

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ИНСТРУКЦИЯ 235—66

ПО ПОВЕРКЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Издание официальное

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва — 1973

Издание официальное

УДК 669.018:620.178.05.089.6

Инструкция разработана Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологии им. Д. И. Менделеева взамен инструкции 235—56, утверждена Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР 23 декабря 1965 г и введена в действие 1 марта 1967 г.

ИНСТРУКЦИЯ 235—66

ПО ПОВЕРКЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Инструкция устанавливает методы и средства поверки приборов для измерения твердости металлов и сплавов, находящихся в применении и выпускаемых из производства и ремонта.

В приложениях 1, 2, 3 и 4 приведены технические характеристики приборов твердости, на которые распространяется настоящая инструкция.

Соблюдение инструкции обязательно для всех организаций и предприятий, проводящих поверку приборов для измерения твердости.

I. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО

1. Работа приборов для измерения твердости металлов и сплавов основана на принципе статического вдавливания наконечника под действием заданного усилия в испытуемый образец. Усилие на наконечник передается через неравноплечный рычаг, на конце которого помещены специальные грузы. Для обеспечения плавного приложения усилия в приборах имеется масляный амортизатор, позволяющий также регулировать и скорость опускания рычага. В некоторых приборах для этой цели применяется кривошипный механизм. Вращение кривошипа осуществляется редуктором с двумя червячными передачами.

Твердость образца определяется или прямым отсчетом по индикатору прибора, или путем измерения полученного отпечатка под микроскопом.

А. Прибор ТШ-2

2. Прибор ТШ-2 предназначается для определения твердости металлов и сплавов по методу вдавливания стального шарика в соответствии с ГОСТ 9012—59.

Переиздание. Декабрь 1972 г.

© Издательство стандартов, 1973

3. Число твердости по Бринеллю (НВ) определяется путем деления нагрузки на площадь поверхности сферического отпечатка и может быть определено по формуле

$$HВ = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \quad (1)$$

где P — нагрузка в кгс;
 D — диаметр шарика в мм;
 d — диаметр отпечатка в мм.

При выражении числа твердости НВ в Международной системе единиц (СИ) целесообразно в формуле (1) P выразить в меганьютонах, а D и d в метрах.

4. Общий вид и устройство прибора ТШ-2 показаны на рис. 1 и 2.

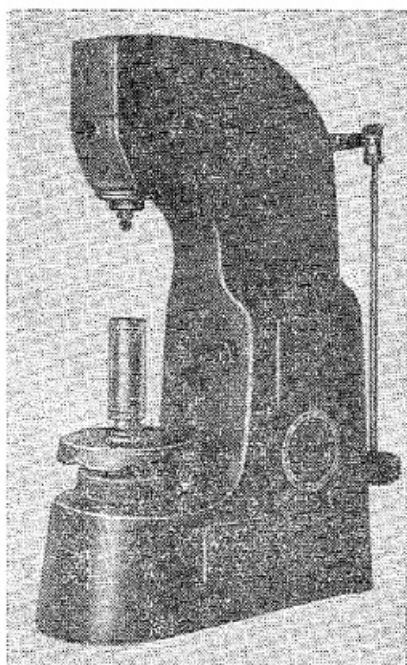


Рис. 1

к конусному гнезду втулки 39, установленной в станине прибора. Конусное гнездо служит только для предварительной ориентировки положения шпинделя. При проведении испытания изделие, установленное на столе прибора, упирается в шарик и, сжимая пружину, снимает втулку 40 с конусного гнезда.

Внедрение шарика в испытуемое изделие под нагрузкой происходит без трения, если не считать малого трения в призмах механизма нагружения. Ограничитель 37 позволяет шарикундаться до такой величины, пока втулка 40 не коснется торца шпинделя.

Прибор имеет следующие механизмы, смонтированные на литой чугунной станине:

- а) механизм привода, состоящий из электродвигателя и червячного редуктора;
- б) механизм подъема стола;
- в) механизм подъема рычажного устройства;
- г) механизм переключения движения;
- д) механизм нагружения рычажного типа с передаточным отношением 1:50.

Механизм нагружения расположен в верхней части станины 1 (рис. 2) и состоит из подвески 7 с грузами 8, обеспечивающими создание испытательной нагрузки; рычагов 4 и 2; серьги 3; шпинделя 43 и втулки 40, в которой винтом 38 укрепляется оправка с шариком 36. Пружина 42 поджимает втулку 40

вадет влево рычаг 26 и замыкает нормально открытый контакт I КВ микропереключателя 23. Контакты В и Н обеспечивают смену фаз электродвигателя. При реверсивном вращении электродвигателя неподвижно закрепленный на валу редуктора упор 12 поворачивает рычаг 24, который, действуя через пружину 25, заставляет рычаг 26 выйти из крайнего левого положения. При этом размыкается контакт I КВ микропереключателя 23. Контакты Н размыкаются и электродвигатель отключается от сети. Время выдержки образца под полной нагрузкой контролируется с помощью сигнальной лампы 44, включенной через сопротивление 31 (типа ПЭ-50). В момент отрыва ролика 9 от планки 6 большого рычага 4 микропереключатель 5 замыкает цепь понижающего трансформатора. При этом лампа 44 загорается. В момент касания ролика рычага с планкой лампа гаснет.

Винт 27, маховичок 28, подставка 34 и сменный стол 35 служат для подъема и опускания установленного на столе прибора изделия. Условные грузы 8 состоят из набора семи гирь с различной массой, что позволяет прикладывать к шарикку стандартные нагрузки в 3000; 1000; 750; 250 и 187,5 кгс (30000; 10000; 7500; 2500; 1875 Н).

В пп. I—II приложения I указаны приборы для измерения твердости, применяемые в практике, и имеющие аналогичный принцип действия.

5. Приборы ТШ-2 комплектуются микроскопом типа МПБ-2 и наконечниками с шариками разных диаметров: 2,5; 5 и 10 мм.

Б. Прибор ТК-2

6. Прибор ТК-2 предназначается для определения твердости металлов и сплавов по методу вдавливания алмазного конуса или стального шарика в соответствии с ГОСТ 9013—59.

7. Твердость по Роквеллу измеряется в условных единицах. За единицу твердости принята величина, соответствующая осевому перемещению наконечника на 0,002 мм.

Числа твердости по Роквеллу HR выражаются формулами: при измерении по шкалам А и С:

$$HR = 100 - e; \quad (2)$$

при измерении по шкале В:

$$HR = 130 - e. \quad (3)$$

e определяется по формуле

$$e = \frac{h - h_0}{0,002},$$

где h_0 — глубина в мм внедрения наконечника под действием предварительной нагрузки

$$P_0 = 10 \text{ кгс } (\approx 100 \text{ Н});$$

h — глубина в мм внедрения наконечника под действием об-

щей нагрузки P , измеренная после снятия основной нагрузки P_1 , с оставлением предварительной нагрузки P_0 .

8. Общий вид и устройство прибора ТК-2 показаны на рис. 3, 4 и 5.

Прибор имеет следующие механизмы, смонтированные в чугунной литой станине 1 закрытого типа (рис. 4 и 5):

а) рычажное устройство для создания испытательной нагрузки и измерения глубины отпечатка с помощью индикатора 25;

б) привод 3 с электродвигателем переменного однофазного тока напряжением 220 В;

в) шток 30 посредством которого осуществляется приложение и снятие испытательной нагрузки;

г) механизм подъема 2 со сменными столами для установки испытуемого изделия.

В приборе применено рычажное устройство с передаточным отношением 1:24, состоящее из следующих узлов:

а) подвески 28 с грузами 29, обеспечивающей с помощью рычага 27 создание необходимой испытательной нагрузки; серьги 19, соединяющей рычаг 27 с рычагом 23;

б) малого измерительного рычага 23, являющегося ходовувеличителем индикатора 25; юстировочной планки 22;

в) шпинделя 18, на конце которого с помощью винта 13 укрепляется оправка 12 с шариком или алмазным конусом;

г) пружины 17, служащей для создания предварительной нагрузки 10 кгс.

Окончательная подгонка величины предварительной нагрузки производится с помощью грузика 24, установленного на измерительном рычаге.

Пружина 17 во втулке 16 обеспечивает одновременно установку шпинделя относительно конусного гнезда, расположенного в направляющей втулке 15. Конусное направление служит только для предварительной ориентировки положения шпинделя.

При проведении испытания изделие, установленное на столе прибора, упирается в алмазный конус (или шарик) и, сжимая пружину, выводит шпиндель из конусного гнезда. Верхняя часть шпинделя 21 имеет направление в виде плавающей подвески 20.

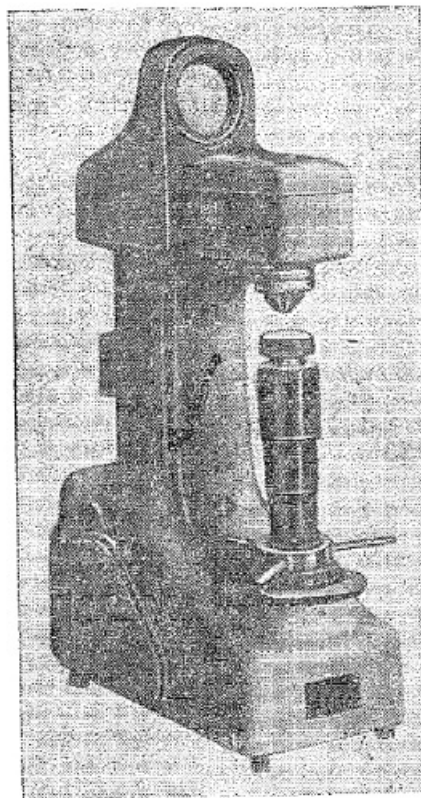


Рис. 3

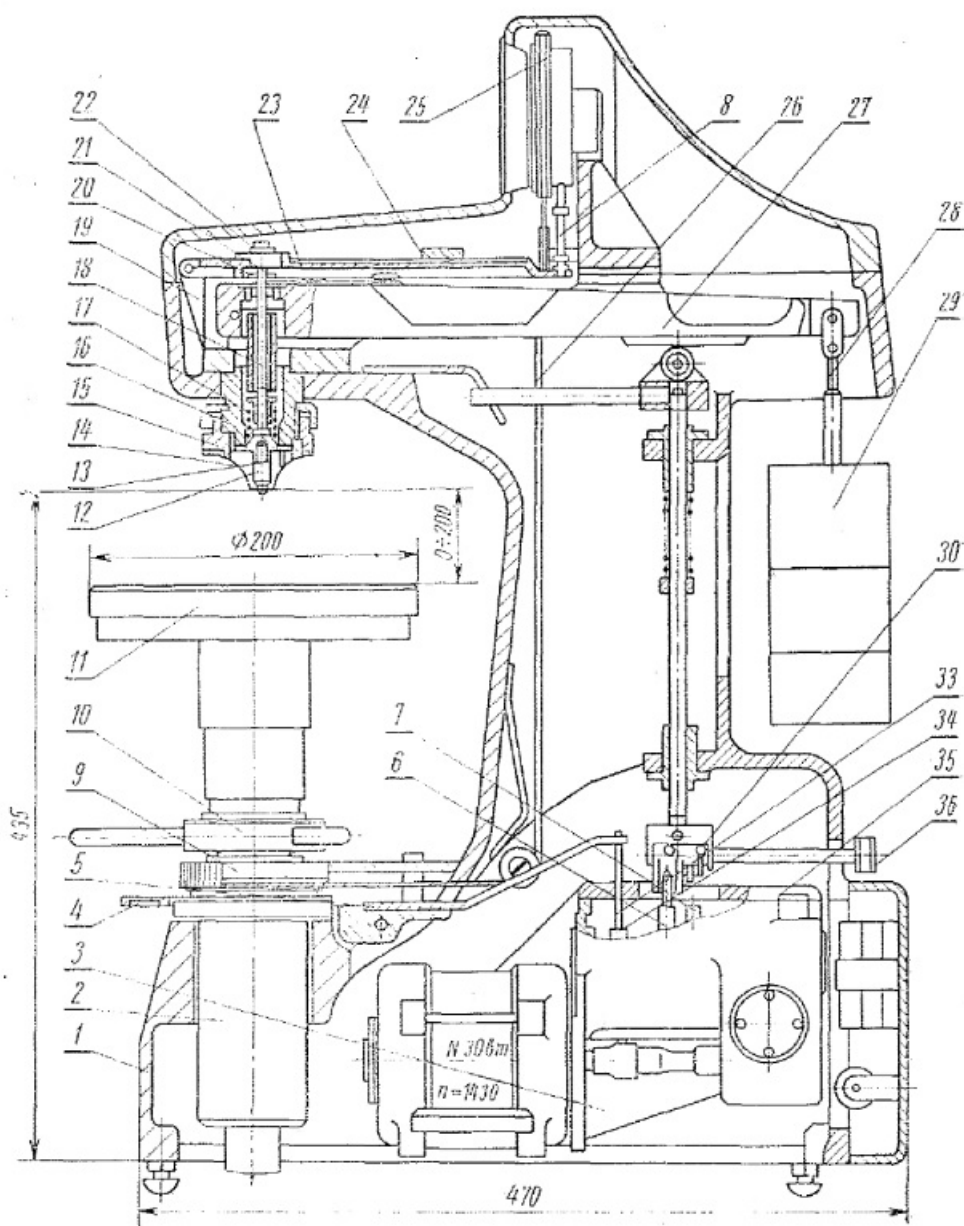


Рис. 4

Таким образом, внедрение алмазного конуса (или шарика) в испытуемое изделие под заданной нагрузкой происходит без трения, если не считать малого трения в призмах механизма нагружения.

Ограничитель 14 позволяет прикладывать предварительную нагрузку без наблюдения за показаниями индикатора. Точная установка индикатора на нуль производится с помощью барабана 9, смонтированного в механизме подъема, тросиком 26, закрепленным на ранте индикатора 8. Весь процесс испытания осуществляется с помощью привода прибора 3, работающего от конденсаторного однофазного электродвигателя типа ДВА-УЗ (220 В). Механизм привода состоит из двухступенчатого червячного редуктора и рабочих кулачков 6 и 7, профиль которых рассчитан на проведение испытания как с нормальной продолжительностью цикла (4 с) при положении рукоятки указателя 36 против буквы Н, так и с ускоренным циклом (2 с) при положении рукоятки указателя против буквы У.

