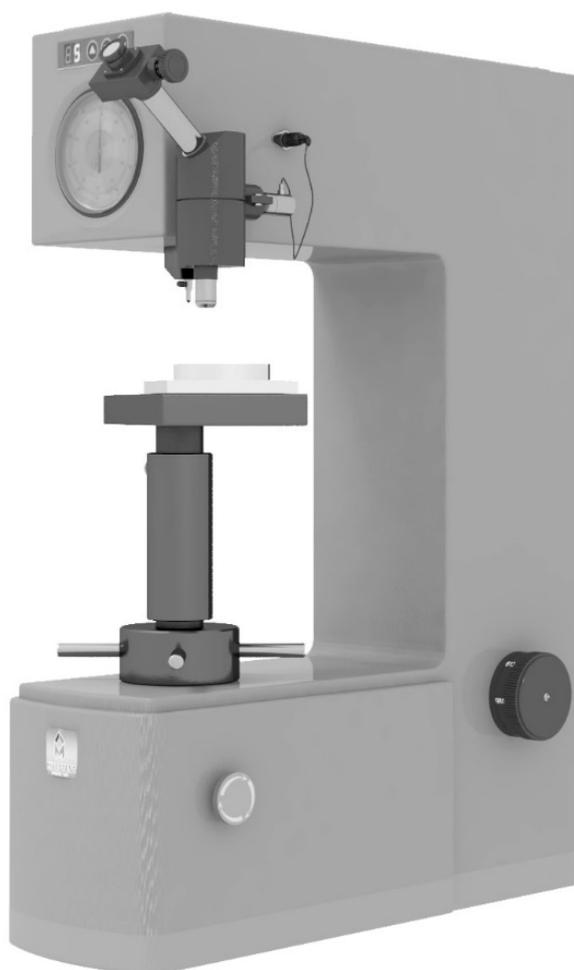




## ТВЕРДОМЕР ИТБРВ-187,5-А



## Твердомер ИТБРВ-187,5-А

### Описание

Твердомер универсальный ИТБРВ-А соответствует требованиям ГОСТ 23677, СТО-75829762-005, предназначен для измерения твердости металлов по методам Бринелля, Роквелла и Виккерса в соответствии с ГОСТ 9012, 9013, 9450, 2999, 24622, ISO 6508.2, ASTM E-18.

Конструктивно твердомер состоит из механизмов нагрузки и разгрузки, подъема рабочего стола, оптической измерительной системы, микропроцессорного блока.

### Устройство

Общий вид твердомера ИТБРВ-А представлен ниже (Рисунок 7.1).

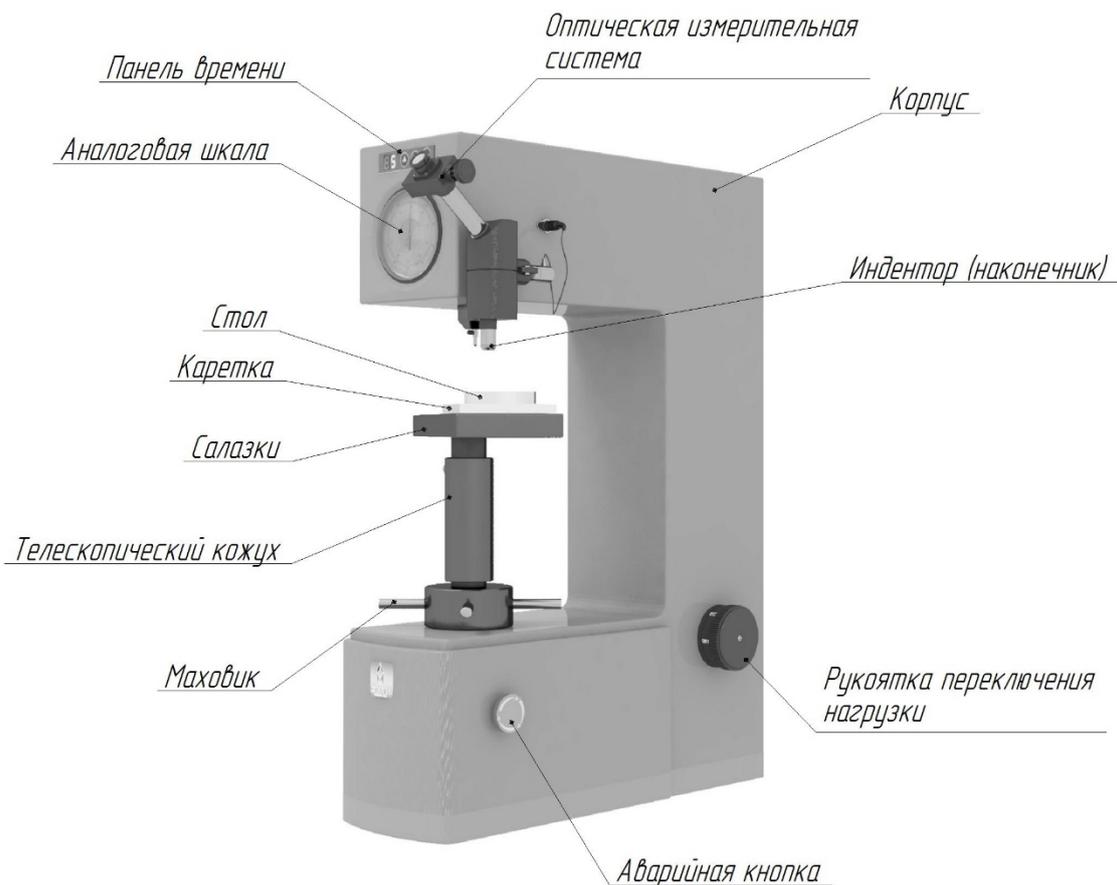


Рисунок 7.1 – Общий вид твердомера ИТБРВ-А

### Конструктивные особенности

Конструктивные особенности ИТБРВ-А:

- стационарный с цельнолитым корпусом высокой жесткости;
- оптическая система измерения отпечатков по методам Виккерса и Бринелля, определение значения твердости расчетное;
- определение значения твердости по Роквеллу по аналоговой шкале, без замера диаметра отпечатка;
- ручное нагружение индентора (наконечника);
- наличие механизма выбора нагрузки;
- наличие механизма регулировки высоты стола;
- наличие механизма линейного перемещения «салазки-каретка».

Современная конструкция твердомера ИТБРВ-А обеспечивает точность приложения нагрузки с погрешностью не более 1%, что позволяет получать результаты измерений с надежной повторяемостью, необходимой для обеспечения точности определения твердости.

Способ подачи электропитания через встроенный или переносной блок питания.

