

*М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, В.Н. Жаров*

УДК 621.01

**БӨЛҮНҮҮЧУ ЖЫЛГЫЧЫ БАР ӨЗГӨРҮЛМӨ  
ТҮЗҮЛҮШТӨГҮ МЕХАНИЗМДҮҮ СОККУ КОЛ  
МАШИНАНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫК ИЗИЛДӨӨЧҮ  
СЫНАМА**

**СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РУЧНОЙ УДАРНОЙ МАШИНЫ С МЕХАНИЗМОМ  
ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ С РАЗДЕЛЯЮЩИМСЯ  
ПОЛЗУНОМ**

**A STAND FOR EXPERIMENTAL STUDIES OF A HAND  
IMPACT MACHINE WITH A VARIABLE STRUCTURE  
MECHANISM WITH A SPLIT SLIDER**

*М.С.Джуматаев, Т.Т.Каримбаев, В.Н.Жаров  
M. S. Dzhumataev, T.T. Karimbaev, V.N.Zharov*

Бул макалада бөлүнүүчү жылгычы бар өзгөрүлмө түзүлүштөгү механизмдүү сокку энергиясы 20 Дж болгон уруучу кол машинаны эксперименталдык изилдөө учун сынаманын сүрөттөлүшү берилген. Сынама электр кыймылдаткычтын октолгоочунун айлануу ылдамдыгын, ургучтун абалын жана сокку энергиясын каттоого арналган. Электр кыймылдаткычтын октолгоочунун айлануу ылдамдыгын каттоо осциллографка туташтырылган тахогенератор тарабынан жүргүзүлөт. Соккунун кыймылы көрсөткүчтөрдүү компютерге откөрүп берүүчү аттайын сезгич аркылуу, ал эми соккунун энергиясы тензометр аркылуу жазылып, белгилер күчтөткүч аркылуу осциллографка берилет. Сунуш кылынгандыктын жана сокку уруучу машинанын кинематикалык өлчөм мүнөздөмөлөрүн, ошондой эле анын сокку энергиясын эксперименталдык түрдө аныктоого мүмкүндүк берет.

В данной работе приведено описание стенда для экспериментальных исследований ручной ударной машины с механизмом переменной структуры с разделяющимся ползуном с энергией удара 20 Дж. Стенд предназначен для регистрации скорости двигателя, положения бойка и энергии удара. С целью усиления показаний тензодатчиков разработан усилитель на операционных усилителях с питанием от двухполлярного источника постоянного тока. Регистрация скорости вращения вала электродвигателя производится тахогенератором, связанным с осциллогра-

фом, перемещение бойка регистрируется специальным датчиком, передающим показания на компьютер, а энергия удара – тензодатчиками, сигналы которых через усилитель также подаются на осциллограф. Предлагаемый стенд позволит провести экспериментальное определение кинематических параметров двигателя и бойка ударной машины, а также ее энергии удара.

*This paper describes a test bench for experimental studies of a manual impact machine with a variable structure mechanism and a separable slider with an impact energy of 20 J. The test bench is designed to record the motor speed, striker position, and impact energy. In order to amplify the readings of the strain gauges, an amplifier based on operational amplifiers powered by a bipolar DC source has been developed. The speed of the electric motor shaft is recorded by a tachogenerator connected to an oscilloscope, the movement of the striker is recorded by a special sensor that transmits readings to a computer, and the impact energy is recorded by strain gauges, whose signals are also fed to the oscilloscope through the amplifier. The proposed test bench will allow experimental determination of the kinematic parameters of the motor and the striker of the impact machine, as well as its impact energy.*

**Түйүн сөздөр:** бөлүнүүчү жылгычы бар өзгөрүлмө түзүлүштөгүү механизм; эксперименталдык сынама; ургуч; тензометр; осциллограф; компьютер.

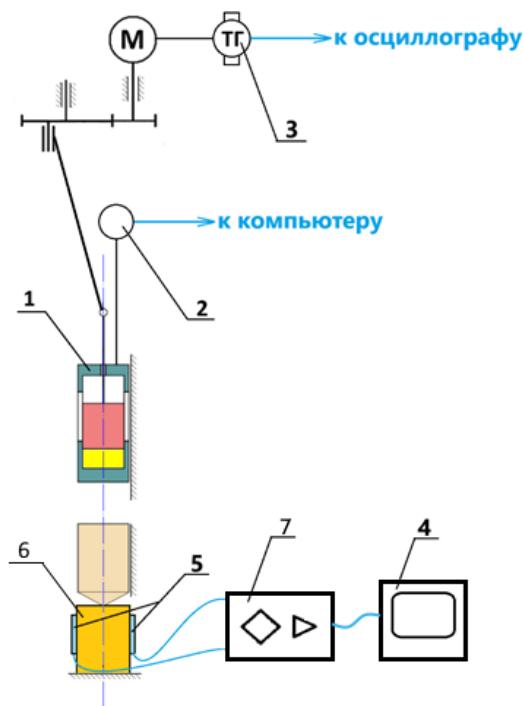
**Ключевые слова:** механизм переменной структуры с разделяющимся ползуном; экспериментальный стенд; боек; тензодатчик; осциллограф; компьютер.