Кулачки включаются с помощью храпового механизма, управление работой которого осуществляется с помощью клавиши 4.

По окончании цикла испытания кулачковый блок автоматически отключается и фиксируется в исходном положении роликом, установленным на фиксаторе, имеющем натяжную пружину.

Электродвигатель прибора работает непрерывно и отключается с помощью тумблера 31 (рис. 5) только при длительных перерывах в работе прибора. При работе электродвигателя включается сигнальная лампа 32. Передача от механизма привода к грузовому рычагу осуществляется с помощью штока 30, который верхней частью удерживает рычаг 27 в исходном положении, а в нижней части его установлена обойма с двумя роликами, смонтированными в поворотной вилке. К одному из рабочих кулачков шток подключается поворотом рукоятки 36, управляющей подключением соответствующего ролика.

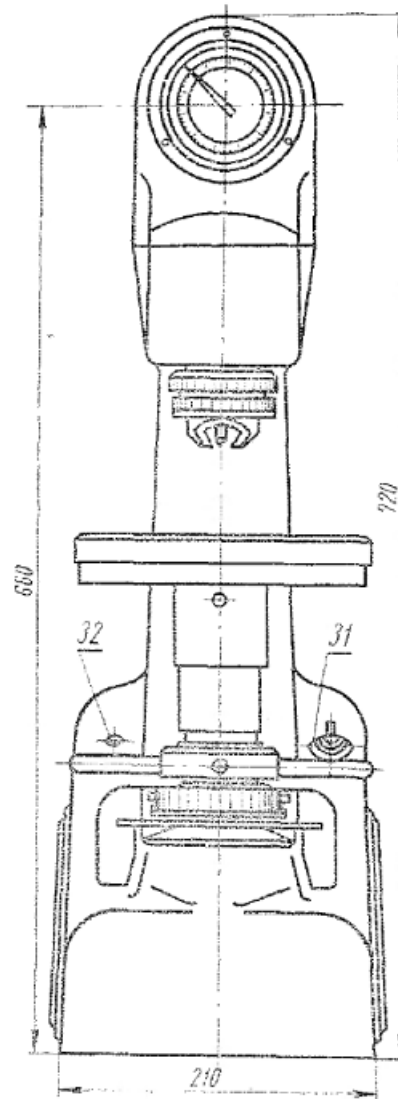


Рис. 5

Механизм подъема стола состоит из винта, маховика 10, направляющей втулки и сменного стола 11 и служит для подъема и опускания испытуемого изделия. Цикл испытания осуществляется следующим образом: нажимая на клавишу 4, удлинителем 5 поднимают защелку 33 и освобождают собачку 34, которая при этом входит в зацепление с храповым колесом 35 кулачкового блока. Кулачковый блок, вращаясь, через поворотную вилку и шток 30 опускает грузовой рычаг 27 вниз, прикладывая тем самым испытательную нагрузку к наконечнику. При повороте кулачкового блока на один оборот шток поднимает грузовой рычаг в первоначальное положение и снимает с наконечника приложенную нагрузку, а собачка 34 упирается своим хвостовиком в защелку и выходит из зацепления с храповым колесом 35.

Числа твердости отсчитываются по шкале индикатора после снятия основной нагрузки.

9. В зависимости от материала испытуемого образца твердость измеряется по шкалам *A*, *B* и *C*.

Твердость по шкалам *A* и *C* измеряется путем вдавливания в испытуемый образец алмазного конуса под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок.

При измерении по шкале *A*:

$$P_0 = 10 \text{ кгс } (\sim 100 \text{ Н});$$

$$P_1 = 50 \text{ кгс } (\sim 500 \text{ Н});$$

$$P = 10 + 50 = 60 \text{ кгс } (\sim 600 \text{ Н}).$$

При измерении по шкале *C*:

$$P_0 = 10 \text{ кгс } (\sim 100 \text{ Н});$$

$$P_1 = 140 \text{ кгс } (\sim 1400 \text{ Н});$$

$$P = 10 + 140 = 150 \text{ кгс } (\sim 1500 \text{ Н}).$$

Твердость по шкале *B* измеряется путем вдавливания в испытуемый образец стального шарика под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок:

$$P_0 = 10 \text{ кгс } (\sim 100 \text{ Н});$$

$$P_1 = 90 \text{ кгс } (\sim 900 \text{ Н});$$

$$P = 10 + 90 = 100 \text{ кгс } (\sim 1000 \text{ Н}).$$

10. Шкала индикатора прибора ТК-2 двойная. Числа твердости по шкалам *A* и *C* читаются по черным цифрам, а по шкале *B* — по красным цифрам.

11. Приборы ТК-2 комплектуются двумя наконечниками: алмазным конусом с углом при вершине 120° и с радиусом закругления 0,2 мм и стальным шариком диаметром 1,588 мм.

В пп. 1—5 приложения 2 указаны приборы для измерения твердости, применяемые в практике, и имеющие принцип действия, аналогичный принципу действия прибора ТК-2.

В. Прибор ТКС-1

12. Прибор ТКС-1 предназначается для определения поверхностной твердости металлов и сплавов по методу вдавливания алмазного конуса или стального шарика под действием двух последовательно приложенных нагрузок (предварительной и общей).

13. Твердость по Супер-Роквеллу измеряют в условных единицах. За единицу твердости принимают величину, соответствующую осевому перемещению наконечника на 0,001 мм. Числа твердости по Супер-Роквеллу HR выражаются формулой.

$$HR = 100 - e' \quad (4)$$

e' определяется по формуле

$$e' = \frac{h - h_0}{0,001} \text{ ,}$$

где h_0 — глубина в мм внедрения наконечника под действием предварительной нагрузки $P_0 = 3 \text{ кгс}$ ($\sim 30 \text{ Н}$);

h — глубина в мм, внедрения наконечника под действием общей нагрузки P , равной 15; 30; 45 кгс (~ 150 ; ~ 300 ; $\sim 450 \text{ Н}$), измеренная после снятия основной нагрузки P , с оставлением предварительной нагрузки P_0 .

14. Общий вид и устройство прибора ТКС-1 показаны на рис. 6, 7 и 8. Прибор имеет следующие механизмы, смонтированные в чугунной литой станине 1 закрытого типа (рис. 7):

а) рычажное устройство для создания испытательной нагрузки и измерения глубины отпечатка с помощью индикатора 22, цена деления которого с учетом передаточного числа механизма ходоувеличителя равна 0,001 мм;

б) привод прибора 3 с электродвигателем переменного однофазного тока напряжением 220 В;

в) шток 28, посредством которого осуществляются приложение и снятие испытательной нагрузки;

г) механизм подъема 2 со сменными столами для испытуемого изделия.

В приборе применено рычажное устройство с передаточным отношением 1:20, расположенное в верхней части станины и состоящее из следующих узлов:



Рис. 6

на измерительном рычаге. Пружина 14 во втулке 13 обеспечивает одновременно установку шпинделя относительно конусного гнезда, расположенного в направляющей втулке 12. Конусное направление служит только для предварительной ориентировки положения шпинделя. При проведении испытания изделие, установленное на столе прибора, упирается в алмазный конус (или шарик) и, сжимая пружину, выводит шпиндель из конусного гнезда. Верхняя часть шпинделя 18 имеет направление в виде плавающей подвески 17. Таким образом, внедрение алмазного конуса (или шарика) в испытуемое изделие под заданной нагрузкой происходит без трения, если не считать малого трения в призмах механизма нагружения. Ограничитель 11 позволяет прикладывать предварительную нагрузку без наблюдения за показанием индикатора. Точная установка индикатора на нуль производится с помощью барабана 6, смонтированного в механизме подъема и тросика 24, закрепленного на ранте 23 индикатора.

Весь процесс испытания образца осуществляется с помощью привода прибора 3, работающего от конденсаторного однофазного двигателя типа ДВА-УЗ (220 В).

Механизм привода состоит из двухступенчатого червячного редуктора и рабочего кулачка 34, профиль которого рассчитан на проведение испытания продолжительностью цикла испытания 5 с. Кулачок включается с помощью храпового механизма, работающего с помощью клавиши 4.

По окончании цикла испытания кулачковый блок автоматически отключается и фиксируется в исходном положении роликом, установленным в фиксаторе, имеющем натяжную пружину.

Электродвигатель прибора работает непрерывно и отключается с помощью тумблера 29 (рис. 8) только при длительных перерывах в работе прибора. При работе электродвигателя включает-

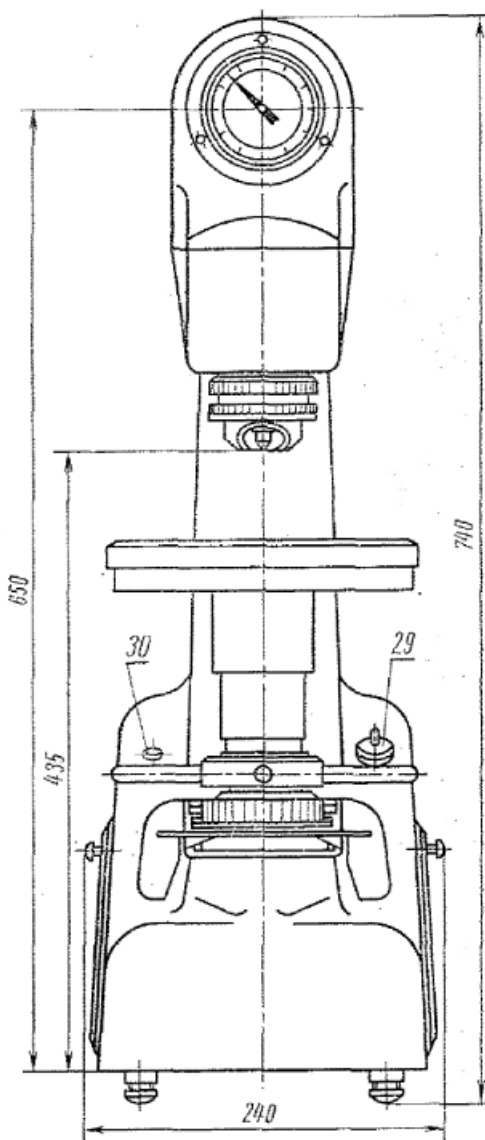


Рис. 8

ся сигнальная лампа 30. Передача от механизма привода к грузовому рычагу осуществляется с помощью штока 28, который верхней частью удерживает рычаг 25 в исходном положении, а нижней частью упирается в толкатель 31, соединенный с кулачком. Механизм подъема стола состоит из винта, маховика 7, направляющей втулки и сменного стола 8 и служит для подъема и опускания испытуемого изделия. Испытание осуществляется следующим образом: нажимая на клавишу 4, удлинителем 5 поднимают защелку 32 и освобождают собачку 33, которая при этом входит в зацепление с храповым колесом 35 кулачкового блока. Кулачковый блок, вращаясь, через толкатель 31 и шток 28 опускает грузовой рычаг 25 вниз, прикладывая тем самым испытательную нагрузку к наконечнику. При повороте кулачкового блока на один оборот шток поднимает грузовой рычаг в первоначальное положение и снимает с наконечника приложенную нагрузку, а собачка 33 упирается своим хвостовиком в защелку и выходит из зацепления с храповым колесом. Числа твердости отсчитываются по шкале индикатора после снятия основной нагрузки.

15. В зависимости от материала испытуемого образца измерение твердости производится по шкалам N и T .

Твердость по шкале N измеряется путем вдавливания в испытуемый образец алмазного конуса под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок.

При измерении по шкале N :

$$P_0 = 3 \text{ кгс } (\sim 30 \text{ Н});$$

$$P_1 = 12 \text{ кгс или } 27 \text{ кгс, или } 42 \text{ кгс } (\sim 120 \text{ Н или } \sim 270 \text{ Н, или } \sim 420 \text{ Н});$$

$$P = 15 \text{ кгс или } 30 \text{ кгс, или } 45 \text{ кгс } (\sim 150 \text{ Н или } 300 \text{ Н, или } \sim 450 \text{ Н}).$$

Твердость по шкале T измеряется путем вдавливания в испытуемый образец стального шарика под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок:

При измерении по шкале T :

$$P_0 = 3 \text{ кгс } (\sim 30 \text{ Н});$$

$$P_1 = 12 \text{ кгс или } 27 \text{ кгс, или } 42 \text{ кгс } (\sim 120 \text{ Н или } \sim 270 \text{ Н, или } \sim 420 \text{ Н});$$

$$P = 15 \text{ кгс или } 30 \text{ кгс, или } 45 \text{ кгс } (\sim 150 \text{ Н или } \sim 300 \text{ Н, или } \sim 450 \text{ Н}).$$

16. Приборы ТКС-1 комплектуются двумя наконечниками:

а) алмазным конусом с углом при вершине 120° и радиусом закругления 0,2 мм, имеющим маркировку N , которая говорит о его принадлежности к прибору Супер-Роквелла;

б) стальным шариком с диаметром $1,588 \pm 0,001$ мм.

В пп. 7 и 8 приложения 2 указаны приборы для измерения твердости, применяемые в практике, и имеющие принцип действия, аналогичный принципу действия прибора ТКС-1.

Г. Прибор ТП-2

17. Прибор ТП-2 предназначается для определения твердости металлов и сплавов по методу вдавливания алмазной пирамиды в соответствии с ГОСТ 2999—59, а также по методу вдавливания стального шарика при малых нагрузках в соответствии с ГОСТ 9012—59.

18. Число твердости по Виккерсу HV определяется путем деления нагрузки на площадь боковой поверхности полученного пирамидального отпечатка и может быть определено по формуле

$$HV = \frac{2P \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2}, \quad (5)$$

где P — нагрузка в кгс;

α — угол между противоположными гранями пирамиды при вершине, равный 136° ;

d — среднее арифметическое значение диагоналей отпечатка после снятия нагрузки в мм.

При выражении числа твердости HV в Международной системе единиц (СИ) целесообразно в формуле (5) P выражать в меганьютонах, а d в метрах.

Число твердости HV определяется по формуле (1).

19. Общий вид и устройство прибора ТП-2 показаны на рис. 9 и 10.

