

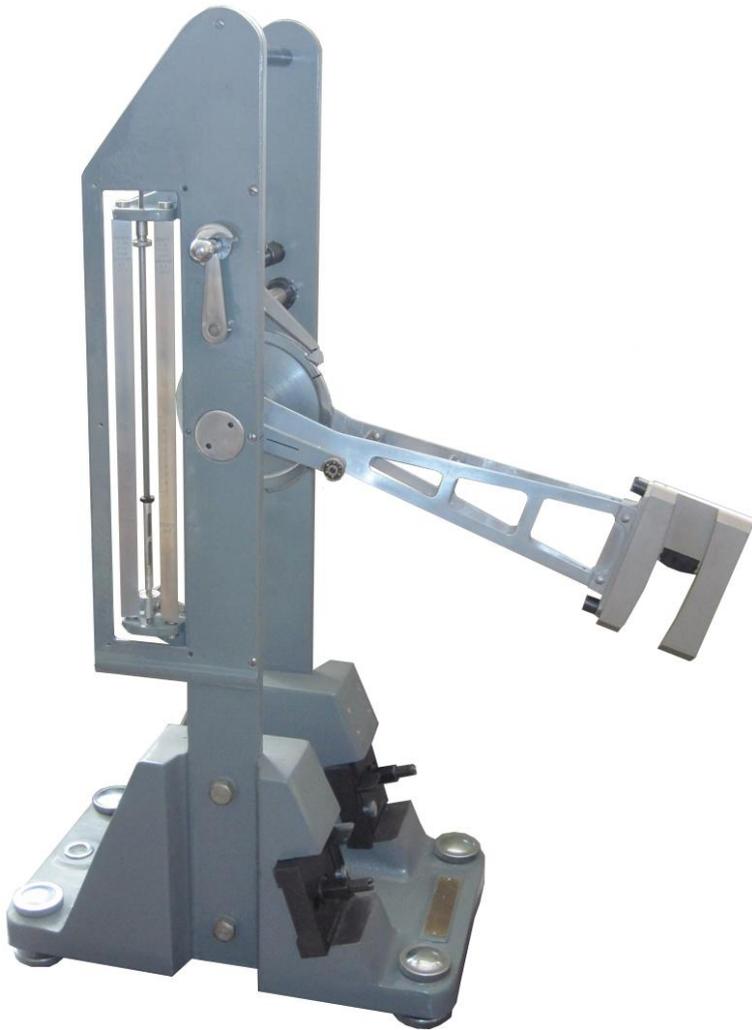
ГЛАВТОЧМАШ  
МОСКОВСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ МАШИН И ВЕСОВ



КОПЕР

тип МК-0,5

РУКОВОДСТВО ПО ПОЛЬЗОВАНИЮ



**Внешний вид копра МК – 0,5**

**Паспорт  
на копер типа МК-0,5**

Копер типа МК-0,5 № \_\_\_\_\_ изготовлен заводом  
МЭЗИМиВ.

Габариты копра:

Длина	.	.	.	.	360 мм
Ширина	.	.	.	.	210 мм
Высота	.	.	.	.	705 мм
Вес	.	.	.	.	52 кг

Копер изготовлен в соответствии с чертежами и техническими  
условиями и проверен отделом технического контроля завода.

Дата выпуска \_\_\_\_\_

М. П. Начальник ОТК завода \_\_\_\_\_

Контрольный мастер \_\_\_\_\_

## **КОПЕР ТИПА МК-0,5**

### **I. Назначение прибора**

Копер типа МК-0,5 с переменным запасом потенциальной энергии предназначается для динамических испытаний однократным ударом на изгиб эбонита, а также прессованных, формованных и слоистых пластических масс органического происхождения.

Основная цель испытаний — определение показателя хрупкости эбонита и удельной ударной вязкости пластических масс в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ -ах 258-41 и 4647-49.

Копер типа МК-0,5 снабжен приспособлением, позволяющим устанавливать маятник на разной высоте (две ступени). Копер имеет сменные молота, которые дают возможность получить различные запасы энергии:

9 кГсм; 18 кГсм; 25 кГсм и 50 кГсм.

При проведении стандартных испытаний пластмасс по ГОСТ — 4647-49 следует пользоваться шкалами:

0 ÷ 9 кГсм (молот № 2);

0 ÷ 18 кГсм (молот № 1) и

0 ÷ 50 кГсм (молот № 3).