**Keywords:** variable structure mechanism with a split slider; experimental stand; firing pin; load cell; oscilloscope; computer.

Специалисты Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР ведут работы по созданию ручных ударных машин на основе механизмов переменной структуры с разделяющимся ползуном (МПССрП) [1 – 3]. В данной конструкции ползун кривошипно-ползунного механизма состоит из взаимодействующих друг с другом поводка и бойка. Взаимодействие осуществляется посредством воздушной подушки и имеет сложный характер. Специалистами института была разработана математическая модель, позволившая провести предварительную выборку основных параметров ручной ударной машины с энергией удара 20 Дж. На основе вы-

бранных параметров была разработана конструкция и изготовлен опытный образец ударной машины. Целью данной работы является создание стенда для экспериментальных исследований кинематических параметров входного и выходного звена исполнительного органа машины, а также ее энергии удара для проверки достоверности предложенной математической модели.

На рисунке 1 представлена схема экспериментального стенда.



1 – ударная машина, 2 – датчик перемещения, 3 – тахогенератор, 4 – осциллограф, 5 – тензодатчик, 6 – волновод, 7 – преобразователь.

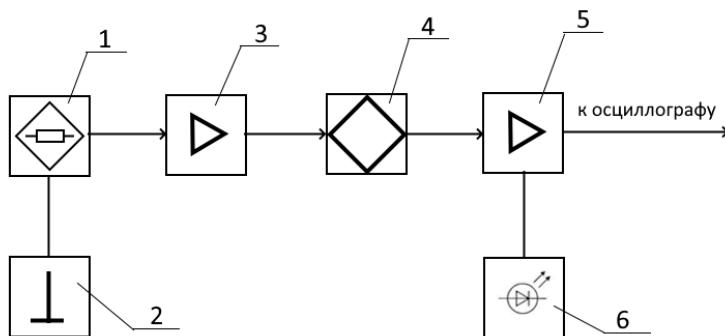
Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

Стенд состоит из ударной машины 1, боек которой связан с датчиком перемещения 2, связанным с компьютером. Скорость двигателя ударной машины регистрируется тахогенератором 3, показа-

ния которого передаются на цифровой осциллограф 4. Ударная волна регистрируется с помощью двух тензодатчиков 5, закрепленных на волноводе 6. Сигнал с тензодатчиков 5 подается на преобразователь 7 и далее подается на осциллограф 4. Учитывая то, что волновод испытывает только продольные деформации, в соответствии с рекомендациями [4] в схеме используются два тензодатчика, наклеенные на противоположные поверхности волновода в продольном направлении. Соблюдается симметрия расположения датчиков относительно оси поперечного сечения волновода. Использование двух тензодатчиков обеспечило:

- в два раза более высокую чувствительность к продольным деформациям;
- нечувствительность схемы к изгибным деформациям образца.

Блок-схема устройства для преобразования показаний тензодатчиков в сигналы, регистрируемые осциллографом, представлена на рисунке 2.



1 – резистивный мост, 2 – устройство балансировки моста,  
 3 – сдвоенный усилитель моста, 4 – дифференциальный  
 усилитель, 5 – согласующий усилитель,  
 6 – устройство индикации.

Рисунок 2 – Блок-схема преобразователя показаний тензодатчиков

Тензодатчики установлены в плечах резистивного моста Уиттона 1. Балансировка моста осуществляется специальным устрой-

ством 2. Сигнал с моста поступает на сдвоенный усилитель напряжения 3, выполненный на высокоскоростном операционном усилителе TL074, который усиливает напряжение разбалансировки моста при измерении параметров тензодатчиков, включённых в мост. Данные усиленного напряжения поступают на дифференциальный усилитель 4, также выполненные на высокоскоростном операционном усилителе TL074, который выполняет функцию по дифференцированию напряжения первого и второго усилителя моста. Усиленный сигнал поступает на согласующий усилитель 5. При отсутствии воздействия на тензодатчики напряжение на выходе дифференциального усилителя должно быть равно нулю, для балансировки и установки в нуль введена дополнительная цепь из регулировочных элементов и устройство индикации 6, выполненное на светодиодах.