Прибор имеет следующие механизмы, смонтированные внутри литой станины I (рис. 10):

а) рычажное устройство для создания испытательной нагрузки с установленными на нем наконечником, объективом и светоделительным зеркалом проекционной системы;

б) отсчетное устройство с отчетным механизмом, призмой Довэ, ахроматической линзой и двумя зеркалами, служащими для проецирования отпечатка на матовый экран прибора;

в) механизм подъема стола со сменными столами для установки испытуемого изделия;

г) механизм нагружения с электродвигателем переменного однофазного тока на 220 В;

д) механизм поворота головки, служащий для приведения объектива и наконечника в рабочее положение;

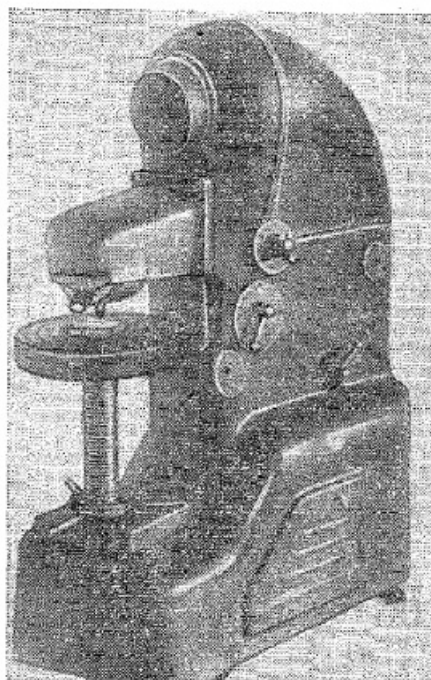


Рис. 9

- а) лампа и патрон от осветителя ОИ-19;
- ж) подвеска с грузами;
- з) панель с электроаппаратурой.

Испытательные нагрузки создаются с помощью рычажной системы, состоящей из основного верхнего рычага 14 с противовесом 15. Рычаг 14 соединен с помощью тяги с вспомогательным нижним рычагом 16. Нагрузка, равная 5 кгс, создается системой рычагов с установленной подвеской для грузов 18. Нагрузки, превышающие эту величину, создаются путем установки на подвеске соответствующего набора сменных грузов.

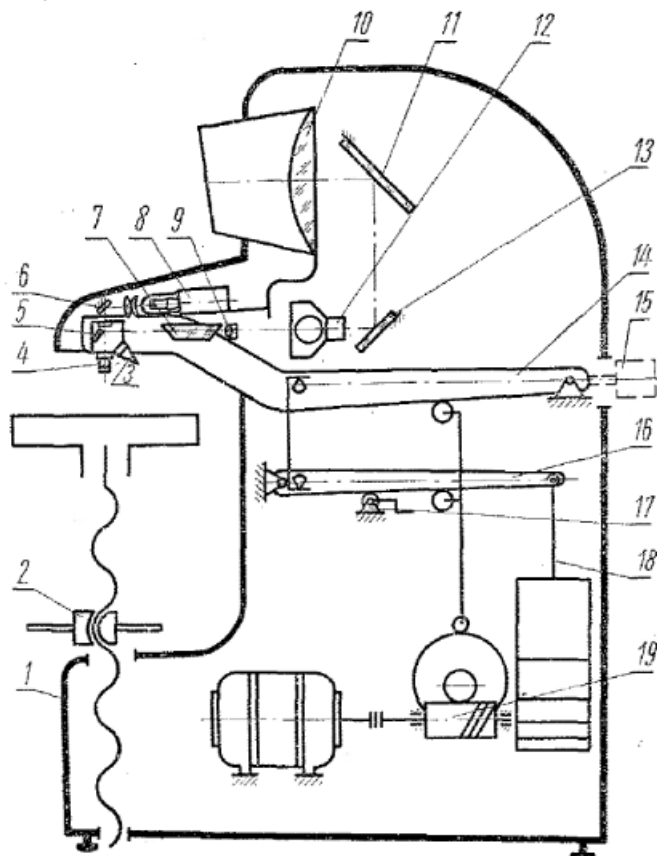


Рис. 10

Основные опоры рычагов выполнены на шарикоподшипниках 17, промежуточные опоры срез, связанных с тягой, — на призмах.

Общее передаточное отношение рычажной системы установлено равным 1:10. Регулировка передаточного отношения при тарировке прибора осуществляется поворотом призмы на нижнем рычаге. В поворотной головке, смонтированной на конце рычага, установлены наконечник 3, объектив 4 и светоделительное зеркало 5. В зависимости от положения головки, с осью подъемного винта совмещается или испытательный наконечник, или объектив.

Оптическая проекционная система прибора, смонтированная на специальном литом кронштейне, работает только в том случае, когда поворотная головка установлена в положение измерения, при котором ось объектива совмещена с осью подъемного винта прибора. На этом кронштейне также установлены поворотный тубус с вмонтированными в него призмой Довэ 7 и ахроматической линзой 9, осветитель 8 и система зеркал, одно из которых (13) регулируется.

При повороте головки в положение измерения автоматически зажигается с помощью микропереключателя лампочки осветителя 8. Луч света от осветителя попадает на зеркало 6, расположенное на рычаге 14, от которого отражается через объектив на участок поверхности испытуемого изделия с нанесенным на нем отпечатком от вдавливания алмазной пирамиды или стального шарика.

Изображение освещенного отпечатка проецируется через объектив, светоделительное зеркало 5, призму Довэ 7, ахроматическую линзу 9, окуляр-микрометр 12, регулируемое зеркало 13 и зеркало 11 на матовую поверхность экрана 10.

Одновременно с отпечатком на экран проецируется также измерительная шкала и подвижные штрихи окуляр-микрометра. Призма Довэ 7 служит для поворота изображения отпечатка на экране на 90°, что необходимо для измерения второй диагонали.

Механизм привода установлен внутри станины прибора и управляет работой рычажной системы. Он обеспечивает плавное приложение нагрузки, выдержку образца под полной нагрузкой и снятие нагрузки. Электродвигатель привода работает периодически. Передача вращения на выходной валик кулачкового привода производится с помощью червячного редуктора 19, связанного через упругую муфту с электродвигателем.

Включение профильного кулачка в работу осуществляется нажатием на клавишу под маховичком 2, которая освобождает собачку храпового механизма. Собачка входит в зацепление с храповиком и передает вращение кулачковому валу.

При своем движении собачка встречает препятствие в виде дополнительного упора, срабатывающего от плунжера гидравлического регулятора времени. Упор задерживает собачку на определенное время, продолжительность которого можно регулировать путем увеличения или уменьшения сечения канала для прохода масла в регуляторе. Скорость приложения и время выдержки под нагрузкой может быть плавно изменено оператором в пределах 10—60 с.

О продолжительности выдержки под полной нагрузкой можно судить по зажиганию лампочки, установленной на корпусе прибора и включающейся от рычажной системы.

20. В зависимости от материала и термической обработки, а также размеров образца, измерение твердости на приборе ТП-2 производится при нагрузках: 5 кгс; 10 кгс; 15,6 кгс; 20 кгс; 30 кгс; 50 кгс; 62,5 кгс и 100 кгс (~ 50 Н; ~ 100 Н; ~ 156 Н; ~ 200 Н;

300 Н; ~500 Н; ~625 Н и ~1000Н).

21. Приборы ТП-2 комплектуются:

1) двумя объективами ОС-40 с увеличением $10\times$ при наибольшем общем увеличении $125\times$ и с увеличением $4\times$ при общем увеличении $50\times$;

2) двумя наконечниками: алмазной пирамидой с углом при вершине 136° и стальными шариками с диаметром 2,5 и 5 мм.

В пп. 1—4 приложения 3 указаны применяемые в практике приборы для измерения твердости, имеющие аналогичный прибору ТП-2 принцип действия.

Д. Прибор УПТ-1

22. Универсальный прибор УПТ-1 предназначается для определения твердости металлов и сплавов по методам Бринелля, Роквелла и Виккерса.

Схема прибора УПТ-1 показана на рис. 11. Нагружающий механизм состоит из рычажной системы и сменных грузов, расположенных в корпусе прибора.

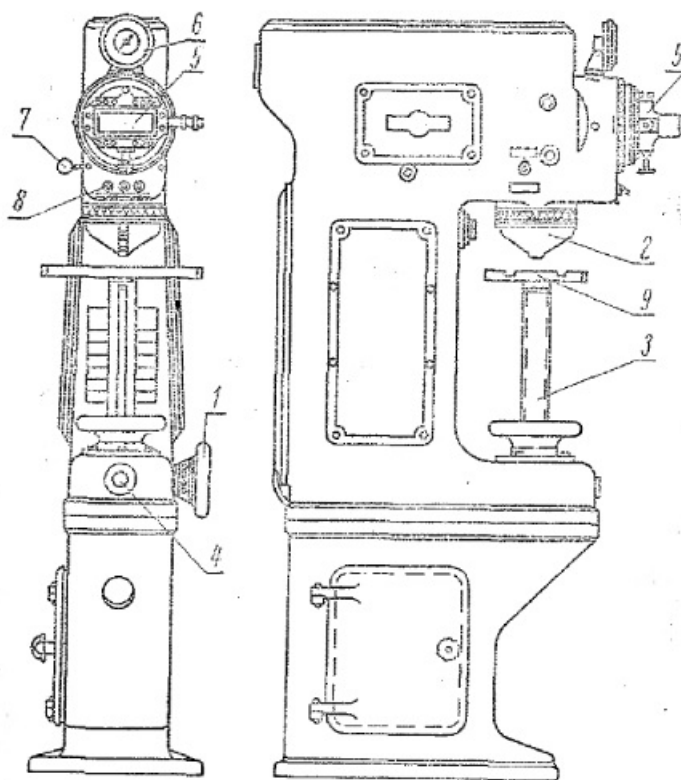


Рис. 11

Основной грузовой неравноплечный рычаг второго рода, имеющий соотношение плеч 1:13, установлен на шарикоподшипниках. Нагрузка на шпиндель также передается через шарикопод-

шпиники. Рычаг, создающий предварительную нагрузку, передает ее шпинделю посредством опорного винта, который установлен на рычаге так, чтобы соотношение плеч от упора к винту и индикатору составляло 1:5. Предварительная нагрузка создается весом рычага и шпинделя. Управление автоматически работающими механизмами нагружения, выдерживания и снятия нагрузки, а также смена наконечника и объектива производятся нажатием на пусковую кнопку 4.

Наличие конечных выключателей у рычажной системы делает ненужным масляный амортизатор. Шпиндель прибора представляет собой полый цилиндр с вмонтированной в нем оправой с линзами. На оправе сверху укреплена коробка с трехгранной призмой для проектирования отпечатка на экран. Микрометрическая головка 5, посредством которой измеряется диаметр или диагональ отпечатка, может поворачиваться на любой угол для быстрого подвода шторок к краям отпечатка. Числа твердости по Роквеллу отсчитываются обычным путем по индикатору 6, установленному на корпусе прибора. Твердость на приборе УПТ-1 определяется следующим образом.

С помощью маховичка 1 устанавливают необходимую нагрузку. В шпиндель, находящийся в колпаке 2, вставляют соответствующий наконечник и подъемным винтом 3 поднимают испытуемый образец на столике 9 к колпаку 2. Прибор приводится в действие пусковой кнопкой 4, при этом шпиндель с вставленным в него наконечником поворачивается и занимает рабочее положение. Наконечник под действием прилагаемой нагрузки внедряется в испытуемый образец. Затем зажигается световой сигнал 8. По истечении заданного времени нагрузка автоматически снимается, шпиндель поворачивается в исходное положение, а его место занимает объектив микроскопа, если определение твердости проводилось по методу Бринелля или Виккерса.

23. Цена деления микрометра микрометрической головки 5 при увеличении $150\times$ равна 0,33 мкм, при увеличении $50\times$ — 1 мкм и при увеличении $25\times$ — 2 мкм.

Индикатор прибора 6 имеет цену деления, соответствующую перемещению наконечника на 0,002 мм.

24. Твердость на приборе УПТ-1 измеряется при нагрузках:

а) по шкале НВ — 15,6 кгс; 62,5 кгс; 187,5 кгс (~ 156 Н, ~ 625 Н, ~ 1875 Н);

б) по шкале НВ — 5 кгс; 10 кгс; 30 кгс; 50 кгс; 100 кгс (~ 50 Н; ~ 100 Н; ~ 300 Н; ~ 500 Н и ~ 1000 Н);

в) по шкале НРС — 150 кгс и предварительной — 10 кгс (~ 1500 Н и ~ 100 Н);

г) по шкале НРВ — 100 кгс и предварительной — 10 кгс (~ 1000 Н и ~ 100 Н).

25. Приборы УПТ-1 комплектуются наконечниками;

а) стальными шариками диаметром 2,5 и 5 мм;

б) алмазной пирамидой с углом 136° ;

- в) алмазным конусом с углом 120° ;
- г) стальным шариком диаметром 1,588 мм.

В приложении 4 указаны применяемые в практике универсальные приборы для измерения твердости, принцип действия которых аналогичен прибору УПТ-1.

Е. Прибор ТШП-1

26. Прибор ТШП-1 является переносным и предназначается для измерения твердости крупных металлических деталей и заготовок по методу Бринелля в соответствии с ГОСТ 9012—59 и 9030—64, как на наружных с размером до 145 мм, так и на внутренних поверхностях с размером не менее 490 мм, шариком диаметром 5 мм при нагрузке 750 кгс и 250 кгс (~ 7500 Н и ~ 2500 Н) и шариком диаметром 2,5 мм при нагрузке 187,5 кгс (~ 1875 Н).

27. Числа твердости по Бринеллю (НВ) определяются по формуле (1).

28. Общий вид и устройство прибора ТШП-1 показаны на рис. 12 и 13. Основной частью прибора является упругая скоба 1 (рис. 13).

