

ООО «РУСУЧПРИБОР»

УСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНАЯ  
"СОУДАРЕНИЕ ШАРОВ ФМ 17"

Паспорт  
ФМ 17 ПС

2009

1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Установка лабораторная "Соударение шаров ФМ 17" (далее - установка) предназначена для проведения лабораторных работ по курсу "Физика", раздел "Механика", в высших учебных заведениях. Установка также может быть использована в колледжах, лицеях, техникумах, ПТУ.

Установка отвечает наиболее прогрессивному направлению в реализации современных методов проведения лабораторных работ.

Установка обеспечивает возможность изучения законов сохранения импульса и энергии при ударе, ознакомления с основными методами физических измерений, оценки достоверности полученных результатов.

Установка помогает обучаемым глубже понять основные физические закономерности и приобрести элементарные навыки проведения экспериментов.

Установка эксплуатируется в помещении при температуре от  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха до 80 % при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Длина подвеса шаров, мм	$370 \pm 10$
2.2 Диапазон изменения угла отклонения шара (до и после удара), град	от 0 до 15
2.3 Цена деления угловой шкалы, мин	$15 \pm 1,5$
2.4 Количество сменных шаров, шт.	6
2.5 Материал сменных шаров: сталь, алюминий, латунь	
2.6 Диаметр шаров, мм	$30 \pm 0,2$
2.7 Электропитание электромагнита установки осуществляется от блока электронного ФМ 1\1 напряжением, В	$8 \pm 2$
2.8 Измерение интервалов времени осуществляется в диапазоне, с	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$
2.9 Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	330
ширина	210
высота	550
2.10 Масса, кг, не более	6
2.11 Установка обеспечивает возможность изучения законов сохранения импульса и энергии при ударе:	
1) определение времени соударения шаров;	
2) определение коэффициентов восстановления скорости и энергии для случая упругого удара шаров.	
2.12 Электропитание блока электронного ФМ 1/1 осуществляется от сети переменного тока	

напряжением, В	220 ± 22
частотой, Гц	50 ± 0,4
2.13 Средняя наработка до отказа, циклов, не менее	5000
2.14 Средний срок службы до списания, лет, не менее	5
2.15 Сведения о содержании цветных металлов приведены в приложении А.	

### 3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование и условное обозначение	Количество	Примечание
Установка лабораторная "Соударение шаров ФМ 17", в том числе:		
Основание	1 шт.	
Стойка	1 шт.	
Корпус со шкалой и электромагнитом	1 шт.	
Пластина с втулкой и скобами на нитях	1 шт.	
Шар алюминиевый со вставкой	1 шт.	
Шар латунный со вставкой	1 шт.	
Кабель	1 шт.	
Шар алюминиевый	1 шт.	
Шар латунный	1 шт.	
Шарик 30,0 мм ГОСТ 3722-81	2 шт.	

Окончание таблицы 1

Наименование и условное обозначение	Количество	Примечание
-------------------------------------	------------	------------

Паспорт	1 экз.	
---------	--------	--

#### 4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ИЗДЕЛИЯ

Установка включает в свой состав: основание, вертикальную стойку, верхний кронштейн, корпус, электромагнит, нити для подвески металлических шаров, провода для обеспечения электрического контакта шаров с клеммами.

Основание снабжено тремя регулируемыми опорами и зажимом для фиксации вертикальной стойки.

Вертикальная стойка выполнена из металлической трубы.

На верхнем кронштейне, предназначенном для подвески шаров, расположены узлы регулировки, обеспечивающие прямой центральный удар шаров, и клеммы.

Корпус предназначен для крепления шкалы угловых перемещений.

Электромагнит предназначен для фиксации исходного положения одного из шаров.

Металлические шары выполнены попарно из алюминия, латуни и стали.

Установка работает от блока электронного ФМ 1/1, который в комплект поставки не входит.

#### 5 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

5.2 Для обеспечения нормальной работы установки подключение установки к блоку электронному производить строго в соответствии с описанием, приведенном в разделе 6.

5.3 Для предотвращения опрокидывания установки необходимо располагать ее только на горизонтальной поверхности.

#### 6 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ И ПОРЯДОК ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ

6.1 Подготовка блока электронного ФМ 1/1 (далее-блок) к работе, ввод параметров, необходимых для проведения экспериментов, производится в соответствии с паспортом на блок.

6.2 Изучение законов сохранения импульса и энергии при ударе.

6.2.1 Определение времени соударения шаров.

Подключить клеммы верхнего кронштейна и электромагнит установки к блоку электронному при помощи кабеля. Вилку с маркировкой "Э" вставить в розетку электромагнита.

Вставить стальные шары в скобы подвеса.

С помощью регулировочных опор выставить основание установки таким образом, чтобы нижние визеры скоб подвеса указывали на нули шкал.

Отрегулировать положение шаров в вертикальной и горизонтальной плоскостях до совмещения верхних визиров скоб подвеса. Регулировку производить с помощью изменения длины подвеса шаров, а также изменения положения узлов крепления нитей на верхнем кронштейне.

Нажать кнопку "СЕТЬ" блока. При этом должны включиться табло индикации и электромагнит.

Отвести правый шар на угол  $\alpha_{бр}$  примерно четырнадцать градусов и зафиксировать его с помощью электромагнита.

