

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель департамента  
ООО «ТМС РУС»

А.Т. Али-Заде



Государственная система обеспечения единства измерений

Копры маятниковые ТСМК

Методика поверки

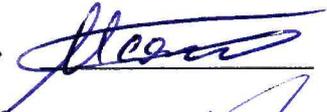
МП-ТМС-004/18

г. Воскресенск  
2018 г.

Предисловие

Разработана: ООО «ТМС РУС»

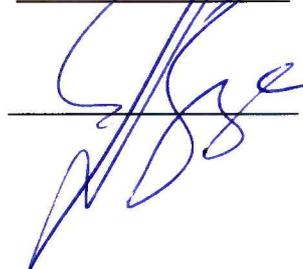
Исполнители:

Главный специалист по метрологии ООО «ТМС РУС»  Е.В. Исаев

Согласовано:

Заместитель главного метролога ООО «ТМС РУС»  Д.Ю. Рассмахин

Утверждена

Руководитель департамента ООО «ТМС РУС»  А.Т. Ади-Заде

Введена в действие «07» февраля 2018 г.

## Содержание

	Лист
1. Область применения .....	4
2. Нормативные ссылки .....	4
3. Термины и определения .....	4
4. Обозначения .....	7
5. Операции поверки .....	7
6. Средства поверки .....	8
7. Требования к квалификации поверителей .....	9
8. Требования безопасности .....	9
9. Условия поверки .....	9
10. Подготовка к поверке .....	9
11. Проведение поверки .....	10
11.1 Внешний осмотр, проверка комплектности маркировки .....	10
11.2 Опробование .....	10
11.4 Определение метрологических характеристик .....	16
11.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений углов зарядки/взлёта маятника .....	16
11.4.2 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения .....	17
11.4.3 Определение $L_{пр}$ .....	19
11.4.4 Определение абсолютной погрешности измерения энергии .....	19
11.4.5 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания .....	20
11.4.6 Определение скорости движения маятника в момент удара .....	21
Приложение А .....	22
Приложение Б .....	23
Приложение В .....	24
Приложение Г .....	25

Государственная система обеспечения единства измерений  
Копры маятниковые ТСМК  
Методика поверки

---

## 1. Область применения

1.1 Настоящая методика распространяется на копры маятниковые ТСМК (далее – копры), изготавливаемые ООО «Тестсистемы» и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

## 2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Приказ Минпромторга России от 02 июля 2015 года № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельств о поверке» (Зарегистрирован в Минюсте России 04 сентября 2015 № 38822)

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 июля 2013 года № 328н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Зарегистрирован в Минюсте России 21 декабря 2013 года № 30593)

ГОСТ 8.640-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений силы

ГОСТ 8.021-2015 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массы

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

## 3. Термины и определения

В настоящей методике применены следующие термины и определения:

**3.1 Потенциальная энергия;  $E_{\alpha}$ :** разность, между потенциальной энергией маятника до перемещения его в положение зарядки и потенциальной энергией маятника в положении удара, определенная в джоулях.

**3.2 Номинальное значение потенциальной энергии маятника;  $E_n$ :** значение потенциальной энергии маятника, установленное нормативным документом, определенное в джоулях.

**3.3 Затраченная энергия;  $E_{\beta}$ :** энергия маятника, затраченная в процессе испытания на разрушение образца, включая потери энергии, определенная в джоулях.

**3.4 Потеря энергии при свободном качании маятника;  $E_0$ :** энергия маятника, затраченная в процессе его движения из положения угла зарядки  $\alpha$  до угла взлета  $\beta$  на преодоление сопротивления воздуха, трения в подшипниках оси маятника, стрелки аналогового отсчетного устройства и в механизмах, связанных с осью маятника, определенная в джоулях.

**3.5 Длина маятника;  $L$ :** расстояние от оси вращения маятника до середины образца, определённое в метрах.

**3.6 Приведенная длина маятника;  $L_{пр}$ :** расстояние от оси вращения маятника до центра удара (Рисунок 2), определенное в метрах.

**3.7 Масса маятника;  $m$ :** масса маятника, измеренная в точке, лежащей на горизонтальной линии, проходящей через ось вращения маятника и центр тяжести на расстоянии  $L$ , определенная в килограммах.

**3.8 Период колебания маятника;  $T$ :** промежуток времени, одного полного колебания (вперед-назад) маятника, находящегося в состоянии свободных колебаний от угла менее  $5^\circ$  в обе стороны от вертикали, определенный в секундах.

**3.9 Скорость маятника в момент удара;  $V$ :** линейная скорость бойка маятника, в момент удара, измеренная в точке на расстоянии  $L$ , определенная в метрах в секунду.

**3.10 Угол зарядки;  $\alpha$ :** угол, относительно вертикали, с которого производится сброс (пуск) маятника, определенный в градусах.

Примечание - Обычно удар по образцу производится в самой нижней точке траектории движения маятника ( $\alpha = 0^\circ$ ).

**3.11 Угол взлёта;  $\beta$ :** угол, относительно вертикали, до которого происходит подъём маятника после сброса, определённый в градусах.

**3.12 Центр удара:** точка на маятнике, в которой перпендикулярно направленный к маятнику вектор удара, лежащий в плоскости качания маятника, не возмущает реактивные силы на оси вращения маятника.

**3.13 Стойка:** часть копра, на которой смонтирована ось маятника, наковальня, тиски и/или зажимы, измерительные инструменты и механизм для зарядки, удержания и пуска маятника.

**3.14 Наковальня:** часть копра (поз. 3, Рисунок 1), которая обеспечивает заданное положение образца при испытании относительно бойка, опор и упоров наковальни, а также удерживает образец под нагрузкой от бойка. Общий вид наковален, в соответствии с используемым методом испытаний представлен на рисунках 3 и 4.

**3.15 Упоры наковальни:** часть наковальни (поз. 3, Рисунок 3), предназначенная для удержания образца под нагрузкой от бойка маятника при испытании.

**3.16 Опоры наковальни:** часть наковальни (поз. 4, Рисунок 3), которая обеспечивает положение образца относительно маятника и упоров наковальни на расстоянии  $L$ .