На копере можно испытывать образцы толщиной от 1 до 18 мм с интервалом толщины в 1 мм.

### **II. Устройство прибора**

Прибор (см. рис. 1 и 2) состоит из чугунного основания — 15, в котором укреплены закаленные опоры — 14.

На основании закреплены две стойки — 13, в которых смонтирована ось маятника.

На оси маятника имеется спусковое колесо, позволяющее устанавливать маятник на двух различных углах зарядки.

Маятник имеет 3 сменных молота — 1, которые дают возможность, устанавливая попеременно тот или иной молот, получать различные запасы энергии.

Молот — 1, входящий в маятник, укрепляется на подвеске — 2 с помощью двух специальных шпилей - 3 и гаек - 4. Молот имеет вырез, в который вставлен закаленный нож - 5.

Ось маятника смонтирована в шарикоподшипниках — 6 на стойках прибора — 13. Маятник в нерабочем положении висит вертикально.

Чтобы удерживать маятник во взведенном положении служит спусковое колесо — 7 и крючок — 8.

Для того, чтобы маятник самопроизвольно не опустился от случайного толчка, на стойке копра укреплено спусковое устройство — 9 с предохранителем — 10, запирающим спусковую ручку — 11, сидящую на валике — 12, на который опирается крючок — 8.

Для спуска маятника из взведенного положения надо предварительно повернуть против часовой стрелки предохранитель -10, затем повернуть ручку — 11, сидящую на эксцентриковом валике — 12, по часовой стрелке, при этом валик — 12 повернется и эксцентриком отождмет крючок — 8 и тем самым освободит маятник для свободного качания на своей оси.

Маятник, падая, встречает образец и разрушает его. После разрушения образца маятник следует остановить рукой.

В спусковом колесе — 7, сделан предохранитель — 28, исключающий возможность захвата маятника во время испытание при скорости удара = 3,5 м/сек.

При испытании оба конца образца —20 опираются на две закаленные опоры — 14, укрепленные на станине — 15,

Расстояние между опорами может изменяться и устанавливаться в зависимости от размеров образца и условий испытания в пределах от 40 до 100 мм.

При установке опор необходимо следить за тем, чтобы они были расположены симметрично относительно ножа — 5 молота маятника.

Для удобства установки на опорах имеется, миллиметровая шкала, а на станине риски,

Так, например, чтобы получить расстояние между опорами в 100мм, нужно обе опоры установить относительно риск станины так, чтобы риски станины приходились против цифры 100 на опорах.

Установив опоры, их надо прижать к опорной поверхности станины и закрепить гайками — 16.

При ответственных испытаниях необходимо, для обеспечения более точного расстояния между опорами, предварительно установить опоры по шкале на них, затем окончательно поставить их, измеряя расстояние между ними с помощью штангенциркуля или другого измерительного инструмента.

Для установки образца по высоте служат два угольника — 17, которые могут опускаться и подниматься относительно опор — 14 и закрепляться в необходимом положении винтами с накаткой — 18.

На угольниках имеется миллиметровая шкала, при помощи которой можно их установить на нужной высоте. Например: для установки стандартного образца сечением 10X15, надо угольник опустить от нуля на 7,5 мм, т. е. на половину высоты образца.

Для испытания образцов различного сечения от 1 X 1,5 до 18X27 служат прокладки — 19, которые закладываются между опорами и опорной поверхностью станины. Причем, для испытания стандартного образца сечением 10 X 15 служат прокладки толщиной в 10 мм, а для образца сечением 5 X 7,5 — прокладки толщиной в 15 мм.

Для испытаний образцов в диапазоне от 1 X 1,5 да 18 X 27 изготавливаются прокладки соответствующих размеров.

Таким образом, конструкция опор и прокладок позволяет испытывать образцы от 1 X 1,5 до 18 X 27 с интервалом толщины образца в 1 мм.

Расстояние между опорами, во избежание возможности заклинивания обломков образцов, сделано необходимых размеров, т.е. больше двойной толщины образца + толщина молота. Кроме того, боковые поверхности опор со стороны образца скошены на угол 15°, а рабочие кромки опор закруглены радиусом = 3 мм, в соответствии с требованиями ГОСТов 258-41 и 4647-49.

Угольники — 17 по высоте устанавливаются таким образом, чтобы середина образца приходилась против середины ножа — 5.