ИТБРВ-А является надежным прибором, что обеспечивается совокупностью свойств: точностью, долговечностью и ремонтпригодностью. Для повышения надежности специалисты ООО «Метротест» проводят тщательный анализ и учет параметров в целях поддержания и совершенствования функциональных возможностей твердомера.

Дополнительно, твердомеры могут иметь варианты нестандартного исполнения по техническому заданию Заказчика, в рамках конструктивных особенностей прибора.

### Технические возможности

Технические и конструктивные особенности универсального твердомера ИТБРВ-А позволяют проводить испытания по трем основным методам, что обеспечивает определение твердости изделий и образцов из мягких и твердых сплавов, закаленных и незакаленных сталей, черных и цветных металлов, чугуна, графита, подшипниковых сталей, тонких плит, твердых полимеров и пластиков с нагрузкой до 187,5 кгс.

Универсальный твердомер ИТБРВ-А обеспечивает испытания по шести нагрузкам шкалы твердости по методу Роквелла, испытания по четырем нагрузкам по методу Бринелля, по двум нагрузкам по методу Виккерса без замены грузовой подвески с использованием стандартного комплекта инденторов:

- Бринелля: HBW 2,5/31,25; HBW 2,5/62,5; HBW 2,5/ 187,5; HBW 5/62,5; HBW 10/100;
- Роквелла: HRA, HRB, HRC, HRD, HRF, HRG;
- Виккерса: HV30, HV100.

Твердомер модификации А предусматривает нагружение только в автоматическом режиме.

Оптическая измерительная система с большим увеличением и высокоточным окулярным микрометром гарантирует точность измерений при определении размеров отпечатков по методам Бринелля и Виккерса. Измерительная система имеет два съемных объектива с увеличением в 2,5х и 5,0х (Рисунок 7.2).

Для испытаний образцов различной высоты предусмотрен механизм регулировки высоты стола, состоящий из телескопического кожуха, винтового стержня и маховика.

Механизм «салазки-каретка» (рисунок 8.3) обеспечивает подвод стола с образцом из зоны испытания в зону измерения отпечатка под объектив (по методам Виккерса и Бринелля).

Основные технические данные

Наименование параметра	Значение
Шкалы твердости	HRA; HRB; HRC; HRD; HRE; HRF; HRG; HRH; HRK; HBW2,5/31,25; HBW2,5/62,5; HBW5/62,5; HBW10/100; HBW2,5/187,5; HV30; HV100
Предварительная нагрузка	10 кгс (98Н)
Усилие нагружения	30кгс (294,2Н), 31,25кгс (306,5Н), 60кгс (588,4Н), 62,5кгс (612,9Н), 100кгс (980,7Н), 150 (1471Н), 187,5кгс (1839Н)
Пределы допускаемой погрешности, не более значения твердости образцовой меры 2-го разряда: 45±5 алм. конус 90±10 шарик 1,588 65±5 алм. конус 200±50 НВ 400±50 НВ 450±75 НV	± 1,5 ед. тв. ± 2,0 ед. тв. ± 1,0 ед. тв. ± 3 % ± 3 % ± 3 %
Диапазон значений твердости	HRA:70-85, HRB:30-100, HRC:20-67, HB:32-200, HB:95-450, HV:375-1000
Высота образца, не более, мм	200 ( Роквелл ) 115 ( Бринелль, Виккерс)
Максимальное расстояние от центра индентора до стенки твердомера, мм	140
Общее увеличение оптической системы	37,5х; 75х
Увеличение объектива/ числовая апертура	2,5х/ 0,07; 5х/ 0,10
Длина тубуса/ толщина покровного стекла	160/ -
Увеличение окуляра	15х
Источник питания, В/Гц	220/50
Габаритные размеры, (Д×Ш×В), мм	463×175×660
Масса, не более кг	75
Энергопитание, В/Гц	220/50
Шум, не более	75 Дб

Комплектность поставки

№	Наименование	Кол-во	Примечание
<b>Комплектация основная</b>			
	Твердомер	1 шт.	
	Набор грузов	1 к-т.	Груз 0 и 4 основных
	Салазки с кареткой	1 к-т.	
	Блок питания	1 шт.	
<b>Документация</b>			
	Упаковочный лист	1 экз.	
	«Твердомеры ИТБРВ. Паспорт»	1 экз.	ИТБРВ187,5.М00.1.ПС
	«Твердомеры ИТБРВ. Руководство по эксплуатации»	1 экз.	ИТБРВ187,5.М00.1.РЭ
	Меры твердости. Паспорт	5 экз.	
	Наконечник алмазный. НК-1 ГОСТ 9377-81. Паспорт	1 экз.	
	Наконечник алмазный. НП-2 ГОСТ 9377-81. Паспорт	1 экз.	
	«Свидетельство об утверждении типа средств измерений»	1 экз.	RU.C.28.058.A № 58762
	«Документ таможенного союза декларации о соответствии ЕАС»	1 экз.	
	«Свидетельство о первичной поверке оборудования»	1 экз.	№
	Гарантийный талон	1 экз.	№
<b>Комплектация расходная</b>			
	Микрометр окулярный винтовой	1 к-т.	
	Объектив 5/0.10	1 шт.	
	Объектив 2.5/0.08	1 шт.	
	Наконечник алмазный	1 шт.	НК-1
	Наконечник алмазный	1 шт.	НП-2
	Наконечник сферический	1 шт.	Ø1,588мм
	Шарик стальной	3 шт.	Ø1,588мм
	Наконечник сферический	1 шт.	Ø2,5мм
	Наконечник сферический	1 шт.	Ø5,0мм
	Стол большой плоский	1 шт.	Ø150 мм
	Стол малый плоский	1 шт.	Ø55 мм
	Стол малый плоский	1 шт.	Ø65 мм
	Стол V-образный	2 шт.	Ø55 мм
	Меры твердости стандартизированные	5 шт.	

### Принцип работы

Определение твердости осуществляется путем погружения индентора (далее «индентор» или «наконечник») под действием стандартного усилия в исследуемую поверхность образца с последующим определением глубины погружения или размера отпечатка.

Значение усилия складывается из массы грузовой подвески (рисунок 6.3), массы механизма нагружения, умноженное на передаточный коэффициент механизма нагружения.

Движение грузовой подвески вниз приводит к движению шпинделя в сторону испытываемого образца и внедрению индентора в исследуемую поверхность.

Нагрузка прилагается последовательно в две стадии: сначала предварительная, равная 10 кгс (для устранения влияния упругой деформации и различной степени шероховатости), а затем основная из ряда: 30; 31,25; 60; 62,5; 100; 150; 187,5кгс.

Предварительное нагружение складывается из массы частей механизма нагружения, кроме грузовой подвески, и механизма поддержки грузовой подвески.

Масляный демпфер обеспечивает плавность внедрения индентора, смягчает движение грузовой подвески: предохраняет от резких толчков и ее падения.