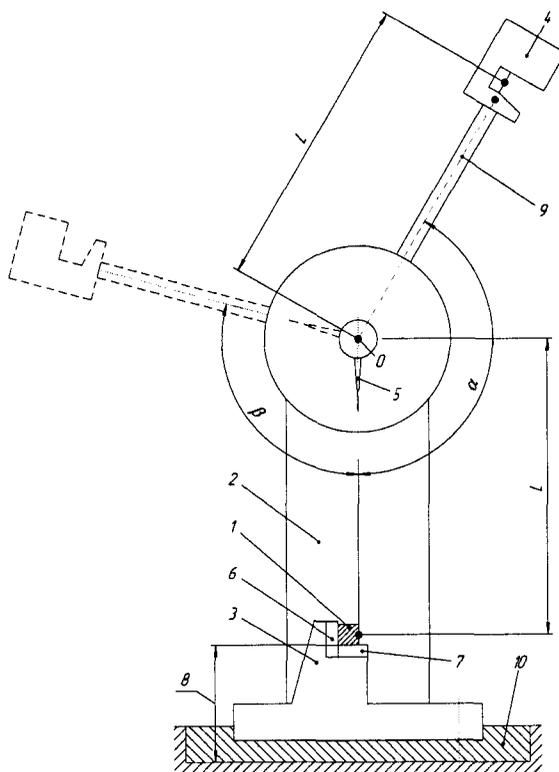


Рисунок 1 – Схема маятникового копра: 1 – образец; 2 – стойка; 3 – наковальня; 4 – маятник; 5 – отсчетное устройство; 6 – упоры наковальни; 7 – опоры образца; 8 – основание; 9 – штанга маятника; 10 – фундамент; О – ось маятника

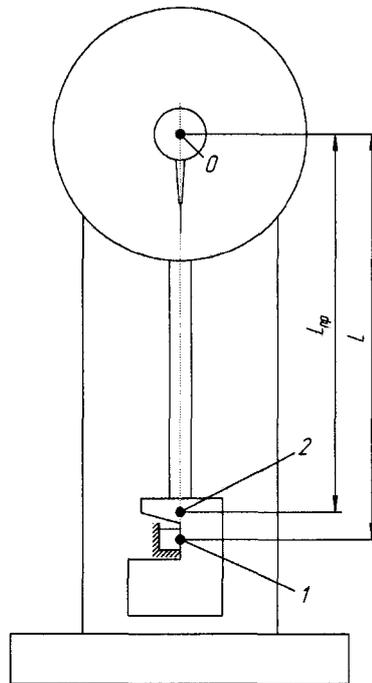


Рисунок 2 – Расположение центра удара: 1 – середина образца; 2 – центр удара

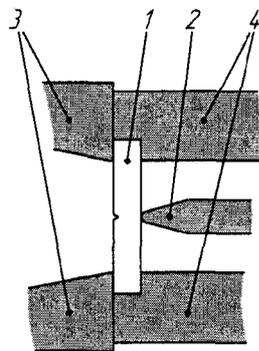


Рисунок 3 – Общий вид наковальни: 1 – образец; 2 – боек маятника; 3 – упоры; 4 – опоры; 5 – наковальня

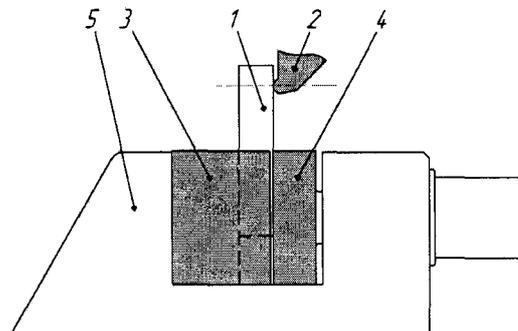


Рисунок 4 – Общий вид наковальни по методу Изода: 1 – образец; 2 – боек; 3 – неподвижный зажим; 4 – подвижный зажим; 5 – наковальня

#### 4. Обозначения

В настоящей методике поверки применены обозначения, приведенные в следующей таблице:

Таблица 1 – Термины и обозначения

Обозначение	Единица	Определение
$l$	мм	Расстояние в свету между упорами наковальни в методе Шарпи
$\gamma$	мм	Разность между расстоянием от оси качания маятника до отметки на середине бойка и от оси качания маятника до середины образца в методе Шарпи
$\delta_1$	мм	Отклонение от касания бойка маятника с образцом в методе Шарпи
$\delta_2$	мм	Отклонение от симметричности расположения упоров наковальни относительно бойка маятника в методе Шарпи
$\delta_3$	мм	Отклонение от касания бойка маятника с образцом в методе Изода
$\varphi$	градус	Угол клина бойка маятника в методе Шарпи
$\rho_1$	мм	Отклонение от параллельности боковых поверхностей маятника относительно плоскости $A$ его качания в методе Шарпи
$\rho_2$	мм	Отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей маятника относительно вертикальной поверхности $B$ упоров и горизонтальной поверхности $\Gamma$ опор наковальни в методе Шарпи

#### 5. Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	11.1	да	да
Опробование	11.2		
Проверка работы копра, органов управления и сигнализации	11.2.1	да	да
Определение разности $\gamma$	11.2.2	да	да
Определение отклонения $\rho_1$	11.2.3	да	да
Определение осевого люфта оси $B$ качания маятника	11.2.4	да	нет
Определение отклонения $\delta_1, \delta_3$	11.2.5	да	да
Определение отклонения $\rho_2$	11.2.6	да	нет
Определение расстояния $l$	11.2.7	да	да
Определение отклонения $\delta_2$	11.2.8	да	да
Определение угла $\varphi$	11.2.9	да	нет
Определение шероховатости рабочих поверхностей бойка маятника и упоров	11.2.10	да	да

Окончание таблицы

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
*Проверка соответствия программного обеспечения	11.3	да	да
Определение метрологических характеристик	11.4		
Определение абсолютной погрешности измерений углов зарядки/взлёта маятника	11.4.1	да	да
Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения	11.4.2	да	да
Определение $L_{np}$	11.4.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения энергии	11.4.4	да	да
Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания	11.4.5	да	да
Определение скорости движения маятника в момент удара	11.4.6	да	да