Испытуемый образец помещают на опорах копра так, чтобы удар приходился по его широкой стороне. Образец должен плотно, без всяких зазоров, прилегать к опорам.

Для удобства эксплуатации опоры вынесены вперед так, что нож маятника встречает образец под углом  $17^\circ$  к вертикали.

Так как запас энергии маятника определяется относительно отвесного положения маятника, то запас энергии относительно положения, соответствующего точке встречи ножа с образцом, будет несколько меньше. Однако это не имеет никакого значения для работы, так как отсчетный механизм копра дает возможность отсчитать непосредственно по шкалам, без дополнительных подсчетов, затраченную на разрушение образца работу, не зависящую от положения образца.

Отсчетный механизм состоит из горизонтальной планки — 21, изготовленной из листового легкого материала, двух направляющих — 22, укрепленных в кронштейнах — 29, в свою очередь укрепленных на стойках — 13, указателя — 23, регулирующей гайки — 24 и двух, сделанных в виде треугольника, шкал 25 и 26. Ролик — 27, связанный жестко с маятником, лежит в одной вертикальной плоскости с планкой — 21.

После того, как маятник при спуске из своего взведенного положения перейдет вертикальное положение на  $17^\circ$ , ролик — 27 начнет поднимать планку — 21 и вместе с ней указатель — 23 на высоту, пропорциональную затраченной работе на разрушение образца, вследствие того, что положение ролика относительно центра тяжести маятника всегда постоянно.

Как известно, работа, затраченная на разрушение образца, равна произведению веса маятника на разность высот его центра тяжести до испытания и после испытания (см. рис. 1). Благодаря наличию трения, вызванного пружинящим язычком указателя — 23, последний задержится в поднятом положении и покажет на шкале 25 или 26 величину работы, затраченной на разрушение образца, пропорциональную разности высот центра тяжести маятника до и после разрушения образца.

На шкалах нанесены деления, начиная с  $1/10$  предельного запаса энергии данной шкалы, однако рабочим участком копра, на котором погрешность его лежит в пределах допустимой, является участок  $5 \div 50$  кгсм.

Погрешность копра не должна превышать 4%, начиная с  $1/5$  предельного запаса энергии на каждой шкале при условии, что

эта величина  $\geq 1/10$  номинального запаса энергии копра, т. е. 5кГсм.

Для того, чтобы отсчетный механизм хорошо работал, необходимо, чтобы планка — 21 двигалась по своим направляющим — 22 с минимальным трением, и указатель — 23, благодаря трению удерживался в поднятом положении. Это достигается хорошим содержанием всего отсчетного механизма, очисткой его от грязи, своевременной смазкой и предохранением направляющих — 22 и трубки планки — 21 от возможного изгиба при распаковке, монтаже, и эксплуатации прибора.

Если же трения удерживающего указатель — 23 в поднятом положении оказывается недостаточно, то необходимо снять указатель — 23 и слегка подогнуть имеющийся на нем язычок. После этого проверяется правильность работы указателя. С этой целью маятник опускается с предельной высоты (для каждого молота) и определяется степень совпадения I - указателя с «нулевым» делением шкалы.

Если указатель не совпадает с «нулевым» делением, следует несколько ослабить нажим язычка.

Для правильной работы отсчетного механизма необходимо, чтобы нижний торец планки — 21 находился в горизонтальной плоскости, касательной к поверхности ролика - 27.

Положение планки— 21 по высоте может регулироваться поворачиванием регулировочной гайки — 24.

Перестановка шкал производится простым поворотом при ослабленных винтах — осях — 30. После поворота шкал винты — оси — 30 затягиваются.

Неправильное показание отсчетного механизма может быть вызвано неправильной установкой копра, когда вследствие наклона геометрическая ось маятника, проходящая через ролик — 27, будет не перпендикулярна к нижнему горизонтальному торцу планки — 21. Если наблюдается подобное явление, необходимо проверить правильность установки копра по уровню.

Если маятник подвергся разборке или ремонту, то для проверки правильности положения молота маятника относительно опор, его надо, отклонив на небольшой угол, провести вдоль опор, поверяя при этом перпендикулярность

молота по отношению опор в горизонтальном и вертикальном направлениях.

### III. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ НА КОПРЕ ТИПА МК—0,5

#### А. Основы теории копра

Запас энергии копра может быть определен двумя способами, а именно:

1. Как произведение веса маятника на расстояние от оси его вращения до центра тяжести.