Вариации нагрузки регулируются при помощи рукоятки, при этом происходит переключение вилки грузовой подвески и, таким образом создается необходимая основная нагрузка на индентор. Груз 0 должен находиться на грузовой подвеске постоянно, кроме испытаний по шкале HV30.

По методам Бринелля или Виккерса измерение отпечатка осуществляется при помощи измерительной оптической системы.

По методу Роквелла твердость определяется по глубине отпечатка.

В зависимости от метода испытаний используются наконечники сферические (шариковые), алмазные с конической или пирамидальной заточкой.

### 6.5 Измерительная оптическая система

Для измерений отпечатка по методам Бринелля и Виккерса предусмотрена измерительная система (рисунок 2), которая крепится к корпусу твердомера справа или слева при помощи кронштейна.

В состав измерительной системы входят: тубус, окуляр с микрометром и два съемных объектива с увеличением в 2,5х и 5,0х. Выбор объектива зависит от предполагаемого размера отпечатка, отпечаток должен поместиться в диаметре поля зрения.

Электропитание к подсветке подается от при помощи соединительного провода.

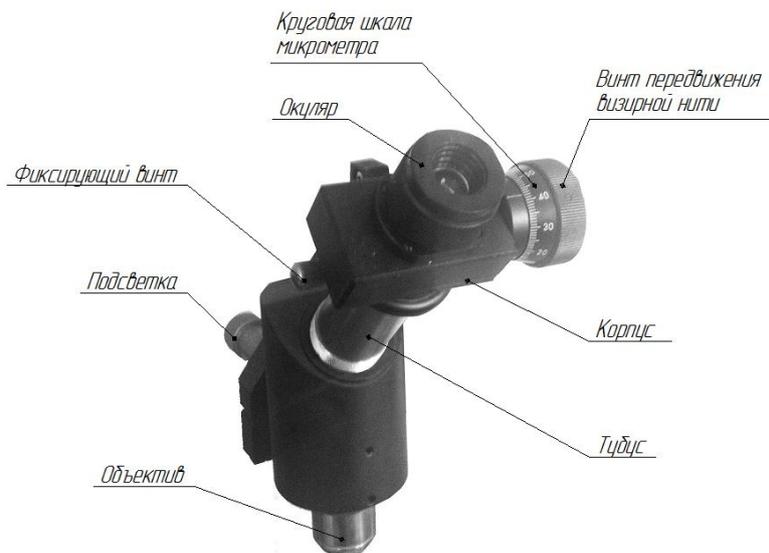


Рисунок 2 – Измерительная оптическая система

## Подготовка твердомера к работе

### Указание мер безопасности

При работе с твердомером персонал должен руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго от 13.01.2003г., «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 г. № 328н), настоящим руководством по эксплуатации и паспортом.

Твердомер соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.003.

Источниками опасности при работе на твердомере могут являться:

- подвижные элементы грузовой подвески;
- поражающее действие электрического тока от частей электрооборудования, находящегося под напряжением.

Все вышеперечисленные источники опасности закрыты корпусом и съемными крышками.

Вредные производственные факторы, такие как вибрация, тепловыделение, пыль и т.п. отсутствуют.

### Условия эксплуатации

Для обеспечения долгосрочной и бесперебойной работы твердомера необходимо соблюдать следующие условия эксплуатации.

Твердомер может быть использован в производственных помещениях и исследовательских лабораториях в различных отраслях промышленности.

Климатическое исполнение твердомера и категория размещения УХЛ 4.2 согласно ГОСТ 15150.

Условия эксплуатации твердомера:

- температура воздуха в помещении: от плюс 15°C до плюс 28°C;
- относительная влажность воздуха: от 20 до 65%;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (630 - 800 мм.рт.ст).

### Меры предосторожности

Твердомер является технически сложным измерительным устройством, требующим бережного обращения.

Твердомер необходимо оберегать от ударов, нагрузок, которые могут привести к механическим повреждениям твердомера.

Не допускается:

- эксплуатация твердомеров в одном помещении с агрессивными материалами, пары которых могут оказывать вредное воздействие на твердомер;
- наведенная вибрация от работающего оборудования;
- перепад температур более, чем на 3°C в течении часа.
- попадание жидкостей;
- длительное воздействие прямых солнечных лучей;

Категорически запрещается:

- запускать прибор в работу при открытых крышках корпуса твердомера;
- эксплуатировать твердомер при появлении постороннего шума, стука и вибраций, повреждении измерительных приборов;
- проводить работы на незаземленном твердомере;
- работать на твердомере, если имеются видимые нарушения изоляции на электрокабелях, при ненадежных электрических соединениях, при неисправных вилке и розетке питания.

**Внимание! Все монтажные работы и работы, связанные с устранением неисправностей, должны проводиться только после отключения прибора от сети питания.**

### Монтаж

**Важно! Основные работы по сборке и установке в проектное положение твердомера, средств контроля и управления должны выполняться специалистами, обладающими необходимой квалификацией и навыками.**

При проектировании и производстве монтажных работ следует выполнять требования настоящего руководства по эксплуатации и паспорта на твердомер.

Порядок установки:

- а) снять с оборудования упаковку, проверить комплектность согласно паспорта на твердомер;
- б) транспортировать твердомер на место эксплуатации при помощи грузоподъемного устройства двухпетлевыми стропами за поддон. Грузоподъемность подъемного устройства должна быть не менее 100кг;
- в) установить оборудование на поддоне на два бруска или иные опоры, высота которых достаточна для доступа к болтам крепления твердомера к поддону;
- г) вывернуть болты крепления, установить на их место опорные ножки;
- д) установить твердомер на место эксплуатации (платформу), обеспечивающее:
  - ровную, строго горизонтальную поверхность;
  - жесткую конструкцию, способную выдержать массу оборудования;
  - рекомендуемое расстояние от твердомера до стен или другого оборудования не менее 0,2м;
- е) выставить горизонтальное положение твердомера, установив уровень на предметный стол, отрегулировать при помощи опорных ножек (погрешность установки не более 1мм на 1м при любых двух взаимно перпендикулярных положениях уровня);
- ж) снять верхнюю и заднюю крышки корпуса, извлечь транспортировочный крепеж и демпфирующие прокладки;
- з) установить груза в грузовую подвеску согласно рисунка 3
- и) установить измерительную систему.

