корпусе) и самопишущего преобразователя DC-DC, обеспечивающего работу датчика от источника постоянного тока от 12 до 36 В.

Датчик модели CMG-5T, обеспечивающий значительно меньшее выходное сопротивление, позволяет подключать датчик к регистраторам, имеющим низкое входное сопротивление, например дигитайзер Quanterra.

Датчик модели CMG-5T имеет очень большой динамический диапазон. Для того чтобы реализовать полный динамический диапазон, предусмотрено два дифференциальных выхода «high

gain» – *высокий уровень усиления* и «*low gain*» – *низкий уровень усиления*. Как правило, уровень усиления канала «*high gain*» устанавливается в 10 раз выше, чем канала «*low gain*».

Предусмотрена поставка датчиков SMG-5T с разными уровнями выходного сигнала. Стандартный выходной сигнал в 5 В соответствует ускорению $1g$ ($9,81 \text{ м/с}^2$).

Установка датчиков SMG-5T чрезвычайно проста, регулировка по уровню не требуется, один центральный болт достаточен для надежного крепления датчика на плоскости.

Акселерометр SMG-5T поставляется с исчерпывающей калибровочной документацией и, обычно, никакой дополнительной калибровки не требуется.

Калибровочная цепь акселерометра SMG-5T построена таким образом, что формируется выходной сигнал, равный по величине и полярности приложенному калибровочному сигналу (при необходимости полярность может быть инвертирована). Таким образом, отношение амплитуды напряжения калибровочного сигнала должно быть установлено равным единице. (Применимо к датчикам с серийным номером T5185 и больше.)

Например, если датчик имеет чувствительность 0.25 В/м/с ($\geq 2.5 \text{ В/g}$), то калибровочный сигнал амплитудой 1 В будет соответствовать входному ускорению $\frac{1}{0,25 \text{ м/с}^2}$ (или $0,408 \text{ g}$) и выходному сигналу равному 1 В ($\pm 4 \%$). Фазы калибровочного сигнала и выходного сигнала акселерометра совпадают. Датчик устроен таким образом, что формирует сигнал положительной полярности при движении земли вверх, на восток и на север.

Основные сигналы и петлю обратной связи иллюстрирует блок-схема акселерометра СМО-5Т, приведенная ниже.

Емкостный преобразователь представляет собой дифференциальный конденсатор, сформированный массой и конденсаторными пластинами, который запитан двухфазным трансформатором. Сигнал емкостного преобразователя демодулируется фазочувствительным детектором.

Акселерометр комплектуется компенсатором в петле обратной связи и силовым преобразователем с усилителем мощности.

Выходная чувствительность датчика определяется дифференциальным выходным усилителем и второй ступенью усилителя, который может использоваться как дополнительной каскад усилителя (нормально в 10 раз) или как фильтр высоких частот.