Для повышения точности и чувствительности данное устройство питается двухполярным источником питания. Для этого применен преобразователь двухполярного напряжения величиной +12 В и -12 В относительно общего провода.

Тарировка тензодатчиков производится на специальном стенде (рис. 3). На корпусе 1 стенда закреплен волновод 2 с тензодатчиками 3 и 4. Между корпусом 1 и волноводом 2 натянут направляющий трос 5. Ударный элемент 6 из исходного положения при свободном падении наносит удар по волноводу 2 и отскакивает в положение 7. Процесс падения и отскока регистрируется скоростной камерой 8. Сигнал с тензодатчиков 3 и 4 через преобразователь 9 подается на цифровой осциллограф 10.

Тарировка тензодатчиков заключается в регистрации величины отклонения луча осциллографа, вызванного деформацией волновода при падении на него ударного элемента. Ударный элемент массой  $m$  на высоте  $H$  (рис. 3) имеет потенциальную энергию

$$\Pi = mgH, \quad (1)$$

где  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения.

При падении потенциальная энергия ударного элемента преобразуется в его кинетическую энергию, которая при соприкосновении с волноводом преобразуется в энергию удара  $\mathcal{E}$  и кинетическую энергию ударного элемента, изменившего направление движения на противоположное. Достигнув максимальной высоты подъема, ударный элемент теряет всю кинетическую энергию, преобразовавшуюся в потенциальную энергию, поэтому можно записать:

$$mgH = \mathcal{E} + mgh. \quad (2)$$

Таким образом, энергия удара определяется следующим образом:

$$\mathcal{E} = mg(H - h). \quad (3)$$

Зная массу ударного элемента и значения высот  $H$  и  $h$ , мы можем из соотношения (3) определить величину энергии удара по волноводу.

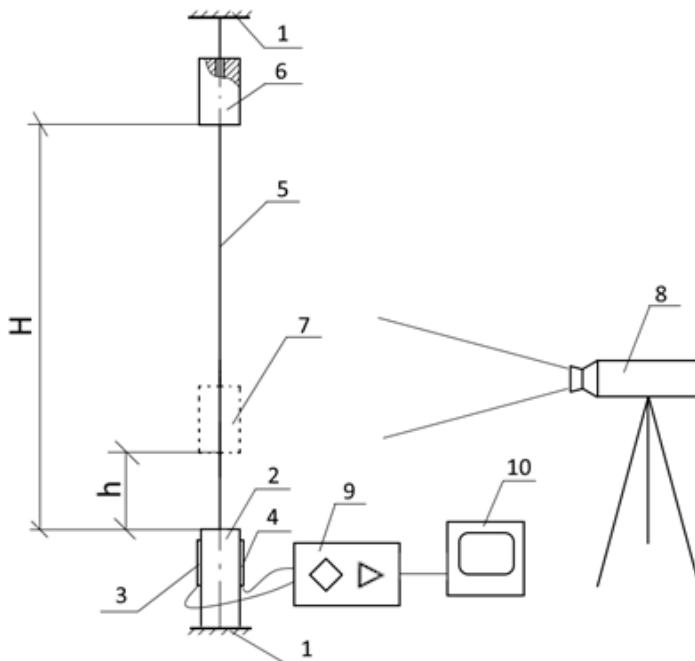


Рисунок 3 – Стенд для тарировки тензодатчиков

Разработанный экспериментальный стенд позволит сопоставить полученные в результате моделирования кинематические параметры звеньев ударной машины с данными, полученными в результате экспериментальных исследований. Совпадение результатов подтвердит правильность теоретических предпосылок, положенных в основу математической модели, и, следовательно, возможность выбора рациональных параметров ударных машин, выполненных по данной схеме с помощью разработанной математической модели.

### **Литература**

1. Джуматаев М.С., Каримбаев Т.Т., Баялиев А.Ж. Моделирование истечения воздуха из воздушной подушки ударной машины с механизмом переменной структуры. – Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. – №1 (41), часть 1. – Бишкек, 2017. – С. 45 – 51.
2. Джуматаев М.С., Каримбаев Т.Т., Баялиев А.Ж. Анализ влияния длины воздушной камеры на динамические параметры ударной машины с разделяющимся ползуном. – Машиноведение. – Вып.2 (6). - Бишкек, 2017. – С. 29 – 37.
3. Джуматаев М.С., Каримбаев Т.Т., Баялиев А.Ж., Акчалов А.Н. Влияние продолжительности действия воздушной подушки МПСсРП на динамические параметры ударной машины. – Машиноведение. – Вып.2 (12). – Бишкек, 2020. – С. 3 – 9.
4. Мехеда В.А. Тензометрический метод измерения деформаций. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 56 с.