8.4.2 Платформа должна иметь сквозное отверстие  $\varnothing 90$ мм под вертикальное перемещение механизма регулировки высоты столика, монтажная схема представлена на рисунке 3

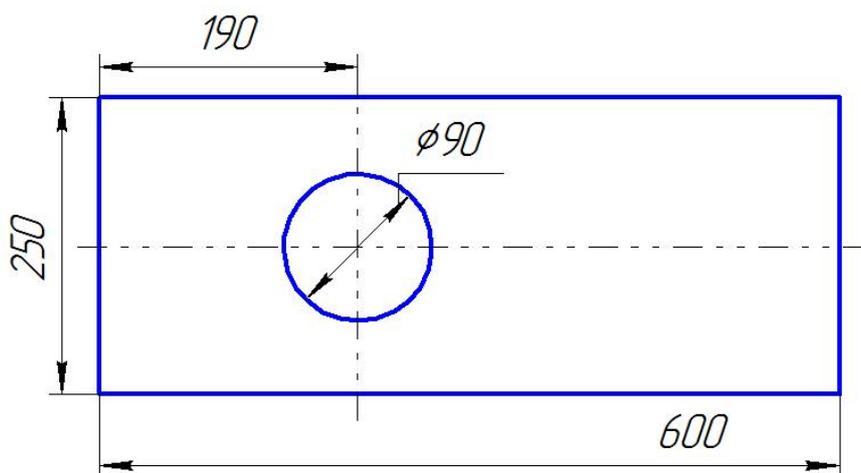


Рисунок 3 – Монтажная схема ИТБРВ-187,5-А

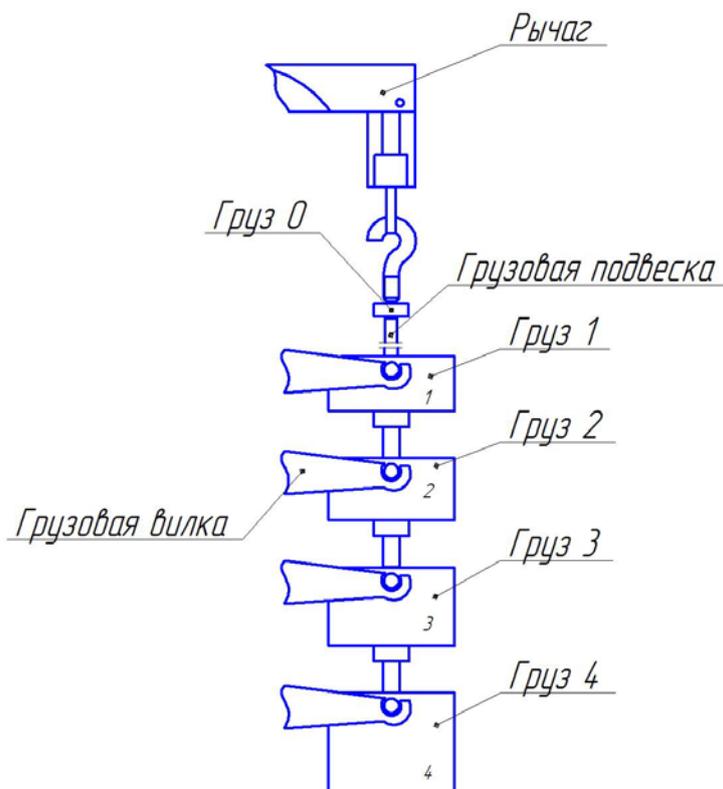


Рисунок 4 – Грузовая подвеска с грузами

Груза необходимо закрепить на штоке грузовой подвески таким образом, чтобы количество грузов, подвешенных к грузовой подвеске, соответствовало значению нагрузки на рукоятке переключения

Нагрузка, Н (кгс)	Груза, подвешенные к подвеске
294,2 (30)	Грузовая подвеска, без груза 0
306,5 (31,25)	Грузовая подвеска и груз 0
588,4 (60)	Грузовая подвеска, груз №1 и груз 0
612,9 (62,5)	Грузовая подвеска, груз №2 и груз 0
980,7 (100)	Грузовая подвеска, груз №2, груз №3 и груз 0
1471 (150)	Грузовая подвеска, груз №1, груз №2, груз №4 и груз 0
1839 (187,5)	Все груза

### Замена индентора

При переходе на другой метод измерения или применении другого вида материала необходимо произвести замену индентора:

- подготовить индентор и посадочное место шпинделя: протереть бензином и смазать контактные поверхности бескислотным вазелином;
- ослабить винт фиксации индентора к шпинделю;
- извлечь индентор и установить требуемый для испытания;
- затянуть винт;
- установить на стол стандартную меру твердости;

е) в случае, если наконечник шарообразный, единожды приложить нагрузку на образец;  
ж) в случае, если наконечник конусный или пирамидальный, трехкратно приложить основную нагрузку в различных местах на мере твердости;

з) закрутить винт фиксации индентора до упора (обжать).

При испытаниях по методу Роквелла после замены индентора необходимо откалибровать индикатор твердомера по мерам твердости (см. Приложение А).

**Важно установить индентор до упора и обжать его, в противном случае при испытании может произойти смещение индентора и его повреждение.**

### Настройка механизма «салазки-каретка»

Для быстроты и удобства перемещения образца от зоны испытания к зоне измерения отпечатка на твердомере предусмотрен механизм линейного перемещения «салазки-каретка» (рисунок 8.3).

Перед проведением испытаний необходимо настроить линейное перемещение каретки по салазкам и угол поворота салазок.

Для этого необходимо:

- установить образец на стол, убедиться, что образец лежит ровно;
- сделать пробный прокол согласно проведению испытаний ;
- переместить каретку по салазкам под объектив и настроить угол поворота салазок относительно оси винта перемещения стола и крайнее положение каретки таким образом, чтобы отпечаток был виден в поле зрения;
- настройку крайнего положения каретки произвести при помощи регулировочных винтов.

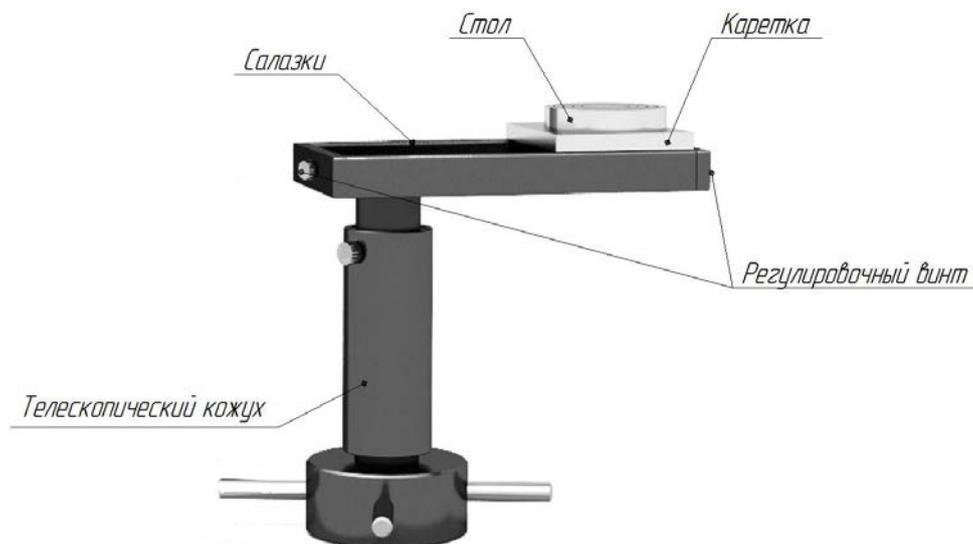


Рисунок 5 – Механизм «салазки-каретка»

### Установка и опробование оптической измерительной системы

Измерительная оптическая система крепится к твердомеру при помощи кронштейна.