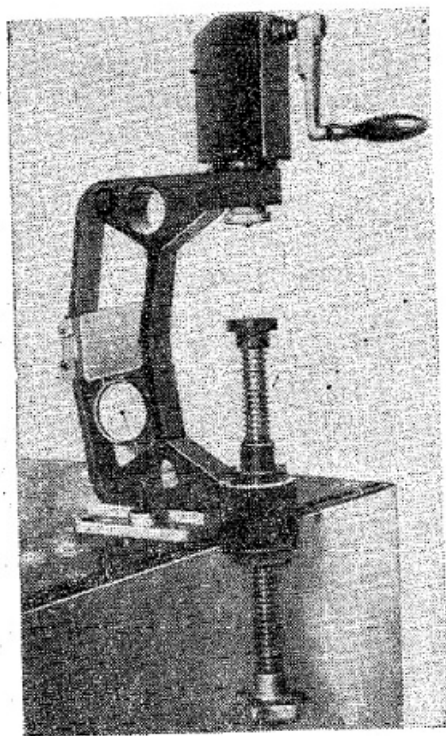


Рис. 12

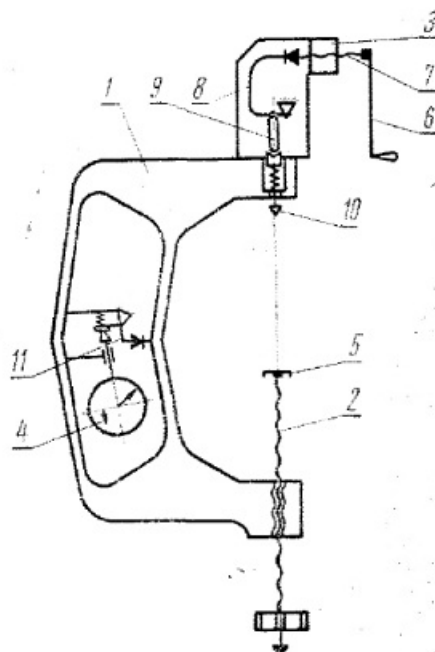


Рис. 13

На одном конце скобы находится зажимной винт 2, помещенный в гайку, втулка которой при помощи четырех винтов позво-

ляет регулировать величину несоосности между винтом и шариком, а на другом конце — головка 3 с механизмом нагружения. На скобе крепится рычаг 11 с индикатором 4. При измерении твердости на наружных поверхностях изделие зажимается между столиком 5 (призматическим или плоским), укрепленном на зажимном винте 2, и шариком 10 с усилием, соответствующим 15—17 делениям индикатора 4, чем обеспечивается надежное предварительное закрепление прибора на испытуемом изделии. Нагрузка, при которой производится испытание, создается деформированием упругой скобы 1 посредством вращения рукоятки 6, укрепленной на винте 7. Винт 7 поворачивает рычаг 8 относительно неподвижной опорной призмы и через призму 9 вдавлиывает шарик 10 в поверхность испытуемого изделия. Деформация упругой скобы пропорциональна силе и измеряется с помощью индикатора 4 через неравноплечный рычаг 11. Для измерения твердости больших изделий, а также для измерения твердости на внутренних поверхностях, нагружающая головка устанавливается так, чтобы винт 2 со столиком 5 был в верхнем положении. Так как условия работы скобы меняются в зависимости от установки силовой головки, то в паспорте прибора указывается два значения показаний по шкале индикатора, соответствующие нагрузкам 750 кгс; 250 кгс и 187,5 кгс (~ 7500 Н; ~ 2500 Н и ~ 1875 Н).

29. Приборы комплектуются измерительным микроскопом типа МПБ с увеличением $24\times$ и наконечниками с шариками диаметром 2,5 и 5 мм.

Ж. Прибор ТШП-2

30. Прибор ТШП-2 является переносным и предназначается для измерения твердости крупных металлических изделий по методу Бринелля в соответствии с ГОСТ 9012—59 и 9030—64 стальным закаленным шариком диаметром 5 мм при нагрузке 750 кгс (~ 7500 Н) и диаметром 10 мм при нагрузках 1000 кгс и 3000 кгс (~ 10000 Н и ~ 30000 Н) непосредственно в цеховых и складских помещениях.

31. Числа твердости по Бринеллю (НВ) определяются формулой (1).

32. Общий вид (с тарировочным приспособлением) и устройство прибора ТШП-2 показаны на рис. 14 и 15. Основной частью прибора является силовая головка с узлом измерения нагрузок и приспособлением для крепления ее к деталям. Нагружающий винт с втулкой 3 (рис. 15) жестко соединен одним концом с упругой скобой 5.

К упругой скобе соосно с винтом крепятся шариковые наконечники 7. Рукояткой 2 через червячную пару 1 (червячное колесо насажено на втулку 3) вращение передается втулке 3, не имеющей вертикального перемещения. При вращении втулки нагружающий винт 4 получает вертикальное перемещение. Нагруз-

ка, передаваемая на испытуемое изделие, определяется по деформации упругой скобы 5, находящейся между винтом и наконечником. Деформация упругой скобы пропорциональна силе и измеряется индикатором через неравноплечный ходоувеличительный рычаг 6.

В паспорте прибора даны значения показаний индикатора при нагрузках 750 кгс; 1000 кгс и 3000 кгс (~ 7500 Н; ~ 10000 Н и ~ 30000 Н).

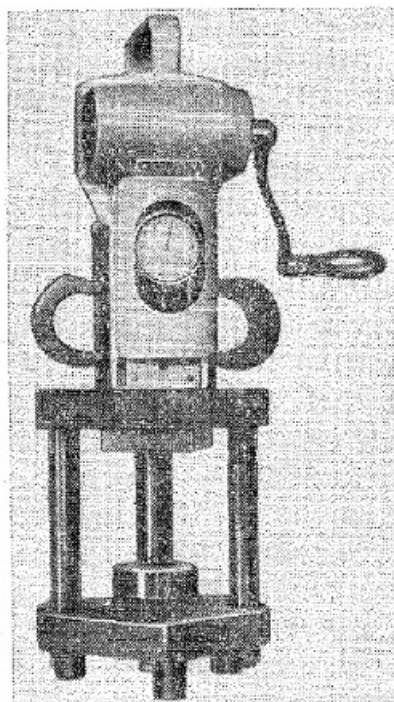


Рис. 14

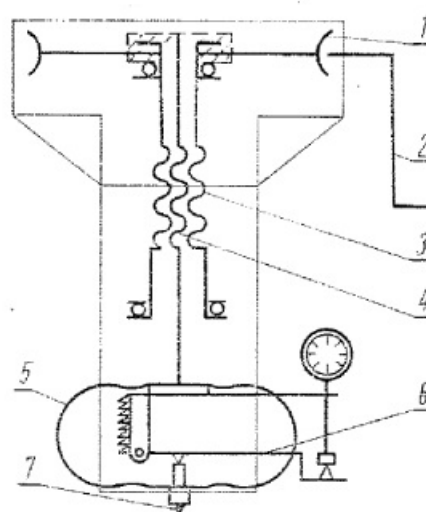


Рис. 15

33. Прибор комплектуется измерительным микроскопом МПБ с увеличением $24\times$ и наконечниками с шариками диаметром 5 и 10 мм.

3. Прибор ТКП-1

34. Прибор ТКП-1 переносного типа предназначен для измерения твердости различных деталей по методу вдавливания алмазного конуса или стального шарика диаметром 1,588 мм в соответствии с ГОСТ 9013—59 и ГОСТ 9030—64.

35. Числа твердости по Роквеллу (HR) определяются по формулам (2) и (3).

36. Общий вид и устройство испытательной головки прибора ТКП-1 показаны на рис. 16.

Основной частью прибора является испытательная головка со

сменными стаканами на нагрузки 60 кгс; 100 кгс и 150 кгс (~ 600 Н; ~ 1000 Н и ~ 1500 Н). Испытательная головка состоит из четырех частей: корпуса 4 с кулачковым валиком 3, при помощи которого прикладываются и снимаются нагрузки; шпинделя с укрепленным в нем алмазным наконечником 1; пружины предварительной нагрузки и винта для ее регулировки; рукоятки 7, поворотом которой прикладываются предварительная и основная нагрузки.

Глубина внедрения наконечника 1 в деталь, твердость которой определяется, измеряется при помощи индикатора 6. После приложения предварительной нагрузки, вращением гайки 5 большая стрелка индикатора 6 устанавливается на нуль, а малая стрелка индикатора на точку. Отсчет глубины внедрения наконечника производится после приложения и снятия основной нагрузки. Чехол 2 предохраняет индикатор от повреждений.

37. Прибор комплектуется алмазным конусным наконечником, твердосплавными конусными наконечниками, стальным шариком диаметром 1,588 мм и малой струбциной для закрепления испытательной головки на деталях.

И. Прибор ТПП-10

38. Прибор ТПП-10 переносного типа, предназначается для измерения твердости по методу вдавливания алмазной пирамиды в соответствии с ГОСТ 2999—59 и ГОСТ 9030—64.

39. Числа твердости по Виккерсу (HV) определяются по формуле (5).

40. Общий вид прибора ТПП-10 и его крепление на изделии показаны на рис. 17. Принципиальная схема прибора показана на рис. 18.

Основные части прибора: испытательная головка, основание, упругая скоба, натяжной механизм и соединительный шнур.

Испытательная головка прибора смонтирована в чугунном корпусе 1. Тубус микроскопа перемещается внутри корпуса с помощью червячной передачи 2. В верхней части тубуса устанавливается оптическая измерительная головка 6, с помощью которой измеряется полученный при испытании отпечаток. В нижней части тубуса установлен осветитель 7 и внутри тубуса — полупрозрачное зеркало. К нижнему фланцу тубуса прикрепляется упругая скоба 5 с измерительным рычагом 4, индикатором 3 и устрой-

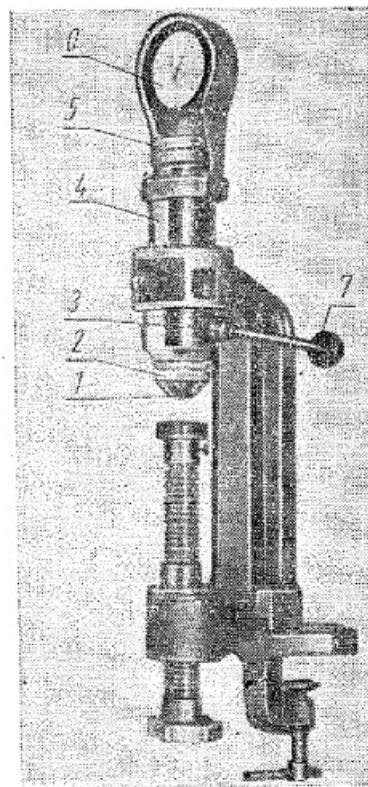


Рис. 16

ством для поворота вилки 11 с испытательным наконечником 12.

Внутри испытательной головки размещены две батареи 8, питающие лампочку осветителя, и тумблер. Питание лампочки может осуществляться и от сети через трансформатор. Конструкция испытательной головки позволяет использовать ее с различными приспособлениями в зависимости от формы и размера испытуемых изделий.

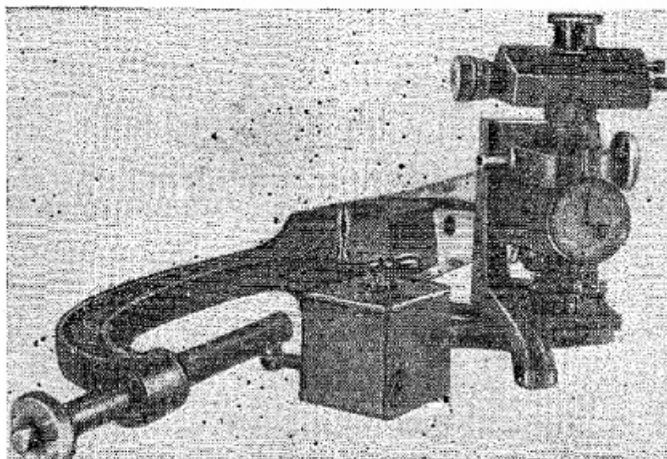


Рис. 17

41. Прибор комплектуется алмазным пирамидальным наконечником и двумя приспособлениями для закрепления испытательной головки на изделиях.

К. Установка приборов

42. Приборы для измерения твердости настольного типа размещаются на специальных столах высотой 600—700 мм. Поверхность опорных столов должна быть горизонтальной, а ось шпинделя прибора перпендикулярна к поверхности стола.

43. Место установки прибора должно быть защищено от возможных вибраций, передаваемых через стены и пол здания.

44. Для поддержания приборов в исправном состоянии необходимо предохранять их от пыли и появления коррозии.

45. В помещении, где установлены приборы, должна поддерживаться температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

46. Приборы для измерения твердости переносного типа крепятся на изделиях с помощью специальных приспособлений.

Способ крепления прибора на изделии должен обеспечивать перпендикулярность оси шпинделя прибора к поверхности изделия.

II. ОПЕРАЦИИ, ПРОВОДИМЫЕ ПРИ ПОВЕРКЕ, И ПРИМЕНЯЕМЫЕ СРЕДСТВА

47. Операции, проводимые при поверке приборов для измерения твердости, и средства поверки указаны в таблице.

III. ПОВЕРКА

48. Перед началом поверки необходимо убедиться, что прибор твердости установлен в соответствии с требованиями пп. 42—46; что на приборе обозначены его тип, наименование (марка) заво-

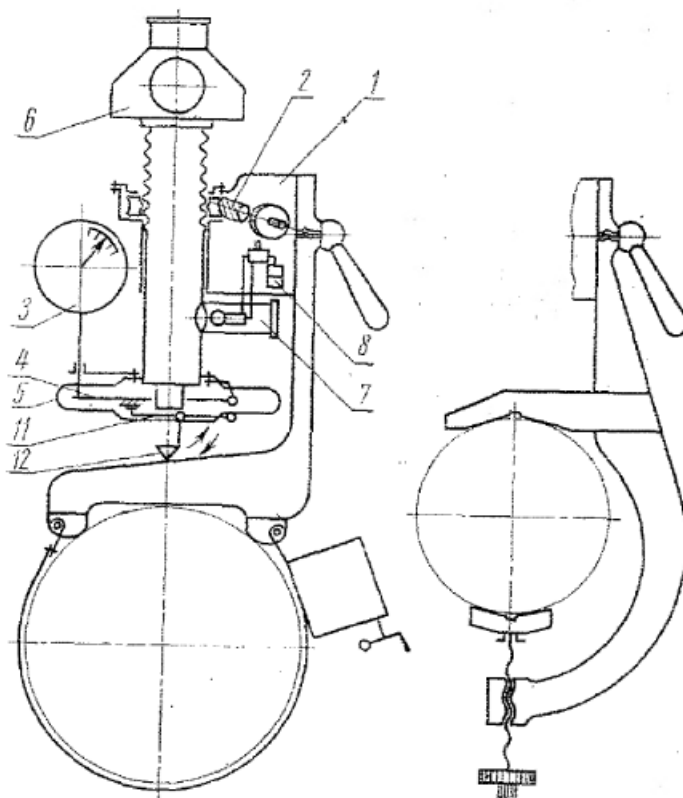


Рис. 18

да-изготовителя, номер и год выпуска. К приборам, вышедшим из ремонта, должна быть приложена справка ремонтной организации о том, что вес условных грузов не изменен.