2. Как произведение силы реакции неуравновешенных частей, установленного на копре и взведенного в горизонтальное положение маятника, в точке встречи ножа с образцом на расстояние от оси качания маятника до точки встречи ножа с образцом.

Наиболее простым и удобным является второй способ. Для определения запаса энергии копра определяют непосредственным взвешиванием силу реакции неуравновешенных частей; измеряют расстояние от оси вращения до точки встречи ножа с образцом.

Маятник весом  $G$  (рис. 1) перед началом испытания взводится на определенный угол и имеет высоту центра тяжести  $h$  или  $h_1$ . С этой высоты маятник свободно падает, разрушая по пути образец — 20.

Затратив на разрушение образца часть своего запаса энергии, маятник поднимается до положения, при котором его центр тяжести занимает высоту —  $h_2$ .

Закрепленный на маятнике ролик при подъеме маятника после разрушения образца поднимает указатель на высоту, пропорциональную —  $h_2$ . Таким образом, указатель отмечает на шкале величину, пропорциональную разности высот:

$$h - h_2 \text{ или } h_1 - h_2.$$

Работа, затраченная на разрушение образца, определяется как разность запасов энергии маятника до и после удара по формуле:

$$A = G (h_1 - h_2);$$

где  $A$  — работа, затраченная на разрушение образца в кГм;

$G$  — вес маятника в кг;

$h_1$  — высота подъема центра тяжести маятника относительно точки встречи ножа с образцом до удара в м;

$h_2$  — высота подъема центра тяжести маятника относительно точки встречи ножа с образцом после удара в м.

Шкалы прибора градуированы в кгсм и по ним можно прочесть без каких-либо подсчетов величину работы, затраченной на разрушение образца.

То же рассуждение имеет силу и для второго способа.

## Б. Центр удара

Точка встречи образца с ножом маятника должна совпадать или быть несколько ниже, не более 0,5 мм, так называемого центра удара. При этом условии действие удара не передается на наиболее ответственную часть маятника — ось его качания.

Как известно, расстояние от оси качания маятника до его центра удара есть, в то же время, длина математического маятника, изохронного с данным физическим.

Период колебания математического маятника определяется из формулы:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}};$$

откуда расстояние от оси качания до центра удара может быть получено:

$$l = \frac{g}{(2\pi)^2} T^2;$$

где  $l$  — расстояние от центра удара до оси качания маятника в см;

$g$  — ускорение силы тяжести в см/сек<sup>2</sup>;

$T$  — период полного колебания маятника в сек.

Для географических широт, указанных ниже городов, ускорение силы тяжести имеет следующие значения:

Ленинград = 981,931 см/сек<sup>2</sup>

Москва = 981,557 см/сек<sup>2</sup>

Киев = 981,074 см/сек<sup>2</sup>

Тбилиси = 980,178 см/сек<sup>2</sup>.

Подставляя в формулу значение силы тяжести для Москвы, будем иметь:

$$l = 24,862T^2.$$

Таким образом, определение положения центра удара легко произвести, зная время одного полного колебания маятника, для чего надо отклонить маятник на угол, примерно, в  $10^\circ$  и с помощью секундомера определить время большого (например 100) числа полных колебаний.

## В. Метод испытания.

Метод динамического испытания однократным ударом на изгиб эбонита и пластических масс разработан и узаконен ГОСТами 258—41 и 4647—49.

Согласно этих ГОСТов определению подлежат удельная ударная вязкость пластических масс и показатель хрупкости эбонита.

Удельная ударная вязкость ( $a_n$ ) — есть механическая характеристика материала, равная работе, расходуемой на ударный излом на копре, отнесенной к рабочей площади образца.

Показатель хрупкости ( $\sigma_z$ ) — есть механическая характеристика, определяемая как частное от деления величины работы, расходуемой на излом образца на копре на площадь поперечного сечения образца, умноженное на расстояние между опорами.

Удельная ударная вязкость ( $a_n$ ) и показатель хрупкости ( $\sigma_z$ ) вычисляются по формулам:

$$a_n = \frac{A_n}{E_n}; \quad \sigma_z = \frac{K}{bh1};$$

где  $a_n$  — удельная ударная вязкость в  $\frac{\text{кГсм}}{\text{см}^2}$  ;

$\sigma_z$  — показатель хрупкости  $\frac{\text{кГсм}}{\text{см}^{-3}}$  ;

$A_n, K$  — работа, затраченная на излом образца в кГсм:

$B, b$  — ширина образца в см;

$h$  — высота образца в см;

1 — расстояние между опорами в см.