Установка измерительной системы:

- закрепить тубус в кронштейне в правильном положении, зафиксировать винтом;
- окуляр с микрометром вставить в верхнюю часть тубуса до упора, зафиксировать винтом;
- объектив вставить в нижнюю часть тубуса, закрутить по резьбе до упора;
- подсветку вставить в заднюю часть тубуса, закрутить по резьбе до упора.

Подключить освещение (подсветку) при помощи кабеля.

Проверить оптические части устройства на отсутствие внутренних загрязнений: посмотреть

через окуляр на светлый экран, например, лист белой бумаги, видимое поле должно быть чистым, без пятен и загрязнений в пределах поля и на его периферии.

При необходимости протереть стекла сухой ветошью, при наличии жирных пятен протереть спиртом.

Проверить правильность установки круговой шкалы окуляра: при помощи винта передвижения визирной нити подвести визирную нить к нулевой отметке линейной шкалы, нулевая отметка и визирная нить должны соединиться в одну линию. Если есть погрешность, учесть при измерении отпечатка.

Проверить работу устройства фокусировки (четкости изображения линейной шкалы), для корректировки плавно вращать барабанчик центральной фокусировки.

После проверки измерительной системы необходимо ослабить винт, фиксирующий микрометр, для удобства поворота микрометра во время испытаний.

В комплект поставки входят два съемных объектива с увеличением в 2,5х и 5,0х. Смену объектива, при необходимости, произвести вручную: выкрутить объектив, установить требуемый. Выбор объектива зависит от предполагаемого размера отпечатка, отпечаток должен поместиться в диаметре поля зрения и на линейной шкале.

### **Настройка и опробование масляного демпфера**

Масляный демпфер (рисунок 8.4) в твердомере обеспечивает плавность внедрения индентора, смягчает движение грузовой подвески: предохраняет от резких толчков и ее падения.

Настройка масляного демпфера

**Внимание! Все настройки твердомера, в том числе демпфера, отрегулированы предприятием-изготовителем, сброс заводских настроек может привести к поломке твердомера.**

Демпфер настроен таким образом, что грузовая подвеска плавно опускается в течение  $\approx 4$  сек.

При необходимости настроить демпфер следующим образом:

- снять основную нагрузку: переместить рукоятку приложения нагрузки плавно в положение «разгрузить»;
- закрутить регулировочный винт по часовой стрелке до упора, затем ослабить - повернуть против часовой стрелки на 2,5-3 оборота (что соответствует 3,5-5 сек).

Для увеличения времени опускания подвески необходимо повернуть регулировочный винт по часовой стрелке, для уменьшения, соответственно, против часовой.

Для плавной работы и поддержания износостойкости механизмов демпфера используется масло И-20А или аналогичное, применяемое в масляных демпферах, минимальный необходимый объем масла  $\approx 200$ мл.

Порядок доливки масла:

- выкрутить регулировочный винт;
- залить в отверстие масло;
- закрутить регулировочный винт.



### Рисунок 6 – Демпфер грузовой подвески

После настройки демпфера необходимо его опробовать:

- проверить плавность и легкость движения механизмов демпфера при максимальной нагрузке ;
- время опускания грузовой подвески (требуемое  $\approx 4$ с).

При необходимости, отрегулировать уровень масла в демпфере или время опускания подвески.

#### Порядок подключения

Порядок подключения твердомера следующий:

- а) заземлить твердомер;
- б) подсоединить электрокабель;
- в) проверить надежность сочленения разъемов соединительных устройств;
- г) подключить питание 220 В;
- д) включить питание, нажав на кнопку «Пуск»;

Порядок отключения твердомера:

- а) отключить твердомер, нажав на кнопку «Пуск»;
- б) отключить электропитание.

#### Опробование твердомера

После монтажа и подключения твердомер испытывают на холостом ходу и под нагрузкой, при этом проверяют:

- легкость и плавность перемещений опорного стола и салазок;
- плавность нагружения (движения грузовой подвески).

Далее испытывают прибор в работе (под нагрузкой) с образцовыми мерами твердости 2-го разряда и секундомера.

Опробование производят путем трех проколов меры твердости на расстоянии между центрами не менее трех диаметров отпечатков. При этом должны выполняться требования:

- обеспечение показаний значений твердости;
- погрешность не должна превышать допускаемых пределов

При необходимости твердомер калибруют (приложение А), определяют погрешность (приложение Б) или регулируют работу оборудования по таблице неисправностей;

При невозможности устранения выявленных недостатков следует обратиться к предприятию-изготовителю.

## 9. Проведение испытаний

В зависимости от предполагаемой твердости материала (изделия), толщины в месте испытания, размера образца, формы изделия необходимо выбрать метод испытания: по Бринеллю, Роквеллу или Виккерсу.

Метод Бринелля основан на вдавливании в испытуемый материал индентора (далее «индентор» или «наконечник») в виде стального шарика и последующего измерения диаметра отпечатка. Определение твердости металлов по Бринеллю регламентируется ГОСТ 9012. По Бринеллю определяют твердость относительно мягких материалов: цветных металлов и их сплавов, отожженной стали, чугунов (кроме белого).

Сущность метода по Роквеллу заключается во внедрении в поверхность образца (изделия) алмазного конусного наконечника (шкалы А, С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G, H, K) и измерением глубины вдавливания. Метод измерения твердости металлов и сплавов по Роквеллу регламентирует ГОСТ 9013. По Роквеллу чаще всего определяют твердость очень твердых мате-

риалов: закаленных сталей, твердых сплавов, керамики, твердых покрытий, в том числе наплавленных слоев достаточной глубины на сталях и чугунах.

Метод Виккерса заключается во вдавливании алмазного наконечника, имеющего форму правильной четырехгранной пирамиды, в образец (изделие) и измерении диагонали отпечатка. Определение твердости черных и цветных металлов и сплавов по Виккерсу регламентирует ГОСТ 2999. Метод Виккерса используется для испытания твердости деталей малой толщины или тонких поверхностных слоев, имеющих высокую твердость. Реже этот метод применяется для измерения твердости твердых и мягких материалов.