49. При отсутствии полного комплекта средств измерения для поэлементной поверки приборов ТШ, стационарных и переносных, находящихся в эксплуатации, допускается поверять эти приборы только по образцовым мерам твердости.

50. Операция — внешний осмотр прибора и проверка взаимодействия узлов и механизмов.

а) Требования

№ п/п	Операции, проводимые при поверке	Номер пункта инструкции	Средства поверки	Техническая характеристика средств поверки	Виды поверки		
					при выпуске из производства	после ремонта	находящиеся в эксплуатации
1	Внешний осмотр прибора и проверка взаимодействия узлов и механизмов	50	—	—	+	+	+
2	Определение диаметра шариков к приборам ТШ-2	51	Оптиметр горизонтальный типа ИКГ	Погрешность измерения не более $\pm 0,7$ мкм	+	+	+
3	Определение чистоты поверхности шариков к приборам ТШ-2	52	Образцы чистоты поверхности Луна	Металлические образцы в виде пластин, обработанных по классам чистоты 11, 12, 13 Увеличение 5х	+	+	+
4	Определение погрешности нагрузок на приборе ТШ-2	53	Образцовый динамометр 3-го разряда	Сжатие до 3000 кгс с вариацией показаний не более 0,5 %	+	+	+
5	Поверка измерительного микроскопа или лупы к прибору ТШ-2	54	Образцовая шкала 2-го разряда	Погрешность измерения не более $\pm 0,5$ мкм	+	+	+
6	Поверка прибора ТШ-2 по образцовым мерам твердости МТБ	55	Образцовые меры твердости 2-го разряда	Разброс значений твердости на рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031—63	+	—	—
7	Поверка прибора ТК-2 по образцовым мерам твердости МТР	56	Образцовые меры твердости 2-го разряда	Разброс значений твердости на рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031—63	+	+	+

Продолжение

№ п.п.	Операции, проводимые при поверке	Номер пункта в инструкции	Средства поверки	Техническая характеристика средств поверки	Виды поверки		
					при выпуске из производства	после ремонта	находящиеся в эксплуатации
8	Определение погрешности нагрузок на приборе ТК-2	57	Специальный образцовый динамометр ДЮ-0,15 (рычажного типа)	Погрешность измерения не более $\pm 0,2\%$ от погрешности нагрузки	+	-	-
9	Поверка индикаторов приборов ТК-2 и ТКС-1. (Инструкция 141—55 и 142—63)	58	Специальный микрометр или набор концевых мер 4-го разряда	Наибольшая погрешность специального микрометра ± 2 мкм Наибольшая погрешность концевых мер 4-го разряда $\pm 0,4$ мкм	+	-	-
10	Поверка алмазного конуса и стального шарика (Инструкция 240—64)	59	Инструментальный или универсальный микроскоп с угломерной окулярной головкой Микропроектор Микроинтерферометр Прибор для измерения твердости по Роквеллу Комплект образцовых мер твердости 2-го разряда Оптиметр горизонтальный Лупа	Увеличение не менее 50х. Цена деления угломерной окулярной головки 1' Увеличение не менее 300х Тип МИИ-4 или МИИ-5 Прибор типа ТК, юстированный по образцовым мерам твердости 1-го разряда По ГОСТ 9031—63 Тип ИКГ Погрешность измерения не более $\pm 0,7$ мкм Увеличение 5х	+	-	-

Продолжение

№ п/п	Операции, проводимые при поверке	Номер пункта инструкции	Средства поверки	Техническая характеристика средств поверки	Виды поверки		
					при выпуске из производства	после ремонта	находясь в эксплуатации
11	Поверка прибора ТКС-1 по образцовым мерам твердости МТСР	60	Образцовые меры твердости МТСР 2-го разряда	Разброс значений твердости на рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031-63	+	+	+
12	Определение погрешности нагрузок, поверка индикатора, алмазного конуса и стального шарика на приборе ТКС-1	61	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	+	-	-
13	Поверка прибора ТП-2 по образцовым мерам твердости МТВ	62	Образцовые меры твердости МТВ 2-го разряда	Разброс значений твердости по рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031-63	+	+	+
14	Определение погрешности нагрузок на приборе ТП-2	63	Образцовый динамометр 3-го разряда	Образцовый динамометр 3-го разряда на сжатие до 100 кгс с вариацией показаний не более 0,5 %	+	-	-
15	Поверка измерительного устройства (микроскопа) к прибору ТП-2	64	Образцовая шкала 2-го разряда	Погрешность измерения не более $\pm 0,5$ мкм	+	-	-
16	Поверка алмазной пирамиды и стального шарика. (Инструкция 240-64)	65	Инструментальный или универсальный микроскоп с угломерной окулярной головкой Микропроектор Микроинтерферометр	Увеличение не менее 50х. Цена деления угломерной окулярной головки 1' Увеличение не менее 300х Тип МИИ-4 или МИИ-5	+	-	-

Продолжение

№ п/п	Операции, проводимые при поверке	Номер пункта инструкции	Средства поверки	Техническая характеристика средств поверки	Виды поверки			
					при выпуске из производства	после ремонта	находящиеся в эксплуатации	
17	Поверка прибора УПТ-1 по образцовым мерам твердости МТВ, МТВ и МТР	66	Прибор для измерения твердости по Виккерсу Комплект образцовых мер твердости 2-го разряда Оптиметр горизонтальный Лула Образцовые меры твердости 2-го разряда См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы	Прибор типа ТП, юстированный по образцовым мерам 1-го разряда По ГОСТ 9031-63 Тип ИКГ. Погрешность измерения не более $\pm 0,7 \mu\text{м}$ Увеличение 5x Разброс значений твердости на рабочих поверхностях меры не более указанного в ГОСТ 9031-63 См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы	+	+	+	
18	Определение диаметров шариков, чистоты их поверхности, погрешности нагрузок и поверка измерительного микроскопа на приборе УПТ-1	67	См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы			+	+	-
19	Поверка прибора УПТ-1 по шкале Виккерса	68	См. п. 13 таблицы См. пп. 14, 15 и 16 таблицы	См. п. 13 таблицы См. пп. 14, 15 и 16 таблицы	См. п. 13 таблицы См. пп. 14, 15 и 16 таблицы	++	+	+
20	Поверка прибора УПТ-1 по шкале Роквелла	69	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	+	-	-

Продолжение

№ п. п.	Операции, проводимые при поверке	Номер пункта инструкции	Средства поверки	Техническая характеристика средств поверки	Виды поверки		
					при выдуске из производства	после ремонта	находящиеся в эксплуатации
21	Поверка прибора ТШП-1 по образцовым мерам твердости МТБ	70	Образцовые меры твердости 2-го разряда	Разброс значений твердости на рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031-63	+	+	+
22	Определение диаметров шариков, чистоты их поверхности, погрешности нагрузок и поверка измерительной луны на приборе ТШП-1	71	См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы	См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы	+	-	-
23	Поверка прибора ТШП-2 по образцовым мерам твердости МТБ	72	Образцовые меры твердости 2-го разряда	Разброс значений твердости на рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031-63	+	+	+
24	Определение диаметров шариков, чистоты их поверхности, погрешности нагрузок и поверка измерительной луны на приборе ТШП-2	73	См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы	См. пп. 2, 3, 4 и 5 таблицы	+	-	-
25	Поверка прибора ТКП-1 по образцовым мерам твердости МТР	74	Образцовые меры твердости 2-го разряда	Разброс значений твердости на рабочей поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031-63	+	+	+

Продолжение

№ п/п	Операции, проводимые при поверке	Номер пункта в инструкции	Средства поверки	Техническая характеристика средств поверки	Виды поверки		
					при выпуске из производства	после ремонта	находящиеся в эксплуатации
26	Определение погрешности нагрузок, поверка измерительного индикатора, алмазного конуса и стального шарика на приборе ТКП-1	75	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	См. пп. 8, 9 и 10 таблицы	+	-	-
27	Поверка прибора ТПП-10 по образцовым мерам твердости МТВ	76	Образцовые меры твердости 2-го разряда	Разброс значений твердости на поверхности меры не более указанного в ГОСТ 9031-63	+	+	+
28	Определение погрешности нагрузок, поверка измерительного устройства (микроскопа), алмазной пирамиды на приборе ТПП-10	77	См. пп. 14, 15 и 16 таблицы	См. пп. 14, 15 и 16 таблицы	+	-	-

Все части прибора, а также принадлежности к нему, не должны иметь коррозии, царапин и других механических повреждений, ухудшающих работу прибора.

Прибор должен быть чистым, не запыленным. Особое внимание необходимо обратить на чистоту поверхности опорного столика у приборов типов ТК и ТКС.

Рычаги, подъемный винт, привод, механизмы управления и показывающие приборы должны быть исправны и смазаны. Не допускается густая и обильная смазка подъемного винта. Поверхность столика должна быть слегка смазана безкислотным вазелином.

Нагрузка должна прилагаться плавно, без рывков и затирааний, но в то же время не должно быть никаких качаний и люфтов.

б) Метод поверки

Внешний вид прибора проверяется осмотром. Взаимодействие отдельных узлов и механизмов проверяется при нанесении отпечатков на любых образцах.

А. Поверка приборов ТШ-2

51. Операция — определение диаметра шариков

а) Требования

Допускаемые отклонения от номинальных диаметров шариков для приборов ТШ по ГОСТ 3722—60 для класса В не должны превышать:

при диаметре 2,5 мм	$\pm 0,0025$ мм
при диаметре 5 мм	$\pm 0,0050$ мм
при диаметре 10 мм	$\pm 0,010$ мм

б) Метод поверки

Диаметр шарика измеряется на горизонтальном оптиметре типа ИКГ в четырех сечениях через 45° .

52. Операция — определение чистоты поверхности шариков

а) Требования

Шероховатость поверхности шариков должна быть не ниже 12-го класса чистоты поверхности по ГОСТ 2789—59. Не допускаются поверхностные дефекты, видимые с помощью лупы при увеличении $5\times$ (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

Шероховатость поверхности шариков определяется визуально по образцам чистоты поверхности или при помощи микроинтерферометра МИИ-4 в случае возникновения разногласий.

Поверхностные дефекты шарика устанавливаются с помощью лупы с увеличением $5\times$.

53. Операция — определение погрешности нагрузок.

а) Требования

Погрешность нагрузок не должна превышать $\pm 1\%$ от поверяемой нагрузки.

Вариация показаний нагрузок не должна превышать 1% от среднего показания нагрузки (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

Определение погрешности нагрузки осуществляется с помощью образцового динамометра на сжатие 3-го разряда. Динамометр устанавливают на опорный столик подъемного винта, поджимают до отказа к шпинделю, из которого вынут шариковый наконечник, и троекратно обжимают до максимальной нагрузки. После обжатия проверяют возвращение стрелки динамометра на 0 (допустимое невозвращение равно половине наименьшего деления шкалы индикатора динамометра). После этого поверяют рабочие нагрузки прибора. Каждая нагрузка поверяется три раза и рассчитывается среднее арифметическое из трех измерений.

Вариацию нагрузок определяют как разность между наибольшим и наименьшим показаниями динамометра при поверке.

Отсчет с индикатора динамометра снимают в момент приложения полной нагрузки. Погрешность нагрузки определяют как разность между показаниями индикатора, полученными на поверяемом приборе и показаниями, указанными в свидетельстве динамометра, которым поверяется прибор.

54. Операция — поверка измерительного микроскопа или лупы.

а) Требования

Погрешность измерительных устройств не должна превышать $\pm 0,01$ мм на одно наименьшее деление шкалы и $\pm 0,02$ мм на всю длину шкалы. Цена наименьшего деления — не более 0,05 мм. Поле зрения — не менее 6,5 мм (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

На предметный столик прибора устанавливают образцовую шкалу 2-го разряда так, чтобы в поле зрения микроскопа или лупы расположилось наибольшее число делений.

Цену деления микроскопа или лупы определяют путем измерения трех интервалов образцовой шкалы 2-го разряда, причем каждый интервал измеряют пять раз. Каждое из пяти измерений интервала включает в себя шесть совмещений штриха в окуляре с первым штрихом и шесть совмещений с последним штрихом измеряемого интервала на образцовой шкале. По разности отсчетов судят о числе делений на шкале измерительного устройства, заключенных между первым и последним штрихами измеряемого интервала образцовой шкалы, и рассчитывают цену деления шкалы измерительного устройства. Среднее из трех значений, полученных при поверке по трем интервалам образцовой шкалы, и будет ценой деления шкалы измерительного устройства.

Подобные измерения позволяют также установить погрешность измерительного устройства по всей длине шкалы.

55. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТБ.

а) Требования

Отклонение среднего значения числа твердости, полученного

на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать $\pm 4\%$ от числа твердости для меры с твердостью НВ 10/3000/10—200; $\pm 5\%$ от меры с твердостью НВ 10/1000/30—100 и для меры с твердостью НВ 2,5/15,6/60—30 (ГОСТ 7038—63 и ГОСТ 9031—63).

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать 4 и 5% от средней твердости меры соответственно. Разность между диаметрами одного отпечатка не должна превышать 2% от меньшего из них (ГОСТ 9012—59).

б) Метод поверки

Правильность показаний прибора поверяется по комплекту мер МТБ, в который входит две или три меры в зависимости от нагрузок на поверяемом приборе.

При поверке на каждой образцовой мере делают не менее трех измерений твердости в различных участках рабочей поверхности ее. Полученные отпечатки измеряют в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Разность между значением среднего арифметического из результатов трех измерений и твердостью меры и будет погрешностью поверяемого прибора.

Вариация показаний прибора определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями твердости, полученными при нанесении трех отпечатков в непосредственной близости один от другого (расстояние между центрами двух соседних отпечатков не менее $4d$ по ГОСТ 9012—59).

Б. Поверка прибора ТК-2

56. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТР.

а) Требования

Правильность показаний приборов поверяется по шкале С тремя мерами; по шкалам А и В одной мерой.

Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать для меры с твердостью:

HRA 75 ± 5 $\pm 1,2$ единицы твердости HR,

HRC 65 ± 5 ± 1 единицы твердости HR,

HRC 45 ± 5 $\pm 1,5$ единицы твердости HR,

HRC 25 ± 5 $\pm 2,0$ единицы твердости HR,

HRB 90 ± 10 ± 2 единицы твердости HR по

ГОСТ 7038—63.

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать на мерах с номинальным значением твердости:

HRC— 45 ± 5 1,5 единицы твердости HR,

HRB— 90 ± 10 2,0 единицы твердости HR.

б) Метод поверки

Прибор ТК-2 поверяется по шкалам *A*, *B* и *C*. Перед поверкой прибора на образцовой мере наносят один-два отпечатка для обеспечения плотного прилегания меры к предметному столику. После нанесения первого отпечатка передвигают меру, не отрывая ее от столика прибора.

При поверке на каждой образцовой мере делают не менее пяти измерений твердости, причем отпечатки располагают по всей рабочей поверхности меры. Расстояние между центрами двух соседних отпечатков или расстояние от центра какого-либо отпечатка до края образца должно быть не менее 3 мм по ГОСТ 9013—59. Разность между значением среднего арифметического из результатов пяти измерений и твердостью меры и будет погрешностью поверяемого прибора.

Если отклонения показаний поверяемого прибора с установленным на нем наконечником больше допустимых, то следует поверить прибор с наконечником, принадлежащим поверочной организации. Если при этом погрешности не превышают допустимых, то алмазный наконечник поверяемого прибора должен быть изъят из обращения.

Вариация показаний прибора определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями твердости, полученными при нанесении пяти отпечатков в непосредственной близости один от другого (расстояние между центрами двух соседних отпечатков не менее 3 мм по ГОСТ 9013—59).

57. Операция — определение погрешности нагрузок.

а) Требования

Погрешность нагрузок не должна превышать $\pm 0,5\%$ для основных нагрузок и $\pm 2\%$ для предварительной нагрузки (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

Погрешность определяется с помощью специального образцового динамометра ДО-0,15 рычажного типа. Динамометр устанавливают на опорный столик подъемного винта, поджимают к шпинделю, из которого вынут алмазный наконечник, и трехкратно обжимают до максимальной нагрузки. После этого поверяют рабочие нагрузки прибора. О погрешности судят по «добавкам», приближенным для установления равновесия рычага динамометра.

58. Операция — поверка индикаторов приборов ТК-2 и ТКС-1
Требования и метод поверки изложены в инструкциях 141—55 и 142—63.

59. Операция — поверка алмазного конуса и стального шарика

а) Требования

На основные параметры алмазного конусного наконечника установлены согласно ГОСТ 9377—63 следующие допуски:

угол при вершине конуса должен быть в пределах $120^\circ \pm 30'$;

радиус закругления вершины конуса должен быть равен $0,200 \pm 0,005$ мм; рабочая поверхность наконечника должна быть обра-

ботана не ниже 13-го класса по ГОСТ 2789—59 и не должна иметь трещин, раковин, сколов, видимых при увеличении $30\times$;

отклонение среднего из пяти значений твердости образцовой меры, полученных поверяемым наконечником, от среднего, полученного образцовым наконечником, в пределах выбранного рабочего участка образцовой меры не должно превышать $\pm 0,5$ НРС на каждой из трех мер комплекта. Для поверяемого наконечника допускается отклонение только одного знака по всем трем мерам.

Наибольшее допускаемое отклонение от номинального диаметра шарика (1,588 мм) для прибора типа ТК $\pm 0,001$ мм. Шероховатость поверхности шариков должна быть не ниже 12-го класса чистоты поверхности по ГОСТ 2789—59. Не допускаются поверхностные дефекты, видимые с помощью лупы с увеличением $5\times$ (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

Поверка алмазного наконечника производится согласно инструкции 240—64. Диаметр шарика измеряется на горизонтальном оптиметре типа ИКГ в четырех сечениях через 45° .

Шероховатость поверхности шариков определяется визуальным методом по образцам чистоты поверхности или при помощи интерферометра МИИ-4 (в случае возникновения разногласий).

Поверхностные дефекты шарика устанавливаются с помощью лупы с увеличением $5\times$.

В. Поверка приборов ТКС-1

60. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТСР.

а) Требования

Прибор поверяется по шкалам *N* и *T* при нагрузках 15 кгс; 30 кгс и 45 кгс (~ 150 Н; ~ 300 Н и ~ 450 Н). Комплект состоит из шести мер твердости. Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать для меры с твердостью:

HR 15 N 92 \pm 2	± 1 единица твердости HR,
HR 30 N 80 \pm 4	± 1 единица твердости HR,
HR 30 N 45 \pm 5	± 2 единицы твердости HR,
HR 45 N 49 \pm 6	± 2 единицы твердости HR,
HR 30 N 76 \pm 6	± 2 единицы твердости HR,
HR 30 N 45 \pm 5	± 3 единицы твердости HR

по ГОСТ 12165—66.

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать на мерах с номинальным значением твердости:

HR 30 N 80 \pm 4	1 единица твердости HR,
HR 30 N 45 \pm 5	2 единицы твердости HR,
HR 30 T 76 \pm 6	2 единицы твердости HR.

б) Метод поверки

Прибор ТКС-1 поверяется по шкале *N* при нагрузках 15 кгс; 30 кгс и 45 кгс (~ 150 Н; ~ 300 Н и ~ 450 Н) и *T* при нагрузке 30 кгс (~ 300 Н). Перед поверкой прибора на образцовой мере наносят один-два отпечатка для обеспечения плотного прилегания меры к предметному столику. После нанесения первого отпечатка меру передвигают, не отрывая ее от столика прибора. При поверке на каждой образцовой мере делают не менее пяти измерений твердости, причем отпечатки располагают по всей рабочей поверхности меры.

Расстояние между центрами двух соседних отпечатков или расстояние от центра какого-либо отпечатка до края образца должно быть не менее 2 мм.

Разница между значением среднего арифметического из результатов пяти измерений и твердости меры и будет погрешностью поверяемого прибора.

Если отклонения показаний поверяемого прибора с установленным на нем наконечником более допустимых, то следует поверить прибор с наконечником, принадлежащим поверочной организации. Если при этом погрешности не превышают допустимых, то алмазный наконечник поверяемого прибора должен быть изъят из обращения.

Вариация показаний прибора определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями твердости, полученными при нанесении пяти отпечатков в непосредственной близости, но не ближе 2 мм один от другого.

61. Операции — определение погрешности нагрузок, поверка индикатора, алмазного конуса и стального шарика проводятся так же, как указано в пп. 57—59.

Приборы ТКС-1, находящиеся в обращении и выпускаемые из ремонта, по вышеуказанным пунктам поверке не подлежат.

Г. Поверка приборов ТП-2

62. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТВ

а) Требования

Поверка прибора производится по трем образцовым мерам твердости при нагрузках 5; 30 и 100 кгс (~ 50 ; ~ 300 и ~ 1000 Н). Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать для меры с твердостью:

HV 5—450 ± 75 $\pm 4\%$ от числа твердости.

HV 30—450 ± 75 $\pm 3\%$ от числа твердости,

HV 100—450 ± 75 $\pm 3\%$ от числа твердости.

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать на мере с твердостью:

HV 30—450±75 3% от числа твердости.

б) Метод поверки

Прибор ТП-2 поверяется при нагрузках 5 кгс; 30 кгс и 100 кгс (~50 Н; ~300 Н и ~1000 Н) образцовыми мерами 2-го разряда (ГОСТ 7038—63). При поверке на каждой образцовой мере делают не менее пяти измерений твердости, причем отпечатки располагают по всей рабочей поверхности меры.

На каждом отпечатке измеряют две диагонали и рассчитывают среднее арифметическое длин обеих диагоналей. Разность длин диагоналей одного отпечатка не должна превышать 2% от меньшей из них. Расстояние между центром отпечатка и краем меры или краем соседнего отпечатка должно быть не менее двух с половиной длин диагонали отпечатка по ГОСТ 2999—59.

Разница между значением среднего арифметического из результатов пяти измерений и твердостью меры и будет погрешностью поверяемого прибора.

Если отклонения показаний поверяемого прибора с присвоенным ему наконечником более допустимых, а при измерении с наконечником, принадлежащим поверочной организации, не превышают допустимые, то алмазный наконечник предприятия должен быть изъят из обращения.

Вариация показаний прибора определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями твердости, полученными при нанесении пяти отпечатков в непосредственной, но допустимой по ГОСТ 2999—59 близости один от другого.

63. Операция — определение погрешности нагрузок

а) Требования

Погрешность нагрузок не должна превышать ±1%. Вариация нагрузок не должна превышать 1% (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

Погрешность нагрузок определяется с помощью образцового динамометра 3-го разряда.

Динамометр устанавливают на предметный стол прибора, поджимают до отказа к шпинделю, из которого вынут алмазный наконечник, и троекратно обжимают до максимальной нагрузки. После обжатия проверяют возвращение стрелки динамометра на нуль (допустимое невозвращение равно половине наименьшего деления шкалы индикатора динамометра).

После этого поверяют рабочие нагрузки прибора. Каждую нагрузку поверяют три раза и рассчитывают среднее арифметическое из трех показаний. Отсчет с индикатора динамометра снимают в момент приложения полной нагрузки.

Погрешность нагрузки определяют как разность между показаниями индикатора, полученными на поверяемом приборе, и показаниями, указанными в свидетельстве динамометра, с помощью которого поверяется прибор.

64. Операция — поверка измерительного устройства (микроскопа) к прибору ТП-2

а) *Требования*

Погрешность измерительного устройства не должна превышать $\pm 0,001$ мм при измерении линейных размеров до 0,2 мм, а при измерении линейных размеров от 0,2 мм и более погрешность не должна превышать $\pm 0,002$ мм по ГОСТ 7038—63

б) *Метод поверки*

На предметный стол прибора устанавливают образцовую шкалу 2-го разряда так, чтобы в поле зрения измерительного устройства было видно возможно большее число делений. Цену деления измерительного устройства определяют путем измерения трех интервалов образцовой шкалы 2-го разряда, причем каждый интервал измеряют пять раз и каждое из пяти измерений интервала включает в себя шесть совмещений штриха в окуляре с первым штрихом и шесть совмещений с последним штрихом измеряемого интервала. По разности отсчетов судят о числе делений на шкале измерительного устройства, заключенных между первым и последним штрихами измеряемого интервала образцовой шкалы, и рассчитывают цену деления шкалы измерительного микроскопа. Среднее из трех значений, полученных при поверке по трем интервалам образцовой шкалы, и будет ценой деления шкалы измерительного устройства.

Подобные измерения позволяют также установить погрешность измерительного устройства по всей длине шкалы.

65. Операция — поверка алмазной пирамиды и стального шарика.

а) *Требования*

На основные параметры алмазного пирамидального наконечника установлены согласно ГОСТ 9377—63 следующие отклонения:

угол между противоположными гранями пирамиды должен быть $136^\circ \pm 30'$;

длина линии стыка противоположных граней пирамиды (перемычки) должна быть не более 0,002 мм;

рабочая поверхность наконечника не должна иметь трещин, раковин, сколов, видимых при увеличении $30\times$; чистота поверхности должна быть не ниже 13-го класса по ГОСТ 2789—59.

Отклонение среднего из пяти значений твердости образцовой меры, полученных поверяемым наконечником, от среднего, полученного образцовым наконечником, в пределах выбранного рабочего участка образцовой меры не должно превышать $\pm 1\%$ на каждой из трех мер комплекта. Для каждого поверяемого наконечника в отдельности допускается отклонение только одного знака по всем трем мерам.

Допускаемые отклонения от номинальных диаметров шариков 2,5 и 5 мм не должны превышать указанных в ГОСТ 3722—60 (для класса В), и именно: $\pm 0,0025$ и $\pm 0,0050$ мм. Шероховатость поверхности шариков должна быть не ниже 12-го класса чистоты поверхности по ГОСТ 2789—59. Не допускаются поверхностные

дефекты, видимые с помощью лупы при увеличении $5\times$ (ГОСТ 7038—63).

б) Метод поверки

Алмазный наконечник поверяется по инструкции 240—64.

Диаметры шариков измеряются на горизонтальном оптиметре типа ИКГ в четырех сечениях через 45° .

Шероховатость поверхности шариков определяется визуальным методом по образцам чистоты поверхности или при помощи МИИ-4 (в случае возникновения разногласий). Поверхностные дефекты шарика устанавливаются с помощью лупы с увеличением $5\times$.

Д. Поверка приборов УПТ-1

66. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТБ, МТВ и МТР.

а) Требования

Прибор по шкале Бринелля поверяется при нагрузках 15,6 кгс и 62,5 кгс (~ 156 Н и ~ 625 Н). Комплект состоит из двух образцовых мер твердости.

Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать $\pm 5\%$ от числа твердости для мер с твердостью НВ 2,5/62,5/30 — 100 ± 25 и с твердостью НВ 2,5/15,6/60 — 30 ± 10 (ГОСТ 9031—63 и ГОСТ 7038—63).

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать 5% от твердости меры. Разность измерений диаметров одного отпечатка не должна превышать 2% от меньшего из них (ГОСТ 9012—59).

б) Метод поверки

При поверке на каждой образцовой мере проводят не менее пяти измерений твердости на различных участках рабочей поверхности. Полученные отпечатки измеряют в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Разность между значением среднего арифметического из пяти измерений и твердостью меры и будет погрешностью поверяемого прибора.

Вариация показаний прибора определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями твердости, полученными при нанесении пяти отпечатков в непосредственной, но допустимой по ГОСТ 9012—59 близости один от другого.

67. Операции — определение диаметров шариков, чистоты их поверхности, погрешности нагрузок и поверка измерительного микроскопа проводятся так же, как указано в пп. 51—54.

Приборы УПТ-1, находящиеся в обращении, по вышеуказанным пунктам поверке не подлежат.

68. Операция — поверка прибора УПТ-1 по шкале Виккерса производится так же, как указано в пп. 62, 63, 64, 65 при поверке прибора ТП-2.

69. Операции — поверка прибора УПТ-1 по шкале Роквелла HRC и HRB проводится так же, как указано в пп. 56 (за исключением меры HRA), 57—59.