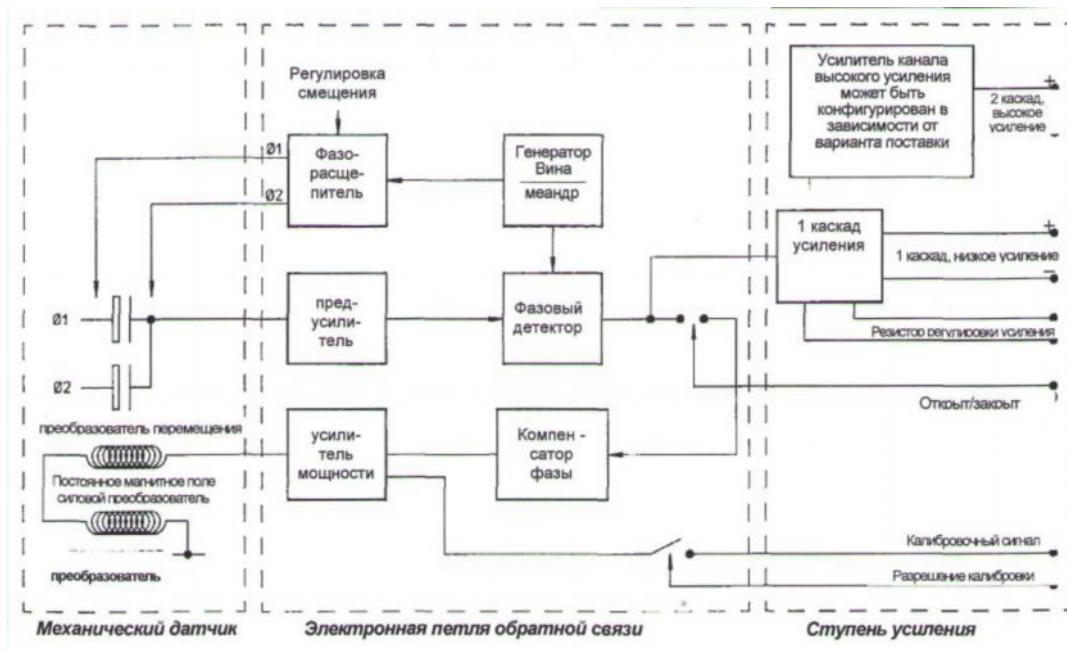


Рис.2. Блок-схема акселерометра СМО-5Т

Ускорение корпуса и корпусной массы рукоятки регистрируется датчиком СМО-5Т (рис.1), встроенным в корпус и на дополнительной массе рукоятке гидравлического ударного механизма. При таком исполнении датчика во время работы механизма в его измерительной обмотке наводится э.д.с. пропорционально ускорению корпуса и корпусной массы рукоятки молотка. Электрический сигнал, снимаемый с измерительной обмотки датчика СМО-5Т, подается на вход самопишущего преобразователя DC-DC (фирма «Guralp Systems Limited», Англия) и передается на ЭВМ.

Данная методика экспериментальных исследований имеет определенные особенности, связанные с тарировкой датчика ускорения, при которой скорость и перемещения корпуса определяются путем интегрирования осциллограммы ускорения.

Результаты и обсуждение экспериментальных данных

Проведены экспериментальные исследования ручного гидравлического ударного механизма типа «Импульс-7», разработанного в Лаборатории силовых импульсных систем Института машиноведения НАН Кыргызской Республики.

Технические характеристики гидравлического ударного механизма «Импульс-7» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики гидравлического ударного механизма «Импульс-7»

Наименование параметра	Ед. изм.	Импульс 7
Масса в рабочем состоянии	кг	16
Длина	мм	580

Энергия удара	Дж	55
Частота ударов	1/мин	1200
Рабочее давление жидкости	МПа	10
Подача жидкости	л/мин	14

В ходе проведения экспериментальных исследований на экспериментальном стенде получен ряд зависимостей вибрации корпуса и рукоятки гидравлического ударного механизма от жесткости упругого элемента и силы нажатия. Результаты представлены в виде диаграмм (рис.3-6).

Из диаграмм (рис.3, 4) заметно, что с увеличением жесткости упругого элемента вибрация корпуса гидравлического ударного механизма уменьшается, а вибрация рукоятки, наоборот, увеличивается. Эксперимент показал, что при малых значениях коэффициента жесткости упругого элемента вибрация корпуса максимальная, а вибрация рукоятки гидравлического ударного механизма имеет минимальное значение.

На рис.5, 6 видно, что с увеличением усилия прижима вибрация корпуса и рукоятки корпуса гидравлического ударного механизма уменьшаются. Но необходимо отметить, что в ручных гидравлических ударных механизмах усилие прижима не должно превышать 20 кг.

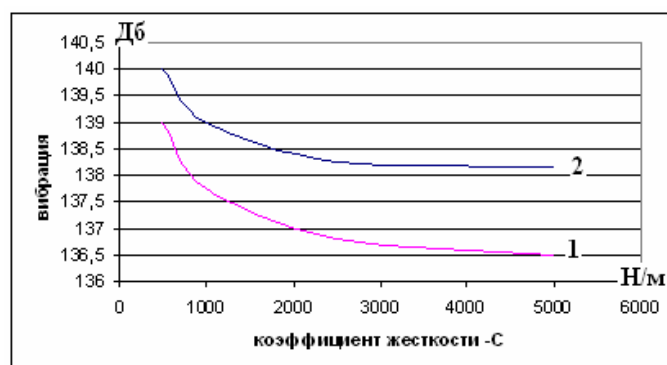


Рис.3. Вибрация корпуса молотка при различном коэффициенте жесткости упругого элемента ($F_{пр} = 9,5$ кг): 1 – результаты теоретического исследования, 2 – результаты экспериментального исследования