### **Подготовка к испытаниям**

#### **Отбор и подготовка образцов**

Отбор и подготовку образцов произвести следующим образом:

а) выполнить отбор образцов для определения твердости в соответствии с:

- ГОСТ 9012 - по Бринеллю;
- ГОСТ 9013 – по Роквеллу;
- ГОСТ 2999 – по Виккерсу.

б) подготовить поверхность образцов или изделий: поверхность должна быть плоской, гладкой, свободной от оксидной пленки, очищенной от посторонних примесей.

Образец подготовить таким образом, чтобы не изменялись его свойства в результате механической или другой обработки, например, от нагрева или наклепа.

Шероховатость поверхности должна быть:

- по Бринеллю и Роквеллу - не более 2,5 мкм;
- по Виккерсу – не более 0,32 мкм.

Выбор толщины образца:

- по Бринеллю толщина должна не менее чем в 8 раз превышать глубину отпечатка и определяется в соответствии с приложениями ГОСТ 9012;

- по Роквеллу толщина должна не менее чем в 10 раз превышать глубину внедрения наконечника после снятия основного усилия, определяется в соответствии с приложениями ГОСТ 9013;

- по Виккерсу для стальных изделий толщина должна быть больше диагонали отпечатка в 1,2 раза, для изделий из цветных металлов должна быть больше в 1,5 раза, определяется в соответствии с ГОСТ 2999.

### **Подготовка прибора к испытаниям**

Подобрать индентор, соответствующий методу испытания:

а) по Роквеллу:

- алмазный конусный наконечник с углом при вершине 120 ° (шкалы А, С, D);
- стальной сферический наконечник (шкалы В, Е, F, G, H, К);

б) по Бринеллю – наконечник с диаметром шарика 2,5; 5,0 или 10,0мм, в зависимости от материала образца, нагрузки и отношения усилия к квадрату диаметра шарика;

в) по Виккерсу - алмазный наконечник, имеющий форму правильной четырехгранной пирамиды с углом при вершине 136°.

Опорные поверхности столика должны быть очищены от посторонних веществ (окалины, смазки и др.).

Подключить твердомер

### **Условия проведения испытаний**

Условия окружающей среды:

- а) измерение твердости проводят при температуре окружающей среды от +10 до +35 °С;
- б) прибор должен быть защищен от ударов и вибрации.

Образец должен быть установлен на столике устойчиво во избежание его смещения и прогиба во время измерения твердости, перпендикулярно приложению нагрузки.

Продолжительность выдержки наконечника под действием заданного усилия:

- по Бринеллю - от 1с до 180с, в зависимости от материала образца (согласно ГОСТ 9012);
- по Роквеллу и Виккерсу - от 10 до 15 с, может быть увеличено в зависимости от материала (указывается в НТД на металлопродукцию);

Расстояние от центра отпечатка до края образца должно быть не менее 2,5 диаметра (диагонали) отпечатка.

При испытаниях по Роквеллу после смены наконечника или рабочего стола первые три измерения не учитываются в расчетах.

Для испытаний по Бринеллю и Виккерсу после смены наконечника или рабочего стола не учитывается первое измерение в расчетах.

### Испытание по методу Роквелла

Число твердости по Роквеллу – число отвлеченное и выражается в условных единицах. За единицу твердости принята величина, соответствующая осевому перемещению наконечника на 0,002 мм.

Для определения твердости материала по методу Роквелла необходимо измерить глубину отпечатка.

В зависимости от выбора индентора: шарик или алмазный конус, и от нагрузки, при которой проводят испытание (т. е. по какой шкале – А, В, С и пр.), число твердости обозначают HRA, HRB, HRC и т.д.

Проведение испытаний:

- а) выбрать требуемую шкалу измерения твердости по Роквеллу

– Выбор шкалы, основной нагрузки при испытаниях по Роквеллу

Шкала		Индентор	Предварительная нагрузка, Н	Основная нагрузка, Н	Область применения
A	Внешняя шкала	Алмазный конический индентор, угол 120°, радиус сферы при вершине 0,2мм	98,07	588,4	Твердые сплавы, поверхностно-закаленная сталь, листово-вой твердый материал
D				980,7	Тонкий листовой металл, поверхностно-упрочненный металл
C				1471,0	Закаленная сталь, упрочненная сталь, прочный чугун
F	Внутренняя шкала	Индентор с шариком 1,5875 мм (1,6 дюйма)	98,07	588,4	Чугун, алюминий, магниевые сплавы, отожженные сплавы, отожженные сплавы меди, мягкая листовая сталь
B				980,7	Мягкие стали, алюминиевые сплавы, медные сплавы, ковкий чугун, отожженная сталь
G				1471,0	Бериллиевая бронза, ковкий чугун
H				588,4	Алюминий, цинк
E				980,7	Подшипниковые сплавы, олово, твердые пластмассы, другие мягкие материалы
K		Индентор с шариком 3,175 мм (1,8 дюйма)	1471,0		
Примечание: наиболее часто используемые шкалы Роквелла – А, В и С.					

б) установить соответствующий индентор

- алмазный конусный наконечник с углом при вершине  $120^\circ$  (шкалы А, С, D);

- стальной сферический наконечник (шкалы В, Е, F, G, H, К);

в) установить стол, соответствующий форме образца;

*Примечание: если образец имеет цилиндрическую форму следует использовать V-образный стол.*

г) установить подготовленный образец на стол;

д) при помощи рукоятки переключения нагрузки установить соответствующую нагрузку (обозначение верхних цифр на рукоятке – «Н», нижних – «кгс»);

е) приложить предварительную нагрузку: вращением маховика по часовой стрелке поднять стол до соприкосновения образца с индентором, продолжить аккуратно вращать маховик до тех пор, пока маленькая стрелка на шкале прибора не переместится в зону с красной точкой, при этом большая стрелка на шкале прибора совершит 2,5-3 полных оборота, это означает, что предварительная нагрузка 98,07Н приложена.