Примечание - \* только для копров с цифровым отсчётным устройством

## 6. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в Таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
9	- Термогигрометр Ива-6Н-Д, диапазоны измерений: от минус 20 до плюс 50 °С, от 0 до 98 %, от 700 до 1100 гПа, ПГ: ±0,3 °С; ±2 %, ±2,5 гПа
11.2.2	- Меры длины концевые плоскопараллельные набор № 1, КТ 3 ГОСТ 9238-90
11.2.3	- Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-68;
11.2.4	- Индикатор ИРБ ГОСТ 5584-75; - Штатив магнитный ШМ-1 ГОСТ 10197-70
11.2.5.1	- Микроскоп отсчётный МПБ-2, диапазон измерений от 0 до 6,5 мм, ПГ ±0,02 мм;
11.2.5.2	- Штатив магнитный ШМ-1 ГОСТ 10197-70; - Контрольный образец (из комплекта поставки, приложение В)
11.2.6	- Угольник УП-1-100 ГОСТ 3749-77; - Набор щупов № 1, диапазон 0,02-0,10 мм, КТ 2, ГОСТ 882-75 - Набор щупов № 4, диапазон 0,10-1,0 мм, КТ 2, ГОСТ 882-75
11.2.7	- Штангенциркуль ШЦ-1-150-0,1 ГОСТ 166-89
11.2.8	- Меры длины концевые плоскопараллельные набор № 1, КТ 3 ГОСТ 9238-90; - Шаблон (Приложение А)
11.2.9	- Угломер с нониусом типа 4, диапазон измерений от 0° до 180°, ПГ ±10'
11.2.10	- Образцы шероховатости поверхности сравнения ОШС $R_a = 0,63$ мкм ГОСТ 9378-93
11.4.1	- Квадрант оптический КО-60М, диапазон измерений ±120°, ПГ ±30"; - Контрольный маятник (из комплекта поставки)
11.4.2.1	- Динамометры электронные 2 разряда по ГОСТ 8.640-2014, диапазон измерений от 10 до 500 Н, ПГ ±0,12 % и/или - Весы лабораторные электронные, класс точности «высокий» ГОСТ OIML R 76-1-2011, Min 100 г, Max 60 кг

Окончание таблицы

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
11.4.3.1	- Секундомер электронный Интеграл С-01, диапазон измерений в режиме секундомера: 9 ч 59 мин 59 с, погрешность в режиме секундомера: основная ПГ, с, $\Delta_1 = \pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ , дополнительная ПГ, с, $\Delta_2 = 2,2 \cdot 10^{-6} \cdot T_x$ , где $T_x$ – значение измеренного интервала времени в секундах

Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

## 7. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

Поверитель должен знать настоящую методику поверки и эксплуатационные документы, входящие в комплект поставки копров, а также эксплуатационные документы применяемых средств поверки.

## 8. Требования безопасности

8.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности при проведении электрических испытаний и измерений согласно ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования безопасности указанные в эксплуатационных документах на копры.

8.2 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе на электроустановках.

## 9. Условия поверки

- |  |              |
|--|--------------|
| – температура окружающего воздуха, °С          | от 15 до 25  |
| – относительная влажность воздуха, %, не более | от 40 до 80  |
| – атмосферное давление, кПа                    | от 84 до 106 |

## 10. Подготовка к поверке

10.1 Перед проведением поверки поверитель должен изучить настоящую методику поверки и эксплуатационные документы, входящие в комплект поставки копра, а также эксплуатационные документы применяемых средств поверки.

10.2 Перед проведением поверки средства поверки должны быть выдержаны в помещении вблизи поверяемого копра не менее 2 часов.

10.3 Перед поверкой динамометры электронные и/или весы лабораторные электронные должны находиться во включенном состоянии не менее 30 минут.

10.4 В модификациях ТСМК-5(50)-Х-Х снять ограждение рабочей зоны и отключить датчик блокировки открытых дверей.

10.5 Отключить систему автоматического позиционирования образца (в модификациях обеспеченных системой позиционирования образца).

10.6 Проверить положение копра в двух взаимно перпендикулярных направлениях оптическим квадрантом, установленным на опоры наковальни или на опорную поверхность наковальни. Отклонение от горизонтали не должно превышать 4 минут.

10.7 Для проведения работ в рабочей зоне копров модификаций ТСМК-150(300, 450, 750)-Х-Х необходимо на панели управления установить сервисный режим работы «1».

## 11. Проведение поверки

### 11.1 Внешний осмотр, проверка комплектности маркировки

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки с указанием модификации, заводского номера, года выпуска и предприятия изготовителя;
- соответствие комплектности;
- отсутствие внешних повреждений копров, которые могут повлиять на метрологические характеристики;
- копёр с автоматизированным подъёмом маятника должен быть надёжно заземлён.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования.

### 11.2 Опробование

11.2.1 Опробование копра произвести в холостом режиме, при этом копёр должен удовлетворять следующим требованиям:

- маятник должен быть надёжно (без люфтов) закреплён на оси;
- сменные части должны быть надёжно закреплены;
- пусковой механизм должен надёжно удерживать маятник в положении зарядки;
- маятник должен легко освобождаться под действием пускового устройства;
- в модификациях с аналоговым отсчетным устройством при свободно висящем маятнике положение стрелки шкалы должно совпадать с отметкой начала отсчета;
- кнопка аварийного отключения копра должна быть работоспособна;
- в модификациях с ограждением рабочей зоны проверить работоспособность системы блокировки пуска маятника при открытых дверях.

### 11.2.2 Определение разности $\gamma$

Определить разность  $\gamma$  (Рисунок 5) с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее – концевые меры).

Разность  $\gamma$  должна быть не более 1 мм.

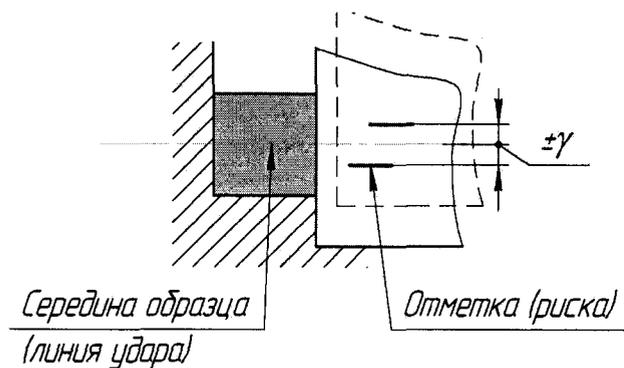


Рисунок 5– Схема размещения риски на бойке

### 11.2.3 Определение отклонения $\rho_I$

Измерить отклонение  $\rho_I$  с помощью индикатора часового типа (далее – индикатор), закреплённого в магнитной стойке так, чтобы его измерительный стержень индикатора упирался в боковую поверхность маятника (Рисунок 6). Маятник переместить в плоскости его качания. Отклонение от параллельности боковых поверхностей маятника относительно плоскости его качания определить как разность максимального и минимального показаний индикатора.

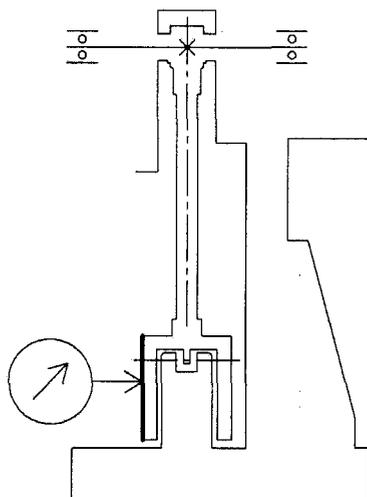


Рисунок 6– Установка индикатора для контроля отклонения  $\rho_I$

Отклонение  $\rho_I$  должно быть не более 1 мм на длине 1000 мм.