Е. Поверка приборов ТШП-1

70. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТБ.

а) Требования

Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать $\pm 5\%$ от числа твердости для мер с твердостью НВ 5/750/10—200 и НВ 2,5/187,5/10—100 (ГОСТ 9030—64).

Примечание. При выпуске приборов из производства и после ремонта требуется еще дополнительная поверка по мере с твердостью НВ 5/250/30—100 при том же допустимом отклонении $\pm 5\%$.

Вариация показаний прибора в пределах значений допустимой погрешности не должна превышать 5% от твердости меры.

Разность измерений диаметров одного отпечатка не должна превышать 2% от меньшего из них (ГОСТ 9012—59).

Метод поверки прибора такой же, как описанный в п. 55.

71. Операция — определение диаметров шариков, чистоты их поверхности, погрешности нагрузок и поверки измерительной лупы производится так же, как указано в пп. 51—54.

Ж. Поверка приборов ТШП-2

72. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТБ

а) Требования

Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать $\pm 4\%$ от числа твердости для мер с твердостью НВ 10/1000/30—100 и с твердостью НВ 10/3000/10—200.

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать 4% от твердости меры. Разность между диаметрами одного отпечатка не должна превышать 2% от меньшего из них (ГОСТ 9012—59).

б) Метод поверки

Метод поверки прибора такой же, как указан в п. 55.

73. Операции — определение диаметров шариков, чистоты их поверхности, погрешности нагрузок и поверка измерительной лупы проводятся так же, как указано в пп. 51—54.

З. Поверка приборов ТКП-1

74. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твер-

дости МТВ

а) *Требования*

Отклонение среднего значения числа твердости (ГОСТ 9030—64), полученного на поверяемом приборе, от твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать для меры с твердостью:

HRA 75±5	±2	единицы твердости HR,
HRC 65±5	±1,5	единицы твердости HR,
HRC 45±5	±2	единицы твердости HR,
HRC 25±5	±2	единицы твердости HR,
HRB 90±10	±2	единицы твердости HR.

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать на мерах с номинальным значением твердости:

HRC 45±5	2	единицы твердости HR,
HRB 90±10	2	единицы твердости HR.

б) *Метод поверки*

Метод поверки прибора такой же, как указано в п. 56.

75. Операции — определение погрешности нагрузок, поверка измерительного индикатора, алмазного конуса и стального шарика производятся так же, как указано в пп. 57—59.

И. Поверка приборов ТПП-10

76. Операция — поверка прибора по образцовым мерам твердости МТВ.

а) *Требования*

Отклонение среднего значения числа твердости, полученного на поверяемом приборе, от средней твердости образцовой меры (погрешность прибора) не должно превышать для меры:

HV 5—450±75	±4%	от числа твердости HV,
HV 10—450±75	±4%	от числа твердости HV.

Вариация показаний прибора, в пределах значений допустимой погрешности, не должна превышать на мере с твердостью HV 10—450±75—4% от числа твердости.

б) *Метод поверки*

Прибор поверяется по двум образцовым мерам твердости при нагрузках 5 и 10 кгс (~50 и ~100 Н).

Метод поверки прибора такой же, как указано в п. 62.

77. Операции — определение погрешности нагрузок, поверка измерительного устройства (микроскопа), алмазной пирамиды производятся так же, как указано в пп. 63—65.

IV. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

78. Результаты поверки приборов твердости вносятся в протокол, форма которого приведена в приложении 5.

При обработке результатов поверки рекомендуется пользоваться таблицами, помещенными в приложении 6.

79. Приборы, удовлетворяющие требованиям настоящей инструкции, признаются годными и допускаются к эксплуатации.

На приборы, признанные годными, выдаются свидетельства установленной формы.

В свидетельстве на приборы ТК, ТКС, ТП и УПТ стационарных и переносных типов указываются номера установленных на них алмазных наконечников.

80. На приборы, не удовлетворяющие требованиям настоящей инструкции, выдаются извещения о непригодности, и приборы к применению не допускаются.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
 ТВЕРДОСТИ МЕТОДОМ БРИНЕЛЛЯ

№ п/п.	Заводское обозначение прибора	Нагрузка в кгс	Диаметр шарика в мм	Габаритные размеры прибора в мм	Примечание
1	ТШ-2	3000 1000 750 500 250 187,5	10 5 2,5	245×700×875	Прибор настольного типа с приводом от электродвигателя
2	ТШ	3000 1000 750 500 250 187,5	10 5 2,5	200×700×835	
3	ЛБ	3000 1000 750 250 187,5	10 5 2,5	500×630×880	
4	ЛБР	3000 1000 750 250 187,5	10 5 2,5	—	Прибор настольного типа с ручным приводом
5	РПБ	3000 1000 750	10 5	600×1000×1400	Прибор с механическим приводом для цеховой разборки деталей по твердости
6	ПБ-3	3000 1000 750	10 5	105×295×520	Переносный прибор для определения твердости крупных деталей
7	Пресс Бринелля	3000 2000 1000 750 500	10 5	500×600×1080	Прибор настольного типа. Нагрузка создается гидравлическим прессом.

Продолжение

№ п/п.	Заводское обозначение прибора	Нагрузка в кгс	Диаметр шарика в мм	Габаритные размеры прибора в мм	Примечание
8	ТШК-4Т	3000 1000 750	10 5	1400×700×1710	Прибор для автоматической разбраковки труб по твердости
9	ТШК-3Т	3000 1000 750	10 5	1400×700×2000	Прибор для измерения твердости крупных изделий
10	ТШ -4	3000 1000 750	10 5	960×490×1685	Прибор настольного типа с приводом от электродвигателя
11	ТШ-3	3000 1000 750 250 187,5	10 5 2,5	760×300×1300	Прибор настольного типа с рычажно-гидравлической системой
12	ТШП-1	750 250 187,5	5 2,5	340×55×725	Переносный прибор для определения твердости крупных деталей
13	ТШП-2	2000 1000 750	10 5	290×150×300	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
 ТВЕРДОСТИ МЕТОДОМ РОКВЕЛЛА

№ п/п	Заводское обозначение прибора	Примениваемый наконечник	Нагрузка в кгс		Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
			Предварительная	Основная			
1	ТК-2	Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	10	150 60 100	HRC HRA HRB	720×470×210	
2	ТК (РВ)	Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	10	150 60 100	HRC HRA HRB	650×500×210	
3	Прибор завода ЗИП	Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	10	150 60 100	HRC HRA HRB	590×250×250	
4	ИJS ф. „Вильсон“	Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	10	150 60 160	HRC HRA HRB	700×500×300	
5	ТК-3	Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	10	150 60 100	HRC HRA HRB	570×235×800	Прибор настольного типа

Продолжение

№	Заводское обозначение прибора	Применяемый наконечник	Нагрузка в кгс		Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
			Предварительная	Основная			
6	ТКС-1	Алмазный конус Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	3	15	HRN	740×510×240	Прибор для определения поверхностной твердости по методу Супер-Роквелла
				30	HRN		
				45	HRN		
				30	HRT		
7	IJS ф. „Вильсон“	Алмазный конус Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	3	15	HRN	568×430×215	Прибор для определения поверхностной твердости по методу Супер-Роквелла
				20	HRN		
				45	HRN		
				30	HRT		
8	ТПК-1	Алмазный конус Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм	10	150	HRC	225×140×680	Прибор переносного типа для определения твердости различных деталей
				60	HRA		
				100	HRB		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
 ТВЕРДОСТИ МЕТОДОМ ВИККЕРСА

№ п/п	Заводское обозначение прибора	Применяемый наконечник	Нагрузка в кгс	Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
1	ТП	Алмазная пирамида	5 10 20 30 50 100 120	HV HV HV HV HV HV HV	670×450×250	
		Шарик D=5 мм и D=2,5 мм	62,5 15,6	HВ HВ		
2	HВ	Алмазная пирамида	5 10 20 30 50 100 120	HV HV HV HV HV HV HV	670×450×250	
		Шарик D=5 мм и D=2,5 мм	62,5 15,6	HВ HВ		

Продолжение

№ п/п	Заводское обозначение прибора	Применяемый наконечник	Нагрузка в кгс	Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
3	Прибор Виккерса завода ГЗИП	Алмазная пирамида	5 10 20 30 50 100 120	HV HV HV HV HV HV HV	1270×650×500	
4	ТП-2	Алмазная пирамида Шарик $D=5$ мм и $D=2,5$ мм	5 10 20 30 50 100 62,5 15,6	HV HV HV HV HV HV HV HV	570×280×800	
5	ПТВ-1	Алмазная пирамида	50	HV	180×150×300	Переносный прибор для контроля твердости металла крупных деталей
6	ТПП-10	Алмазная пирамида	10 5	HV	165×175×230	Переносный прибор для определения твердости

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ

№ п/п	Заводское обозначение прибора	Применяемый наконечник	Нагрузка в кгс	Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
1	УПТ-1	Алмазная пирамида	5 10 30 50 150	HV	1500×825×340	Прибор предназначен для контроля твердости деталей в лаборатории и цеховых условиях. Переклечение при изменении одной шкалы на другую производится путем смены наконечников и переклечения ручек управления, согласно инструкции, прилагаемой к прибору.
		Алмазный конус Шарик $D=1,588$ мм Шарик $D=2,5$ мм	100 15,6 62,5 187,5	HRC HRB HB		
		Алмазная пирамида Шарик $D=2,5$ мм	1 2 3 5 10 20 30 40 50 15,6 62,5 187,5	HV HB		Прибор предназначен для определения твердости по шкалам HV и HB

Продолжение

№ п/п.	Заводское обозначение прибора	Применяемый наконечник	Нагрузка в кгс	Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
2	ТТШО	Шарики диаметром D=5 мм D=2,5 мм D=1,25 мм D=0,625 мм	1,953 3,906 7,812 11,720 15,625 31,250 46,825 62,5 125,0 187,5 250,0	НВ	800×670×310	Изображение отпечатка проецируется на экран и измеряется специальным приспособлением
3	ХПО-250	Алмазная пирамида Шарики D=5 мм D=2,5 мм	5 10 15 20 30 40 50 60 100 120 250 187,5 62,5 31,25 15,625	НВ	300×600×1000	Прибор предназначен для определения твердости по шкалам НВ и НВ

Продолжение

№ п/п	Заводское обозначение прибора	Применяемый наконечник	Нагрузка в кгс	Шкала	Габаритные размеры в мм	Примечание
4	ХП-250	Алмазный конус	150	HRC	320×540×700	Прибор предназначен для определения твердости по шкалам HRC, HRB и HB
		Шарик D=1,588 мм	100	HRB		
		Шарик D=10 мм	250	HB		
		Шарик D=5 мм	187,5	HB		
		Шарик D=2,5 мм	125	HB		
5	ТУ-1	Алмазный конус	62,5	HRC HRA HRB HB HB HV	630×270×1220	Прибор предназначен для определения твердости по шкалам HRC, HRA, HRB, HB и HV
		Шарик D=1,588 мм	31,26			
		Шарик D=10 мм	15,625			
		Шарик D=5 мм	150			
		Шарик D=2,5 мм	60			
		Алмазная пирамида	100			
			250			
			187,5			
			62,5			
			15,6			
	5					
	10					
	20					
	30					
	50					
	100					

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРОТОКОЛ №

поверки прибора твердости* _____, принадлежащего _____
 1. Заводской номер _____ Год изготовления _____ Изготовитель _____
 2. Краткая характеристика поверяемого прибора _____
 3. Поверен _____ 197 _____ г. на месте установки в _____
 _____ при помощи образцовых мер твердости № _____
 _____ образцового динамометра № _____
 принадлежащих _____

4. Температура, при которой производилась поверка _____

Результаты поверки:

(заполняется при поверке по образцовым мерам твердости)

Номер образцовых мер твердости, прилагаемых при поверке прибора	Твердость образцовой меры	Номер окончательного поверяемого прибора	Поверяемая шкала прибора	Отсчеты					Твердость образцовой меры, полученной на поверяемом приборе	Погрешность поверяемого прибора			
				1	2	3	4	5			Влияние поправки	в % от числителя	для твердости

* Для приборов, находящихся в эксплуатации.

54 Поверка прибора твердости динамометром № _____

(заполняется при поверке по образцовому динамометру)

Действительные нагрузки в кгс	Показания индикатора динамометра при поверке прибора	Средние отсчеты по индикатору			Погрешность поверяемого прибора	
		1	2	3	в кгс	в % от действительной нагрузки

Заключенно. На основании результатов поверки прибор _____ отвечает _____ требованиям инструкции
 не отвечает _____

Выдано свидетельство № _____ от _____ 197 _____ г.

Выдано извещение о непригодности № _____ от _____ 197 _____ г.