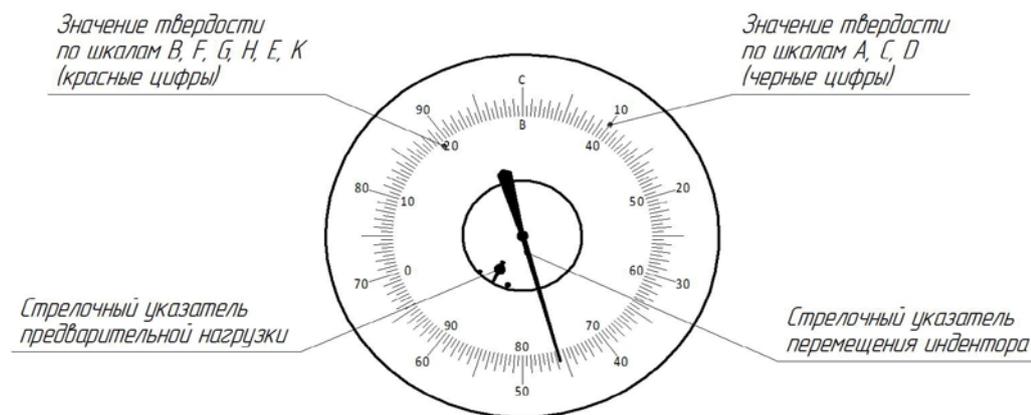


Рисунок 7 Общий вид аналогового отсчетного устройства

**Важно! 1.** нулевое значение по шкале С (или В) должно быть расположено вертикально вверх;

**2.** если большая стрелка после приложения предварительной нагрузки будет отклонена больше чем на  $\pm 5$  делений относительно нулевого положения шкалы С, необходимо вращением маховика против часовой стрелки опустить стол (снять предварительную нагрузку) и испытание провести вновь в другом месте образца.

ж) совместить нулевое положение шкалы С (или В) с большой стрелкой путем поворота шкалы за внешний ободок;

з) приложить основную нагрузку: переместить рукоятку приложения нагрузки плавно в положение «нагрузить»;

и) выдержать основную нагрузку в течение от 10 до 15с;

к) снять основную нагрузку: переместить рукоятку приложения нагрузки плавно в положение «разгрузить»;

л) значение, на которое указывает большая стрелка, соответствует фактической твердости образца;

м) вращением маховика против часовой стрелки опустить стол с образцом (снять предварительную нагрузку);

н) повторить измерения в различных точках образца.

*Примечание:*

а) количество отпечатков при измерении твердости, способ обработки и результаты измерений указываются в нормативно-технической документации на металлопродукцию;

б) при измерении твердости на выпуклых цилиндрических и сферических поверхностях по шкалам *A, B, C, D, F, G* в результаты измерения твердости должны быть введены поправки, величины которых приведены в ГОСТ 9013. Поправки прибавляются к полученным значениям твердости.

в) поправки при измерении твердости на вогнутых поверхностях устанавливаются в нормативно-технической документации на металлопродукцию.

### Измерение твердости по методу Виккерса (общие сведения)

Для определения твердости материала по методу Виккерса необходимо провести испытание на твердомере и измерить диагональ отпечатка от четырехгранной пирамиды.

Число твердости по Виккерсу определяется по эмпирическим таблицам по измеренной величине диагонали отпечатка (ГОСТ 2999) или по формуле:

$$HV = \frac{F}{A} = \frac{2F \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2}, \text{ где:}$$

*F* – нагрузка, усилие вдавливания индентора, Н;

*M* – площадь поверхности отпечатка, мм<sup>2</sup>;

*α* – угол при вершине алмазного наконечника пирамидной формы;

*d* – средняя длина диагонали отпечатка, мм.

Число твердости по Виккерсу обозначается символом *HV* с указанием нагрузки *F* и времени выдержки под нагрузкой, например, 450 HV10/15 означает, что число твердости по Виккерсу 450 получено при *F* = 10 кгс (98,1Н), приложенной к алмазной пирамиде в течение 15 с.

Усилие вдавливания выбирается в зависимости от толщины и твердости образца:

а) для определения твердости черных металлов и сплавов применяют нагрузку 980,7Н (100 кгс);

б) для меди и ее сплавов - 30 кгс;

в) для алюминиевых сплавов - 30 кгс.

Измерение диагонали отпечатка производится при помощи оптической измерительной системы, порядок проведения измерения указан в п.9.5.

### Измерение твердости по Бринеллю (общие сведения)

Для определения твердости материала по методу Бринелля необходимо провести испытание на твердомере и измерить диаметр отпечатка от сферического индентора.

Число твердости по Бринеллю рассчитывается по формуле:

$$HB (HBW) = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ где:}$$

*HB* – число твердости при использовании стального шарика, для металлов с твердостью до 450 единиц, кгс/мм<sup>2</sup>;

*HBW* – число твердости при использовании шарика из твердого сплава, для металлов с твердостью до 650 единиц, кгс/мм<sup>2</sup>;

*F* – нагрузка, усилие вдавливания индентора, Н;

*A* – площадь поверхности отпечатка, мм<sup>2</sup>;

*D* – диаметр шарика, мм;

*d* – диаметр отпечатка, мм.

Чтобы провести испытания необходимо определить толщину образца, прилагаемое усилие, диаметр индентора (шарика) и время выдержки.

Усилие *F*, в зависимости от значения *K* и диаметра шарика *D*

Устанавливаем ремя выдержки

Минимальную толщину образца

Диаметр шарика  $D$  (2,5; 5,0 или 10,0мм) подбирают таким образом, чтобы диаметр отпечатка находился в пределах  $(0,24 \dots 0,6) \cdot D$  или по формуле:

$$0,24 \cdot D \leq d \leq 0,6D, \text{ где:}$$

$D$  – диаметр шарика, мм;

$d$  – диаметр отпечатка, мм.

9.4.7 Измерение диагонали отпечатка производится при помощи оптической измерительной системы.

– Выбор параметра  $K$ , в зависимости от исследуемого материала.

Материал	Твердость по Бринеллю	$K$
Сталь, чугун, высокопрочные сплавы (на основе никеля, кобальта и др.)	$\leq 140$	10
	$\geq 140$	30
Титан и сплавы на ее основе	$> 50$	15
Медь и сплавы на ее основе, легкие металлы и их сплавы	$< 35$	5
	$> 35$	10
Подшипниковые сплавы	8 ~ 50	2,5
Свинец, олово и другие мягкие металлы	$< 20$	1

– Выбор усилия вдавливания  $F$  по Бринеллю

Диаметр шарика $D$ , мм	Нагрузка $F$ , Н (кгс), для $K$					
	30	15	10	5	2,5	1
2,5	1839 (187,5)	-	612,9 (62,5)	306,0 (31,2)	153,0 (15,6)	60,80 (6,2)
5,0	7355 (750)	-	2452 (250)	1226 (125)	612,9 (62,5)	245,2 (25)
10,0	29420 (3000)	14710 (1500)	9807 (1000)	4903 (500)	2452 (250)	980,7 (100)

– Выбор продолжительности выдержки усилия по Бринеллю

Твердость по Бринеллю	Продолжительность выдержки, с
$< 10$	180
10 ~ 35	120
35 ~ 100	30
$> 100$	10 ~ 15