### 11.2.4 Определение осевого люфта оси $B$ качания маятника

Измерить осевой люфт оси  $B$  качания маятника индикатором закреплённым в магнитной стойке так, чтобы измерительный стержень индикатора упирался в торец маятника в точке как можно ближе к оси (Рисунок 7). Вручную надавить на ось маятника в осевом направлении от индикатора, считать показание со шкалы индикатора, далее, надавить на ось в противоположном направлении и считать показание со шкалы индикатора. Осевой люфт будет равен разности максимального и минимального показаний индикатора.

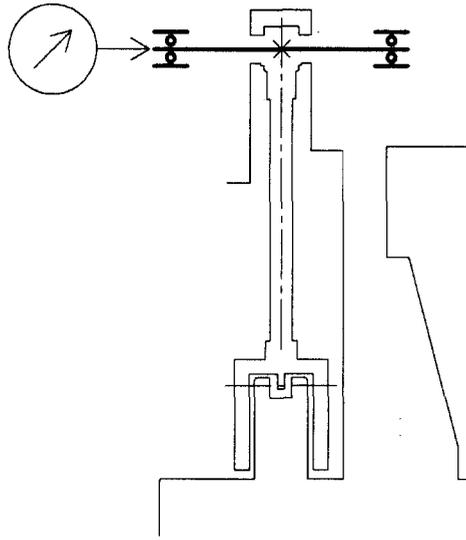


Рисунок 7– Установка индикатора для определения осевого люфта оси *B* маятника

Осовой люфт оси *B* качания маятника должен быть не более 0,2 мм, натяг не допускается.

### 11.2.5 Определение отклонения $\delta_1$ и $\delta_3$

11.2.5.1 Определить отклонение  $\delta_1$  (Рисунок 8) с помощью микроскопа отсчетного МПБ-2 (далее – микроскоп), установленного в штативе (Рисунок 9). Измерения произвести в следующей последовательности:

- установить на наковальню контрольный образец;
- произвести фокусировку микроскопа на ребре или риске, нанесенной на бойке маятника, находящегося в вертикальном положении и считать показания со шкалы микроскопа;
- переместить маятник до касания бойком контрольного образца, считать показания со шкалы микроскопа;
- отклонение  $\delta_1$  определить как разность показаний микроскопа.

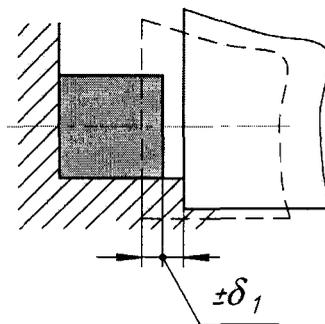


Рисунок 8– Схема определения отклонения  $\delta_1$

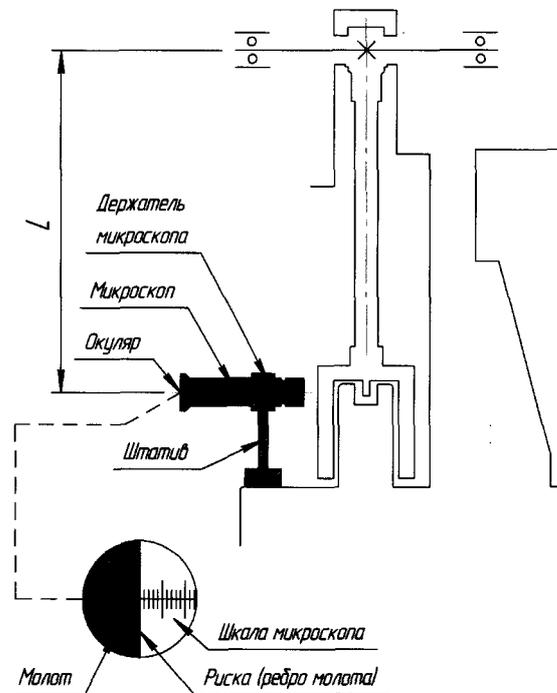


Рисунок 9– Схема установки микроскопа

Отклонение  $\delta_1$  должно быть не более  $\pm 0,1$  мм.

11.2.5.2 Определить отклонение  $\delta_3$  (Рисунок 10) с помощью микроскопа по методике, изложенной в п. 11.2.5.1

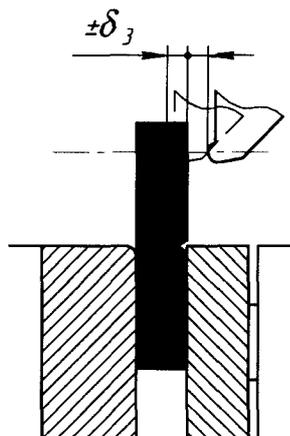


Рисунок 10– Схема расположения отклонения  $\delta_3$

Отклонение  $\delta_3$  должно быть не более 0,5 мм.

11.2.6 Определение отклонение  $\rho_2$

Определить отклонение  $\rho_2$  (Рисунок 11) с помощью поверочного угольника и щупов. Отклонение  $\rho_2$  должно быть не более 0,3 мм на длине 100 мм

11.2.7 Определение расстояния  $l$

Измерить штангенциркулем расстояние в свету между упорами (Рисунок 11).

Расстояние  $l$  при различных установках упоров должно соответствовать расстояниям, указанным в руководстве по эксплуатации.

Отклонение от расстояния  $l$  должно быть не более  $+0,2$  мм.

### 11.2.8 Определение отклонения $\delta_2$

Определить отклонение  $\delta_2$  с помощью концевых мер, измеряя расстояния от боковых поверхностей упоров до боковых поверхностей бойка (Рисунок 12).

В случае затрудненного доступа допускается применять шаблон (Приложение А). Порядок контроля с применением шаблона следующий:

- установить шаблон на опоры наковальни и прижать к упорам;
- ввести маятник в соприкосновение с шаблоном по вырезу  $30^\circ$  (Рисунок 13). Маятник должен свободно (под собственным весом без ручного воздействия) заходить в вырез шаблона до упора в обе стороны выреза (Рисунок 13а);
- перевернуть шаблон и повторить предыдущую операцию.

Если маятник не заходит до упора по двум сторонам выреза, отклонение  $\delta_2$  превышает установленное значение (Рисунок 13б).