Если, вследствие недостаточного запаса энергии копра или вследствие чрезмерной вязкости материала, разрушение образца не произошло (полное поглощение работы), то в журнале

испытаний делается отметка «не сломался» и перед  $a_n$  и  $\sigma_z$  ставится знак > (больше) и испытание считается неудавшимся. Удар по образцу производится только один раз. Испытание, при котором образец не разрушается, должно быть повторено на другом образце, характеризуемой пробы и маятником с большим запасом энергии.

В качестве стандартных образцов для испытания на ударную вязкость применяются образцы, размер которых указан на чертежах, приведенных в ГОСТах 258—41, 4647—49; равным образом в ГОСТах указываются требования, предъявляемые к образцам и способы их изготовления и обмера.

### **Г. Порядок испытания.**

Прежде чем взводить маятник на необходимый угол, следует установить опоры — 14 и опорные угольники — 17. Затем взвести маятник и запереть его от самопроизвольного пуска предохранителем — 10.

Вслед за тем установить образец на опоры и опорные угольники таким образом, чтобы удар ножа маятника приходился по его широкой стороне. После установки опор и образца выбрать необходимые шкалы, закрепить их и привести в нижнее положение указатель — 23. Затем повернуть предохранитель — 10 — против часовой стрелки поворотом по часовой стрелке ручки — 11, освободить маятник от крючка — 8.

Маятник, свободно падая, по пути разрушает образец. После разрушения образца, на шкале 25 или 26 (в зависимости от запаса энергии), против указателя — 23 можно прочитать работу, затраченную на разрушение образца.

При записи результатов испытания, необходимо всегда называть размеры образца и высоту подъема маятника

### **Д. Комплектность.**

В комплект копра типа МК—0,5 входит:

- |                     |   |   |   |                |
|---------------------|---|---|---|----------------|
| 1. Собственно копер | . | . | . | 1 шт.          |
| 2. Сменные молота   | . | . | . | 3 шт.          |
| 3. Опоры            | . | . | . | 2 компл. 4 шт. |
| 4. Прокладки        | . | . | . | 4 компл. 8 шт. |

5. Подкладки . . . . .	4 шт.
6. Футляр . . . . .	1 шт.
7. Ключ гаечный 11/14 ГОСТ 2839—45 . . . . .	1 шт.
8. Ключ гаечный 9/11 ГОСТ 2839—45 . . . . .	1 шт.
9. Ключ дет. 5—29 . . . . .	1 шт.
10. Шаблон для установки образца с надрезом	1 шт.
11. Чехол . . . . .	1 шт.
12. Руководство по пользованию . . . . .	1 шт.
13. Свидетельство о Госповерке . . . . .	1 шт.

### **Е. Техническая характеристика копра типа МК—0,5**

1. Опорная реакция маятника в горизонтальном положении на расстоянии 328 мм от оси качания в кг.	
с молотом № 1 . . . . .	0,804 ± 5г
с молотом № 2 . . . . .	0,402 ± 3г
с молотом № 3 . . . . .	2,242 ± 10г
2. Запас энергии кГм . . . . .	0,09; 0,18; 0,25; 0,5
3. Рабочий участок шкал в кГм . . . . .	0,05 ÷ 0,5
4. Допускаемая погрешность показаний . . . . .	± 4%
5. Углы зарядки маятника:	
наибольший . . . . .	160 + 2°
наименьший . . . . .	74 + 2°
6. Скорость удара в м/сек . . . . .	2,1 и 3,5
7. Расстояние от оси качания маятника до центра удара в мм . . . . .	328 + 1
8. Расстояние от оси качания маятника до точки встречи ножа с образцом в мм . . . . .	328 + 0,5
9. Цена деления шкал в кГсм . . . . .	0,2; 0,5; 1
10. Расстояние между опорами в мм . . . . .	40 ÷ 100
11. Радиус закругления ножа в мм . . . . .	3 ± 0,1
12. Радиус закругления опор в мм . . . . .	3 ± 0,2
13. Габаритные размеры:	
длина . . . . .	360 мм
ширина . . . . .	210 мм
высота . . . . .	705 мм
Необходимое место для вылета маятника в обе стороны . . . . .	755 мм
14. Вес . . . . .	52 кг