Выбор минимальной толщины образца по Бринеллю

Диаметр отпечатка, мм	Минимальная толщина образца при диаметре шарика, мм				
	1	2	2,5	5	10
0,2	0,08				
0,3	0,18				
0,4	0,33				
0,5	0,54	0,25			
0,6	0,80	0,37	0,29		
0,7		0,51	0,40		
0,8		0,67	0,53		
0,9		0,86	0,67		
1,0		1,07	0,83		
1,1		1,32	1,02		
1,2		1,60	1,23	0,58	
1,3			1,46	0,69	
1,4			1,72	0,80	
1,5			2,0	0,92	
1,6				1,05	
1,7				1,19	
1,8				1,34	
1,9				1,50	
2,0				1,67	
2,2				2,04	
2,4				2,46	1,17
2,6				2,92	1,38
2,8				3,43	1,60
3,0				4,0	1,84
3,2					2,10
3,4					2,38
3,6					2,68
3,8					3,00
4,0					3,34
4,2					3,70
4,4					4,08
4,6					4,48
4,8					4,91
5,0					5,36
5,2					5,83
5,4					6,33
5,6					6,86
5,8					7,42
6,0					8,00

## Порядок проведения испытаний по методам Виккерса и Бринелля

Проведение испытания:

- а) установить соответствующий индентор
- б) установить механизм «салазки-каретка», настроить перемещение каретки
- в) установить стол, соответствующий форме образца;

*Примечание: если образец имеет цилиндрическую форму следует использовать V-образный столик.*

- г) установить подготовленный образец на стол;
- д) выбрать и установить объектив с увеличением 2,5х или 5,0х;

*Примечание: выбор объектива зависит от предполагаемого размера отпечатка, отпечаток должен поместиться в диаметре поля зрения и на линейной шкале.*

е) при помощи рукоятки переключения нагрузки установить соответствующую нагрузку (обозначение верхних цифр на рукоятке – «Н», нижних – «кгс»);

ж) приложить предварительную нагрузку: вращением маховика по часовой стрелке поднять стол до соприкосновения образца с индентором, продолжить аккуратно вращать маховик до тех пор, пока маленькая стрелка на шкале прибора не переместится в зону с красной точкой, при этом большая стрелка на шкале прибора совершит 2,5-3 полных оборота.

з) приложить основную нагрузку: переместить рукоятку приложения нагрузки плавно в положение «нагрузить»;

и) выдержать основную нагрузку в течение времени, соответствующего методу испытания;

к) снять основную нагрузку: переместить рукоятку приложения нагрузки повернуть плавно в положение «разгрузить»;

л) вращением маховика против часовой стрелки опустить стол с образцом на расстояние, достаточное для свободного передвижения каретки;

м) подвести каретку с образцом по салазкам к оптической системе.

Замер отпечатка (на примере сферического)

Отрегулировать фокус (четкость) изображения в окуляре микрометра при помощи маховика.

***Важно! Фокусное расстояние от объектива измерительной системы до образца рассчитано с условием обязательного опускания стола, что исключает повреждение индентора при возврате каретки в зону испытания.***

При помощи окуляра микрометра произвести замер в двух взаимно перпендикулярных направлениях (диаметры  $d_1$  и  $d_2$ ):

а) подвести образец под окуляр таким образом, чтобы левая сторона отпечатка совпала с нулевым значением линейной шкалы микрометра (Рисунок 8а);

б) при помощи винта подвести визирную нить к правому краю отпечатка (Рисунок 8б);

в) определить диаметр  $d_1$  (Рисунок 8в) сложив значения линейной и круговой шкал, учитывая, что целые значения линейной шкалы приравнены к сотням, а значения круговой шкалы приравнены к десяткам и единицам;

г) повернуть корпус микрометра на  $90^\circ$  относительно последнего положения;

д) подвести верхний край образца к нулевой отметке линейной шкалы, а визирную нить к нижнему краю отпечатка;

е) определить диаметр  $d_2$  (Рисунок 8г);

ж) вычислить среднее значение диагонали отпечатка.

Для того, чтобы перевести полученное значение в мм необходимо:

- умножить значение на коэффициент 0,004 (при объективе 2,5х);

- умножить значение на коэффициент 0,00205 (при объективе 5х).

Выполнить не менее 3-х испытаний в разных точках исследуемой поверхности.

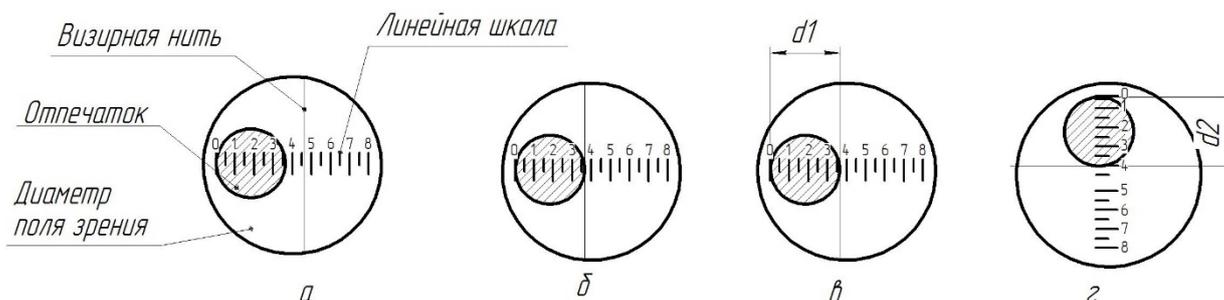


Рисунок 8 – Измерение отпечатка по методу Бринелля

### Поверка

Твердомер ИТБРВ-А подлежит обязательной поверке в органах ФБУ ЦСМ не реже 1 раза в год. Твердомер поверяется в соответствии с ГОСТ 8.398.

Приборы, находящиеся в эксплуатации, поверять путем измерения размеров индентора и определения величины нагрузки. Новые приборы, а также отремонтированные, поверять по элементам и образцовыми мерами твердости.

При ведомственном контроле, а также, если нет образцового переносного динамометра с погрешностью  $\pm 0,54\%$ , прибор допускается поверять только по образцовым мерам твердости.

### Ресурсы, сроки службы и гарантия изготовителя

Система менеджмента качества предприятия-изготовителя ООО «Метротест» соответствует требованиям ИСО 9001.

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемой продукции требованиям ГОСТ 23677, СТО-75829762-005, при соблюдении покупателем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

В случае выхода из строя оборудования в течение гарантийного срока, при соблюдении покупателем условий эксплуатации, обращаться непосредственно к предприятию-изготовителю.

Гарантийные обязательства подтверждает гарантийный талон.

Средняя наработка на отказ – не менее 8000 ч.

Срок хранения в заводской упаковке не более 2-х месяцев (срок транспортирования входит в срок защиты изделия).

Полный средний срок службы твердомера – не менее 10 лет.