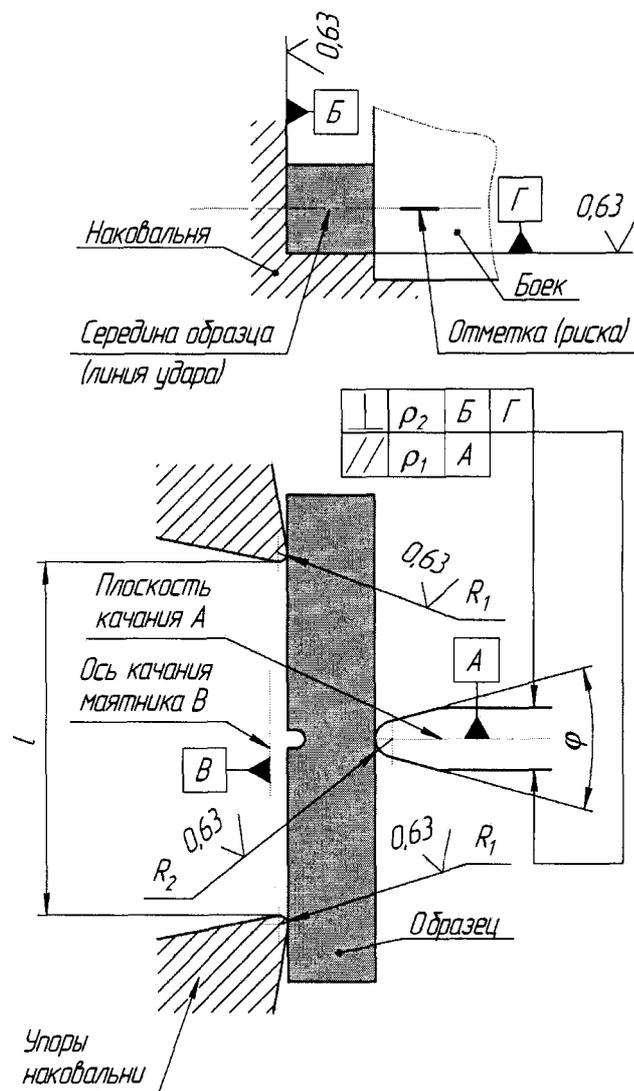


Рисунок 11– Схема испытаний по методу Шарпи

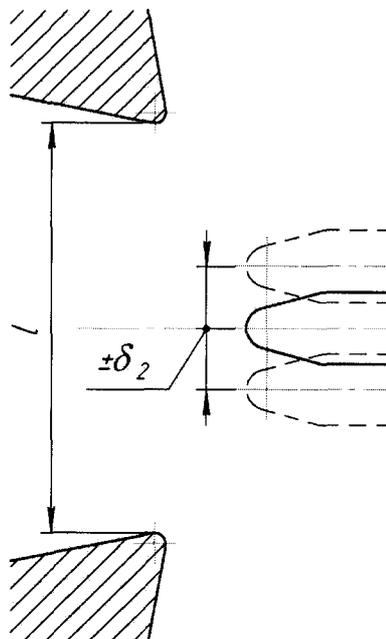


Рисунок 12– Схема расположения отклонения  $\delta_2$



*a* – отклонение  $\delta_2$  не превышает 0,5 мм

*b* – отклонение  $\delta_2$  более 0,5 мм

Рисунок 13 - Схема контроля  $\delta_2$  с помощью шаблона

Отклонение  $\delta_2$  должно быть не более 0,5 мм

#### 11.2.9 Определение угла $\varphi$

Определить угол  $\varphi$  с помощью угломера.

Угол  $\varphi$  должен быть в пределах  $(30 \pm 1)^\circ$ .

#### 11.2.10 Определение шероховатости рабочих поверхностей бойка маятника и упоров

Сравнить визуально или на ощупь шероховатость рабочих поверхностей бойка маятника и упоров (Рисунок 11) с образцом шероховатости поверхности сравнения.

Шероховатость поверхности  $R_a$  должна быть не более 0,63 мкм.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования.

### 11.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Идентификация программного обеспечения (далее - ПО) осуществляется при включении копра. При этом на дисплее пульта оператора отображаются идентификационное наименование и номер версии ПО.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	P_1.02A
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.02A.XX*

Примечание - параметр отмеченный \*: 1.02A – метрологически значимая часть ПО, XX – метрологически не значимая часть ПО.

При несоответствии наименования ПО и номера версии метрологически значимой части программного обеспечения указанного в таблице 4 проверка не производится.

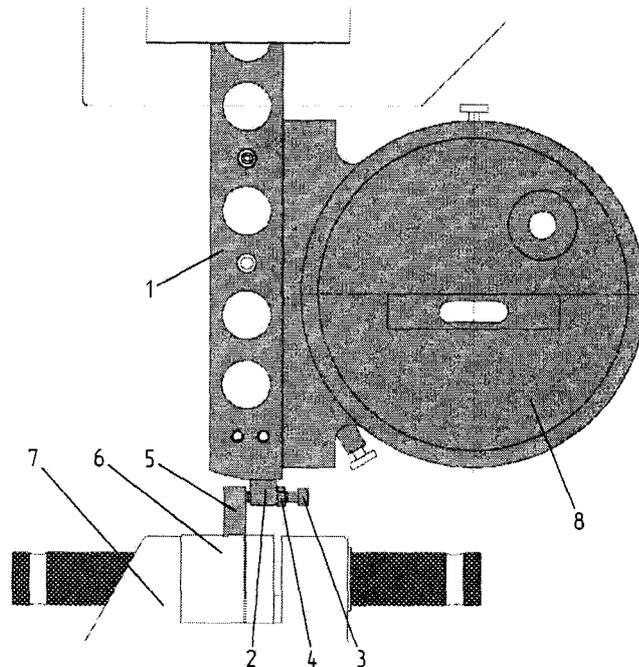
### 11.4 Определение метрологических характеристик

#### 11.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений углов зарядки/взлёта маятника

Определение абсолютной погрешности измерений углов зарядки/взлёта маятника, производится для модификаций имеющих цифровое отсчётное устройство. Измерения произвести с применением квадранта не менее 3 раз в точках соответствующих максимальному углу зарядки маятников и трёх точках равномерно расположенных по диапазону измерений угла взлёта.