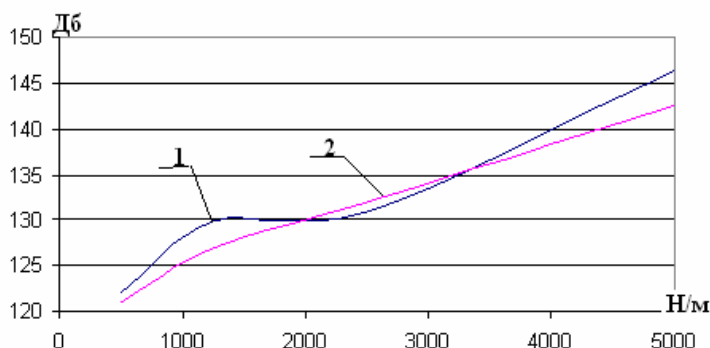


Рис. 4. Вибрация рукоятки молотка при различном коэффициенте жесткости упругого элемента ($F_{пр} = 9,5$ кг): 1 – результаты экспериментального исследования, 2 – результаты теоретического исследования

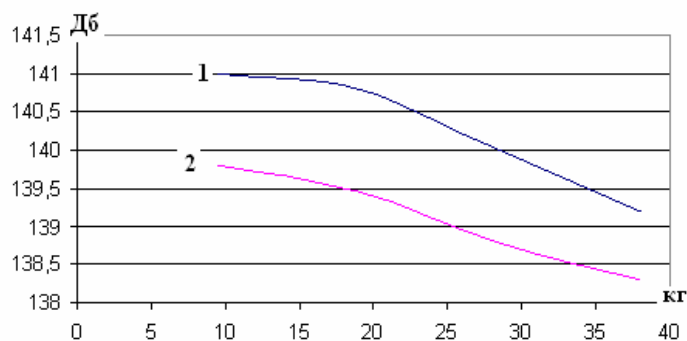


Рис.5. Вибрация корпуса при различных усилиях прижима ($C=2500$ Н/м):

1 – результаты экспериментального исследования, 2 – результаты теоретического исследования

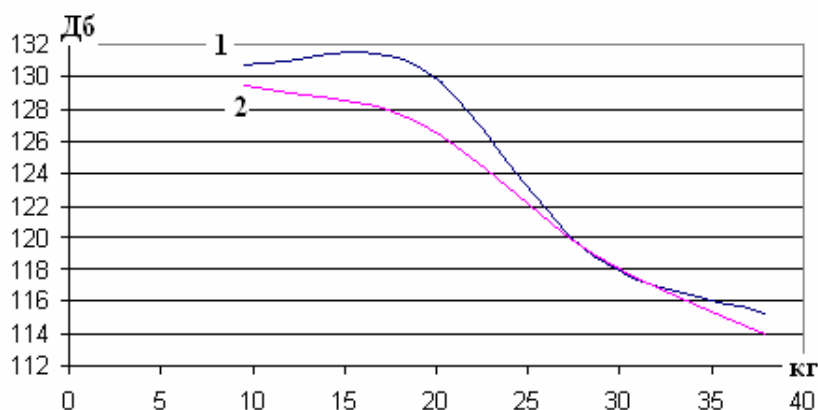


Рис.6. Вибрация рукоятки молотка при различных усилиях прижима ($C=2500$ Н/м): 1 – результаты экспериментального исследования, 2 – результаты теоретического исследования

Исследования показали (рис.5, 6), что при одних и тех же параметрах вибрация рукоятки значительно меньше, чем вибрация корпуса гидравлического ударного механизма.

Сопоставление экспериментальной и теоретической диаграмм вибрации гидравлического ударного механизма (рис.3-6) показывает, что между этими диаграммами нет принципиальных различий. Это дает основание заключить, что составленная математическая модель гидравлического ударного механизма в целом достаточно точно отражает его рабочие процессы.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработан специальный стенд, конструкция которого позволяет осуществлять измерение необходимых параметров, характеризующих режим работы гидравлического ударного механизма.
2. Разработана методика проведения экспериментальных исследований.
3. Выявлен закон изменения вибрации корпуса и рукоятки корпуса гидравлического ударного механизма.
4. Принципиальные расхождения между закономерностями рабочих процессов гидравлического ударного механизма, полученных экспериментальным путем и полученных на основе исследований математической модели, не обнаружены.

Список литературы

1. Усубалиев Ж.У. Исследование гидравлических ударных механизмов с клапанным распределителем непрямого действия: Дис. ... канд. техн. наук. – Фрунзе, 1972.
2. Вибрации в технике. Т. 1-6. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Ураимов М., Еремьянц В.Э., Султаналиев Б.С. Результаты исследований инструмента из стали ЗОХН2МА 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.