Нажать кнопку "ПУСК". При этом произойдет удар шаров.

По таймеру блока определить время соударения шаров  $t$  (первое появившееся на правом табло значение).

Нажать кнопку "СБРОС".

Определить время соударения для различных пар шаров по методике, приведенной выше. Сделать вывод о зависимости времени соударения от механических свойств материалов соударяющихся шаров.

6.2.2 Определение коэффициентов восстановления скорости и энергии для случая упругого удара шаров.

В правую скобу подвеса вставить алюминиевый шар со стальной вставкой, а в правую скобу латунный или стальной шар.

На пульте блока нажать кнопку "СБРОС". При этом на табло индикации высветятся нули, на электромагнит подается напряжение.

Отвести правый шар на угол  $\alpha_{бр}$  примерно четырнадцать градусов и зафиксировать его с помощью электромагнита.

Нажать кнопку "ПУСК". При этом произойдет удар шаров.

При помощи шкал визуально определить углы отскока правого ( $\alpha_1$ ) и левого ( $\alpha_2$ ) шаров.

Из закона сохранения импульса (второй шар неподвижен,  $V_2 = 0$ ) имеем:

$$m_1 V_1 = m_1 V_1' + m_2 V_2', \quad (1)$$

где  $m_1$  - масса правого шара, г (взвесить на весах лабораторных равноплечих типа ВЛР-1 кг);

$m_2$  - масса левого шара, г;

$V_1'$ ,  $V_2'$  - скорости шаров после соударения, м/с;

$V_1$  - скорость правого шара до соударения, м/с.

Скорость шаров до и после удара можно определить по формулам:

$$V_1 = 2\sin(\alpha_{\text{бр}}/2) \cdot \sqrt{gl}, \quad (2)$$

$$V_1' = 2\sin(\alpha_1/2) \cdot \sqrt{gl}, \quad (3)$$

$$V_2' = 2\sin(\alpha_2/2) \cdot \sqrt{gl}, \quad (4)$$

где  $l$  - расстояние от точки подвеса до центра тяжести шаров, м;

$\alpha_{\text{бр}}$  - угол бросания, град;

$\alpha_1$  - угол отскока правого шара, град;

$\alpha_2$  - угол отскока левого шара, град.

Коэффициент восстановления скорости можно определить по формуле:

$$k_c = |V_2' - V_1'| / |V_2 - V_1| \quad (5)$$

Коэффициент восстановления энергии можно определить по формуле:

$$k_3 = [m_1 \cdot \sin^2(\alpha_1/2) + m_2 \cdot \sin^2(\alpha_2/2)] / m_1 \cdot \sin^2(\alpha_{\text{бр}}/2) \quad (6)$$

Потерю энергии при частично упругом соударении шаров можно определить по формуле:

$$W = [(m_1 \cdot m_2 / 2(m_1 + m_2)) \cdot (V_1 - V_2)^2 \cdot (1 - k_3^2)] \quad (7)$$

## 7 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень наиболее часто встречающихся и возможных неисправностей приведен в таблице 2.

Таблица 2

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
1	2	3
Отсутствие сигналов на блоке электронном после удара шаров	Нарушена электрическая цепь между шарами и блоком электронным	Проверить монтаж электрической цепи и устранить неисправность
Не работает электромагнит	Нарушена цепь электропитания электромагнита	Проверить монтаж электрической цепи и устранить неисправность

## 8 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Установка лабораторная "Соударение шаров ФМ 17"  
наименование изделия и его сокращенное обозначение

заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям  
ТУ 9666-022-81377873-2008 и признана годной для эксплуатации.  
обозначение ТУ

МП

\_\_\_\_\_  
(личные подписи (оттиски личных клейм) должностных  
лиц предприятия, ответственных за приемку изделия)

## 9 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

Установка лабораторная "Соударение шаров ФМ 17"  
(наименование изделия) (обозначение)

заводской номер \_\_\_\_\_ упакована \_\_\_\_\_  
ООО «РУСУЧПРИБОР»  
(наименование или код предприятия, производившего упаковывание)

согласно требованиям, предусмотренным конструкторской документацией.

Дата упаковывания \_\_\_\_\_  
Упаковывание произвел \_\_\_\_\_  
(подпись)

МП

Изделие после упаковывания принял \_\_\_\_\_  
(подпись)

## 10 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

Оформленные акты-рекламации должны направляться предприятию-изготовителю по адресу: 111024, г. Москва, ул. 3-я Кабельная, д.1, стр.1, ООО «Русучприбор», отдел поставок учебного оборудования.

## 11 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует нормальную работу установки лабораторной "Соударение шаров ФМ 17" и соответствие ее требованиям технических условий ТУ 9666-022-81377873-2008 в течение 18 месяцев со дня ввода ее в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня приобретения. Установки, у которых в течение гарантийного срока обнаруживается несоответствие требованиям технических условий, без-

возмездно заменяются или ремонтируются предприятием-изготовителем при условии соблюдения потребителем правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(справочное)

ВЕДОМОСТЬ

цветных металлов, содержащихся  
в установке лабораторной "Соударение шаров ФМ 17"  
наименование изделия, шифр

Наименование цветного металла по ГОСТ 1639-78	Группа по ГОСТ 1639-78	Масса, кг	Местонахождение