Измерения выполнить в следующей последовательности:

- в модификациях ТСМК-5(50)-Х-Х установить контрольный маятник (из комплекта поставки);
- установить на опоры наковальни соответствующий сменным упорам контрольный образец;
- упереть установочный винт контрольного маятника в среднюю поверхность контрольного образца;
- установить на боковую поверхность контрольного маятника квадрант (Рисунок 14), настроенный на угол 90 градусов,
- установочным винтом отрегулировать положение контрольного маятника относительно вертикали по квадранту. Допустимое отклонение от вертикали  $\pm 2'$ ;
- в модификациях ТСМК-150(300; 450; 750)-Х-Х установить квадрант непосредственно на штангу рабочего маятника;



1 – контрольный маятник, 2 – вставка, 3 – установочный винт, 4 – контргайка, 5 – контрольный образец, 6 – упор, 7 – наковальня, 8 – квадрант оптический

Рисунок 14 – Схема установки контрольного маятника в вертикальное положение

- в вертикальном положении маятника произвести обнуление показаний угловых перемещений на пульте оператора копра;
- отклонить маятник до максимального угла зарядки и зафиксировать его положение;
- считать показания с пульта оператора и квадранта;
- аналогично повторить процедуру в точках для углов взлёта в соответствии с таблицей 5, устанавливая квадрант ориентировочно в одно и тоже место на боковой поверхности контрольного маятника или штанге рабочего маятника.

Вычислить абсолютную погрешность измерений углов зарядки/взлёта маятника по формуле 1.

$$\Delta_y = \alpha_{км} - \alpha_{кв}, \quad (1)$$

где  $\Delta_y$  – абсолютная погрешность измерений угла зарядки/взлёта, градус;  
 $\alpha_{км}$  – значение угла зарядки/взлёта маятника считанных на пульте оператора копра, градус;  
 $\alpha_{кв}$  – значение угла зарядки/взлёта маятника, измеренного квадрантом, градус.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если абсолютная погрешность измерений углов зарядки/взлёта маятника не превышает 4'.

#### 11.4.2 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения

Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения произвести для каждого маятника, входящего в комплект поставки копра.

#### 11.4.2.1 Определение веса маятника

Для определения веса маятника отклонить маятник в горизонтальное положение (допускаемое отклонение от горизонтали  $\pm 0,2^\circ$ ) и опереть его рабочей поверхностью бойка напротив риски, нанесенной на бойке, на опорную призму (приложение Б), установленную на динамометр или на платформу весов, считать показания веса на динамометре или массы на весах.

Измерения произвести три раза.

По результатам измерений вычислить среднеарифметическое значение веса или массы маятника.

Вес маятника по результатам измерений массы вычислить по формуле 2.

$$P = \bar{m} \cdot g, \quad (2)$$

где  $P$  – вес маятника, Н;

$\bar{m}$  – среднеарифметическое значение массы маятника, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

11.4.2.2 Угол зарядки маятников для модификаций с аналоговым отсчётным устройством определить с применением квадранта.

Выполнить действия в следующей последовательности:

– в модификациях ТСМК-5(50)-Х-Х установить контрольный маятник (из комплекта поставки) параллельно рабочему маятнику;

– установить на опоры наковальни соответствующий сменным упорам контрольный образец;

– упереть установочный винт контрольного маятника в среднюю поверхность контрольного образца;

– установить на боковую поверхность контрольного маятника квадрант (Рисунок 14), настроенный на угол  $90$  градусов,

– установочным винтом отрегулировать положение контрольного маятника относительно вертикали по квадранту. Допустимое отклонение от вертикали  $\pm 2'$ ;

– отклонить маятники до угла зарядки, зафиксировать положение маятников;

– по квадранту определить угол зарядки.

11.4.2.3 Запас потенциальной энергии маятника вычислить по формуле 3.

$$E_\alpha = P \cdot L \cdot (1 - \cos \alpha), \quad (3)$$

где  $E_\alpha$  – потенциальная энергия маятника, Дж;

$L$  – длина маятника (взять из эксплуатационной документации копра), м;

$\alpha$  – угол зарядки маятника, градус.

11.4.2.4 Отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения вычислить по формуле 4.

$$\delta = \frac{E_\alpha - E_n}{E_n} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $\delta$  – отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %

$E_n$  – номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж.

Результаты поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительными, если отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения не превышает  $\pm 0,5\%$ .

#### 11.4.3 Определение $L_{np}$

11.4.3.1 Для определения приведенной длины маятника  $L_{np}$  определить период качаний маятника, для чего отклонить маятник на угол от  $4^{\circ}30'$  до  $5^{\circ}00'$ , затем отпустить и измерить секундомером время не менее чем 10 полных колебаний маятника. Вычислить период колебаний маятника  $T$  по формуле 5.

$$T = \frac{t}{n}, \quad (5)$$

где  $T$  – период колебаний маятника, с;  
 $n$  – количество полных колебаний маятника;  
 $t$  – время  $n$  полных колебаний маятника, с.

Измерения произвести три раза. Среднее арифметическое из трёх измерений принять за период колебаний маятника.

11.4.3.2 Длину маятника  $L_{np}$  вычислить по формуле 6 для расчета длины математического маятника, изохронного с данным физическим:

$$L_{np} = \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2, \quad (6)$$

где  $L_{np}$  – длина маятника от оси качания маятника до центра удара, м;  
 $L$  – длина маятника (взять из эксплуатационной документации копра), м;

Результаты поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительными, если  $L_{np} = 0,995 \cdot L \pm 0,005 \cdot L$ , м.

#### 11.4.4 Определение абсолютной погрешности измерения энергии

11.4.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений энергии производят для каждого маятника, входящего в комплект поставки копра, в трёх точках равномерно расположенных в диапазоне от 10 до 80 % от значения номинального запаса энергии, методом сравнения показаний значений затраченной энергии, определённых по отсчётному устройству, с расчётным значением.

В модификациях с цифровым отсчётным устройством выполнить действия в следующей последовательности:

- установить поверяемый маятник;
- выбрать на пульте оператора режим «Имитация испытаний»;
- освободить защёлку и плавно, вручную переместить маятник до появления на отсчётном устройстве показаний угловых перемещений, соответствующих первой поверяемой точке, зафиксировать положение маятника;
- считать показания угла взлёта  $\beta$  с пульта оператора;
- в режиме имитации испытаний рассчитать по углу взлёта значение энергии  $E_{\beta}$ ;
- вычислить расчётное значение энергии по формуле 7;
- аналогично повторить процедуру для остальных выбранных точек.

В модификациях с аналоговым отсчётным устройством выполнить действия в следующей последовательности:

- установить контрольный маятник параллельно рабочему маятнику и выполнить действия в соответствии с требованиями п. 11.4.2.2;
- отклонить маятники в положение первой поверяемой точки, зафиксировать положение маятников, установить квадрант на боковую поверхность контрольного маятника и по квадранту определить угол взлёта  $\beta$ ;
- считать значение энергии со шкалы копра;
- вычислить расчётное значение энергии по формуле 7;
- аналогично повторить процедуру для остальных выбранных точек.

$$E_{\beta p} = P \cdot L \cdot (\cos \beta - \cos \alpha), \quad (7)$$

где  $E_{\beta p}$  – расчётное значение энергии в поверяемой точке, Дж;  
 $\beta$  – угол взлёта, °;  
 $\alpha$  – угол зарядки, °.

11.4.4.2 Абсолютную погрешность измерения энергии вычислить по формуле 8.

$$\Delta = E_{\beta} - E_{\beta p}, \quad (8)$$

где  $\Delta$  – абсолютная погрешность измерения энергии, Дж

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если абсолютная погрешность измерения энергии не превышает значений указанных в Приложении Г.

11.4.5 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания

Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания произвести 3 раза для каждого маятника входящего в комплект поставки.

В модификациях с аналоговым и аналогово-цифровым отсчётным устройством измерения произвести с использованием контрольной стрелки.

Измерения произвести в последовательности приведенной ниже:

- переместить маятник в положение зарядки;
- пусковым устройством пустить маятник в свободное качание при холостом ходе;
- после его взлёта на пульте оператора или шкале копра считать значение энергии  $E_{изм_i}$ , Дж.

Вычислить среднее арифметическое значение измеренной энергии по формуле 9.

$$\overline{E_{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} E_{изм_i}}{3}, \quad (9),$$

где  $\overline{E_{изм}}$  – среднее арифметическое значение из трех измерений энергии Дж;  
 $E_{изм_i}$  – значение энергии, Дж, ( $i = 1 \dots 3$ ).

Потерю энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания вычислить по формуле 10.

$$E_0 = \frac{E_{\text{изм}}}{E_n} \cdot 100, \quad (10)$$

где  $E_0$  - потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %;

$E_n$  - номинальное значение потенциальной энергии поверяемого маятника, Дж.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания не превышает значений указанных в Приложении Г.

#### 11.4.6 Определение скорости движения маятника в момент удара

Вычислить скорость движения маятника по формуле 11:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos \alpha)}, \quad (11)$$

где  $V$  – скорость движения маятника в момент удара, м/с;

$L$  – длина маятника (взять из эксплуатационной документации копра), м;

$\alpha$  – угол зарядки маятника, °.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если скорость движения маятника в момент удара соответствует диапазону значений указанных в Приложении Г.

## 12 Оформление результатов поверки

Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Форма протокола произвольная.

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной формы в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, требованиями к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утверждённому приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 года № 1815. Знак поверки наносится в свидетельство о поверке.

На основании отрицательных результатов первичной (периодической) поверки копер признаётся несоответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и непригодным к применению. Отрицательные результаты поверки оформляются выдачей извещения о непригодности в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, требованиями к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утверждённому приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 года № 1815.

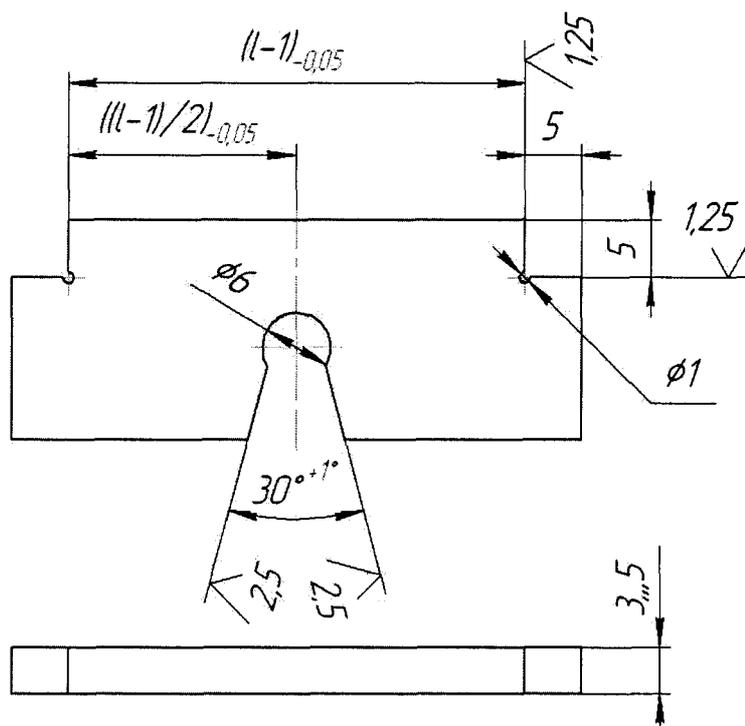
Главный специалист по метрологии  
ООО «ТМС РУС»

  
Е.В. Исаев

Приложение А  
(рекомендуемое)

Шаблон

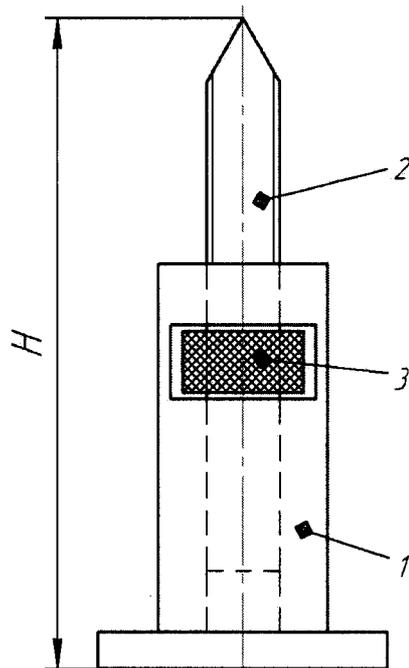
Для определения отклонения  $\delta_2$  от симметричности упоров наковальни относительно оси бойка маятника в методе Шарпи



Конструкция шаблона и его размеры являются рекомендуемыми и применимы только для маятниковых копров ТСМК оборудованных для испытаний по методу Шарпи. Размер  $l$  соответствует расстоянию в свету между упорами наковальни.

Приложение Б  
(рекомендуемое)

Призма опорная



*1* – корпус; *2* – винт; *3* – гайка; *H* – высота подъема

Приложение В  
(рекомендуемое)

Образцы контрольные

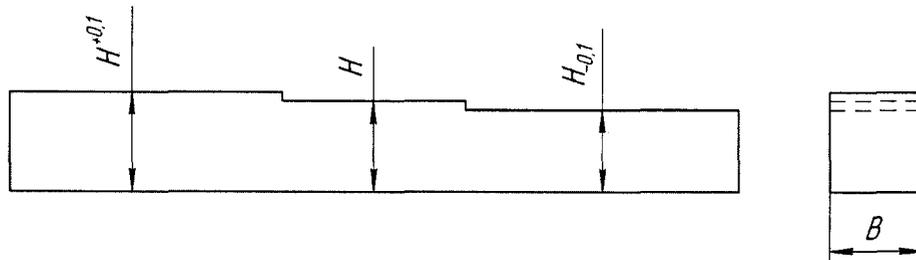


Рисунок 1 – Образец контрольный для метода Шарпи ГОСТ 9454

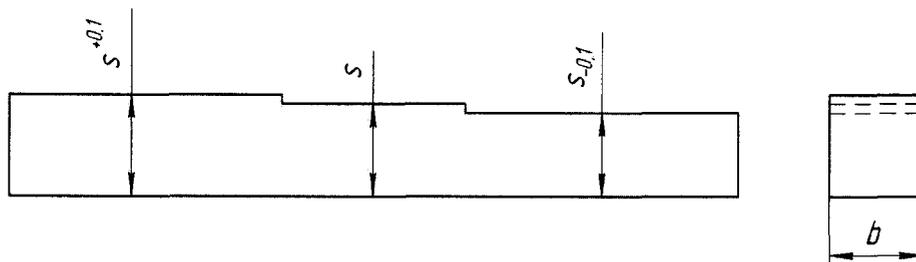


Рисунок 2 – Образец контрольный для метода Шарпи ГОСТ 4647

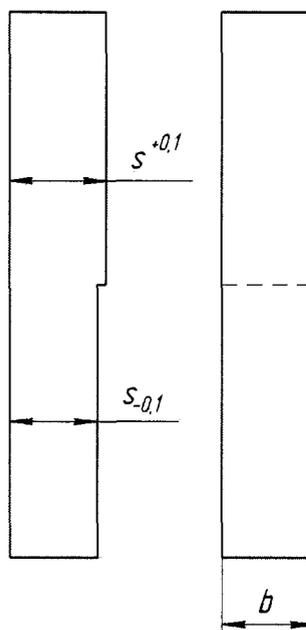


Рисунок 3 – Образец контрольный для метода Изода ГОСТ 19109

Приложение Г  
(обязательное)

Таблица 1 – Метрологические характеристики копров ТСМК–5–Х–Х

Наименование характеристики	Значение						
	0,5	1,0	2,0	2,5	2,75	4,0	5,0
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	0,5	1,0	2,0	2,5	2,75	4,0	5,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±0,005	±0,010	±0,020	±0,025	±0,0275	±0,040	±0,050
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, не более, %							
в методе Шарпи	2,0	1,0		-		0,5	
в методе Изода	-	2,0	1,0			0,5	
в методе ударного растяжения	-	-	1,0	-	-	0,5	-

Таблица 2 - Скорость движения маятника в момент удара в копров ТСМК-5-Х-Х

Метод испытаний	Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Скорость движения маятника в момент удара, м/с	
		металлы	пластмассы
Шарпи	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0	3,00 ± 0,25	2,90 ± 0,05
Изод	1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0	3,5 ± 0,35	
Ударного растяжения	2,0; 4,0	2,9 ± 0,29	

Таблица 3 – Метрологические характеристики копров ТСМК–50–Х–Х

Наименование характеристики	Значение														
	0,5	1,0	2,0	2,5	2,75	4,0	5,0	5,5	7,5	11,0	15,0	22,0	25,0	50,0	
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	0,5	1,0	2,0	2,5	2,75	4,0	5,0	5,5	7,5	11,0	15,0	22,0	25,0	50,0	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±0,005	±0,010	±0,020	±0,025	±0,027 5	±0,040	±0,050	±0,055	±0,075	±0,110	±0,150	±0,220	±0,250	±0,500	
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, не более, %															
метод Шарпи	2,0	1,0		-		0,5	-		0,5	-		0,5	-		0,5
метод Изода	-	2,0	1,0			0,5									

Наименование характеристики	Значение													
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	0,5	1,0	2,0	2,5	2,75	4,0	5,0	5,5	7,5	11,0	15,0	22,0	25,0	50,0
метод ударного растяжения	-	-	1,0	-	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5	-	0,5	

Таблица 4 - Скорость движения маятника в момент удара копров ТСМК-50-Х-Х

Метод испытаний	Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Скорость движения маятника в момент удара, м/с	
		металлы	пластмассы
Шарпи	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0	3,00 ± 0,25	2,90 ± 0,05
	7,5; 15,0; 25,0	4,00 ± 0,25	3,80 ± 0,05
	50,0	4,00* ± 0,25 5,0 ± 0,5	
Изод	1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0; 5,5; 7,5; 11,0; 15,0; 22,0; 25,0; 50,0	3,5 ± 0,35	
Ударного растяжения	2,0; 4,0	2,9 ± 0,29	
	7,5; 15,0; 25,0; 50,0	3,8 ± 0,38	

Примечание \* - в зависимости от комплекта поставки

Таблица 4 – Метрологические характеристики копров ТСМК–150–Х–Х

Наименование характеристики	Значение		
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	50,0	100,0	150,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±0,500	±1,000	±1,500
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, не более, %	0,5		
Скорость движения маятника в момент удара в методе Шарпи, м/с	– металлы		
	5,0 ± 0,5		
– пластмассы	3,80 ± 0,05	5,0 ± 0,5	

Примечание \* - в зависимости от комплекта поставки

Таблица 5 – Метрологические характеристики копров ТСМК–300–Х–Х

Наименование характеристики	Значение				
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±1,000	±1,500	±2,000	±2,500	±3,000
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, не более, %	0,5				

Наименование характеристики	Значение				
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0
Скорость движения маятника в момент удара в методе Шарпи, м/с	5,0 ± 0,5				

Таблица 6 – Метрологические характеристики копров ТСМК-450-Х-Х

Наименование характеристики	Значение					
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0	450,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±1,000	±1,500	±2,000	±2,500	±3,000	±4,500
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, не более, %	0,5					
Скорость движения маятника в момент удара в методе Шарпи, м/с	5,0 ± 0,5					

Таблица 7 – Метрологические характеристики копров ТСМК-750-Х-Х

Наименование характеристики	Значение			
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	300,0	450,0	600,0	750,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±3,000	±4,500	±6,000	±7,500
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, не более, %	0,5			
Скорость движения маятника в момент удара в методе Шарпи, м/с	5,0 ± 0,5			