Поверку проводил _____

 (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 для определения числа твердости по Бринеллю (ГОСТ 9012—59)

Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной			Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной		
	30	10	2,5		30	10	2,5
2,89	448			3,28	345	115	28,8
2,90	444			3,29	343	114	28,6
2,91	441			3,30	341	114	28,4
2,92	438			3,31	339	113	28,2
2,93	435			3,32	337	112	28,1
2,94	432			3,33	335	112	27,9
2,95	429			3,34	333	111	27,7
2,96	426			3,35	331	110	27,6
2,97	423			3,36	329	110	27,4
2,98	420		35,0	3,37	326	109	27,2
2,99	417		34,8	3,38	325	108	27,1
3,00	415		34,6	3,39	323	108	26,9
3,01	412		34,3	3,40	321	107	26,7
3,02	409		34,1	3,41	319	106	26,6
3,03	406		33,9	3,42	317	106	26,4
3,04	404		33,7	3,43	315	105	26,2
3,05	401		33,4	3,44	313	104	26,1
3,06	398		33,2	3,45	311	104	25,9
3,07	395		33,0	3,46	309	103	25,8
3,08	393		32,7	3,47	307	102	25,6
3,09	390	130	32,5	3,48	306	102	25,5
3,10	388	129	32,3	3,49	304	101	25,3
3,11	385	128	32,1	3,50	302	101	25,2
3,12	383	128	31,9	3,51	300	100	25,0
3,13	380	127	31,7	3,52	298	99,5	24,9
3,14	378	126	31,5	3,53	297	98,9	24,7
3,15	375	125	31,3	3,54	295	98,3	24,6
3,16	373	124	31,1	3,55	293	97,7	24,5
3,17	370	123	30,9	3,56	292	97,2	24,3
3,18	368	123	30,7	3,57	290	96,6	24,2
3,19	366	122	30,5	3,58	288	96,1	24,0
3,20	363	121	30,3	3,59	286	95,5	23,9
3,21	361	120	30,1	3,60	285	95,0	23,7
3,22	359	120	29,9	3,61	283	94,4	23,6
3,23	356	119	29,7	3,62	282	93,9	23,5
3,24	354	118	29,5	3,63	280	93,3	23,3
3,25	352	117	29,3	3,64	278	92,8	23,2
3,26	350	117	29,2	3,65	277	92,3	23,1
3,27	347	116	29,0	3,66	275	91,8	22,9

Продолжение

Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной			Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной		
	30	10	2,5		30	10	2,5
3,67	274	91,2	22,8	4,07	221	73,5	18,4
3,68	272	90,7	22,7	4,08	219	73,2	18,3
3,69	271	90,2	22,6	4,09	218	72,8	18,2
3,70	269	89,7	22,4	4,10	217	72,4	18,1
3,71	268	89,2	22,3	4,11	216	72,0	18,0
3,72	266	88,7	22,2	4,12	215	71,7	17,9
3,73	265	88,2	22,1	4,13	214	71,3	17,8
3,74	263	87,7	21,9	4,14	213	71,0	17,7
3,75	262	87,2	21,8	4,15	212	70,6	17,6
3,76	260	86,8	21,7	4,16	211	70,2	17,6
3,77	259	86,3	21,6	4,17	210	69,9	17,5
3,78	257	85,8	21,5	4,18	209	69,5	17,4
3,79	257	85,8	21,5	4,19	208	69,2	17,3
3,79	256	85,3	21,3	4,20	207	68,8	17,2
3,80	255	84,9	21,2	4,21	205	68,5	17,1
3,81	253	84,4	21,1	4,22	204	68,2	17,0
3,82	252	84,0	21,0	4,23	203	67,8	17,0
3,83	250	83,5	20,9	4,24	202	67,5	16,9
3,84	249	83,0	20,8	4,25	201	67,1	16,8
3,85	248	82,6	20,7	4,26	200	66,8	16,7
3,86	246	82,1	20,5	4,27	199	66,5	16,6
3,87	245	81,7	20,4	4,28	198	66,2	16,5
3,88	244	81,3	20,3	4,29	198	65,8	16,5
3,89	242	80,8	20,2	4,30	197	65,5	16,4
3,90	241	80,4	20,1	4,31	196	65,2	16,3
3,91	240	80,0	20,0	4,32	195	64,9	16,2
3,92	239	79,6	19,9	4,33	194	64,6	16,1
3,93	237	79,1	19,8	4,34	193	64,2	16,1
3,94	236	78,7	19,7	4,35	192	63,9	16,0
3,95	235	78,3	19,6	4,36	191	63,6	15,9
3,96	234	77,9	19,5	4,37	190	63,3	15,8
3,97	232	77,5	19,4	4,38	189	63,0	15,8
3,98	231	77,1	19,3	4,39	188	62,7	15,7
3,99	230	76,7	19,2	4,40	187	62,4	15,6
4,00	229	76,3	19,1	4,41	186	62,1	15,5
4,01	228	75,9	19,0	4,42	185	61,8	15,5
4,02	226	75,5	18,9	4,43	185	61,5	15,4
4,03	225	75,1	18,8	4,44	184	61,2	15,3
4,04	224	74,7	18,7	4,45	183	60,9	15,2
4,05	223	74,3	18,6	4,46	182	60,6	15,2
4,06	222	73,9	18,5	4,47	181	60,4	15,1
				4,48	180	60,1	15,0

Продолжение

Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной			Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$, $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной		
	30	10	2,5		30	10	2,5
4,49	179	59,8	15,0	4,91	148	49,4	12,4
4,50	179	59,5	14,9	4,92	148	49,2	12,3
4,51	178	59,2	14,8	4,93	147	49,0	12,3
4,52	177	59,0	14,7	4,94	146	48,8	12,2
4,53	176	58,7	14,7	4,95	146	48,6	12,2
4,54	175	58,4	14,6	4,96	145	48,4	12,1
4,55	174	58,1	14,5	4,97	144	48,1	12,0
4,56	174	57,9	14,5	4,98	144	47,9	12,0
4,57	173	57,6	14,4	4,99	143	47,7	11,9
4,58	172	57,3	14,3	5,00	143	47,5	11,9
4,59	171	57,1	14,3	5,01	142	47,3	11,8
4,60	170	56,8	14,2	5,02	141	47,1	11,8
4,61	170	56,5	14,1	5,03	141	46,9	11,7
4,62	169	56,3	14,1	5,04	140	46,7	11,7
4,63	168	56,0	14,0	5,05	140	46,5	11,6
4,64	167	55,8	13,9	5,06	139	46,3	11,6
4,65	167	55,5	13,9	5,07	138	46,1	11,5
4,66	166	55,3	13,8	5,08	138	45,9	11,5
4,67	165	55,0	13,8	5,09	137	45,7	11,4
4,68	164	54,8	13,7	5,10	137	45,5	11,4
4,69	164	54,5	13,6	5,11	136	45,3	11,3
4,70	163	54,3	13,6	5,12	135	45,1	11,3
4,71	162	54,0	13,5	5,13	135	45,0	11,3
4,72	161	53,8	13,4	5,14	134	44,8	11,2
4,73	161	53,5	13,4	5,15	134	44,6	11,2
4,74	160	53,3	13,3	5,16	133	44,4	11,1
4,75	159	53,0	13,3	5,17	133	44,2	11,1
4,76	158	52,8	13,2	5,18	132	44,0	11,0
4,77	158	52,6	13,1	5,19	132	43,8	11,0
4,78	157	52,3	13,1	5,20	131	43,7	10,9
4,79	156	52,1	13,0	5,21	130	43,5	10,9
4,80	156	51,9	13,0	5,22	130	43,3	10,8
4,81	155	51,7	12,9	5,23	129	43,1	10,8
4,82	154	51,4	12,9	5,24	129	42,9	10,7
4,83	154	51,2	12,8	5,25	128	42,8	10,7
4,84	153	51,0	12,8	5,26	128	42,6	10,6
4,85	152	50,7	12,7	5,27	127	42,4	10,6
4,86	152	50,5	12,6	5,28	127	42,2	10,6
4,87	151	50,3	12,6	5,29	126	42,1	10,5
4,88	150	50,1	12,5	5,30	126	41,9	10,5
4,89	150	49,8	12,5	5,31	125	41,7	10,4
4,90	149	49,6	12,4	5,32	125	41,5	10,4

Продолжение

Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной			Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_{2,5}$ $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке (кгс), равной		
	30	10	2,5		3)	10	2,5
5,33	124	41,4	10,3	5,67	108	36,1	9,03
5,34	124	41,2	10,3	5,68	108	36,0	9,00
5,35	123	41,0	10,3	5,69	107	35,8	8,97
5,36	123	40,9	10,2	5,70	107	35,7	8,93
5,37	122	40,7	10,2	5,71	107	35,6	8,90
5,38	122	40,5	10,1	5,72	106	35,4	8,86
5,39	121	40,4	10,1	5,73	106	35,3	8,83
5,40	121	40,2	10,1	5,74	105	35,1	8,79
5,41	120	40,0	10,0	5,75	105	35,0	8,76
5,42	120	39,9	9,97	5,76	105	34,9	8,73
5,43	119	39,7	9,94	5,77	104	34,7	8,69
5,44	119	39,6	9,90	5,78	104	34,6	8,66
5,45	118	39,4	9,86	5,79	103	34,5	8,63
5,46	118	39,2	9,82	5,80	103	34,3	8,59
5,47	117	39,1	9,78	5,81	103	34,2	8,56
5,48	117	38,9	9,73	5,82	102	34,1	8,53
5,49	116	38,8	9,70	5,83	102	33,9	8,49
5,50	116	38,6	9,66	5,84	101	33,8	8,46
5,51	115	38,5	9,62	5,85	101	33,7	8,43
5,52	115	38,3	9,58	5,86	101	33,6	8,40
5,53	114	38,2	9,54	5,87	100	33,4	8,36
5,54	114	38,0	9,50	5,88	99,9	33,3	8,33
5,55	114	37,9	9,46	5,89	99,5	33,2	8,29
5,56	113	37,7	9,43	5,90	99,2	33,1	8,26
5,57	113	37,6	9,38	5,91	98,8	32,9	8,23
5,58	112	37,4	9,35	5,92	98,4	32,8	8,20
5,59	112	37,3	9,31	5,93	98,0	32,7	8,17
5,60	111	37,1	9,27	5,94	97,7	32,6	8,14
5,61	111	37,0	9,24	5,95	97,3	32,4	8,11
5,62	110	36,8	9,20	5,96	96,9	32,3	8,08
5,63	110	36,7	9,17	5,97	96,6	32,2	8,05
5,64	110	36,5	9,14	5,98	96,2	32,1	8,02
5,65	109	36,4	9,10	5,99	95,9	32,0	7,99
5,66	109	36,3	9,07	6,00	95,5	31,8	7,96

Примечания:

1. Диаметры отпечатков в таблице даны для шарика $D=10$ мм. Для определения по табл. 1 числа твердости при испытании шариком $D=5$ мм диаметр отпечатка надо умножить на 2, а при испытании шариком $D=2,5$ мм — надо умножить на 4. Например, для отпечатка диаметром 1,65 мм, полученного при испытании шариком $D=5$ мм под нагрузкой 750 кг, число твердости следует искать в табл. 1 для отпечатка 3,30 мм ($2 \times 1,65 = 3,30$); оно равно 341.

2. Чтобы получить числа твердости, выраженные в $\text{Мн}/\text{м}^2$, следует числа твердости, приведенные в табл. 1, умножить на 9,81.

Таблица 2 для определения числа твердости по Виккерсу (ГОСТ 2999—59)

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
Нагрузка 5 кгс										
0,07	1892	1839	1789	1740	1693	1648	1605	1564	1524	1486
0,08	1449	1413	1379	1346	1314	1283	1253	1225	1197	1171
0,09	1145	1120	1095	1072	1049	1027	1006	986	966	946
0,10	927	908	891	874	857	841	825	810	795	781
0,11	766	752	739	726	713	701	689	677	666	655
0,12	644	633	623	613	603	593	584	575	566	558
0,13	549	540	532	524	516	509	502	494	487	480
0,14	473	466	460	454	447	441	435	429	423	418
0,15	412	407	401	396	391	386	381	376	371	367
0,16	362	358	353	349	345	341	336	332	329	325
0,17	321	317	313	310	306	303	299	296	293	289
0,18	286	283	280	277	274	271	268	265	262	260
0,19	257	254	251	249	246	244	241	239	236	234
0,20	232	229	227	225	223	221	219	216	214	212
0,21	210	208	206	204	203	201	199	197	195	193
0,22	192	190	188	187	185	183	182	180	178	177
0,23	175	175	172	171	169	168	167	165	164	162
0,24	161,0	159,0	158,0	157,0	155,7	154,5	153,2	152,0	150,8	149,5
0,25	148,3	147,2	146,0	144,9	143,7	142,6	141,5	140,4	139,3	138,2
0,26	137,2	136,1	135,1	134,0	133,0	132,0	131,1	130,1	129,1	128,1
0,27	127,2	126,3	125,4	124,4	123,5	122,6	121,7	120,8	120,0	119,1
0,28	118,3	117,4	116,6	115,8	115,0	114,2	113,4	112,6	111,8	111,0
0,29	110,3	109,5	108,8	108,0	107,3	106,6	105,8	105,1	104,4	103,7
0,30	103,0	102,3	101,6	101,0	100,3	99,7	99,0	98,4	97,8	97,1
0,31	96,5	95,9	95,3	94,6	94,0	93,4	92,9	92,3	91,7	91,1
0,32	90,6	90,0	89,4	88,9	88,3	87,8	86,2	86,7	86,2	85,7
0,33	85,2	84,6	84,1	83,6	83,1	82,8	82,1	81,6	81,2	80,7
0,34	80,2	79,7	79,3	78,8	78,4	77,9	77,5	77,0	76,6	76,1
0,35	75,7	75,3	74,9	74,4	74,0	73,6	73,2	72,8	72,4	72,0
0,36	71,6	71,2	70,8	70,4	70,0	69,6	69,2	68,8	68,5	68,1
0,37	67,7	67,4	67,0	66,6	66,3	66,0	65,6	65,2	64,9	64,6
0,38	64,2	63,9	63,6	63,2	62,9	62,6	62,3	61,9	61,6	61,3
0,39	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,4	59,1	58,8	58,5	58,3
0,40	58,0	57,7	57,4	57,1	56,8	56,5	56,3	56,0	55,7	55,4
0,41	55,2	54,9	54,6	54,4	54,1	53,9	53,6	53,3	53,1	52,8
0,42	52,6	52,3	52,1	51,8	51,6	51,3	51,1	50,9	50,6	50,4
0,43	50,2	49,9	49,7	49,5	49,2	49,0	48,8	48,6	48,3	48,1
0,44	47,9	47,7	47,5	47,3	47,0	46,8	46,6	46,4	46,2	46,0
0,45	45,8	45,6	45,4	45,2	45,0	44,8	44,6	44,4	44,2	44,0
0,46	43,8	43,6	43,4	43,3	43,1	42,9	42,7	42,5	42,3	42,2
0,47	42,0	41,8	41,6	41,4	41,3	41,1	40,9	40,8	40,6	40,4
0,48	40,2	40,1	39,9	39,7	39,6	39,4	39,3	39,1	38,9	38,8
0,49	38,6	38,5	38,3	38,2	38,0	37,8	37,7	37,5	37,4	37,3
0,50	37,1	37,0	36,8	36,7	36,5	36,4	36,2	36,1	35,9	35,8
0,51	35,6	35,5	35,3	35,2	35,1	35,0	34,8	34,7	34,6	34,4
0,52	34,3	34,2	34,0	33,9	33,8	33,6	33,5	33,4	33,3	33,1
0,53	33,0	32,9	32,8	32,6	32,5	32,4	32,3	32,2	32,0	31,9
0,54	31,8	31,7	31,6	31,5	31,3	31,2	31,1	31,0	30,9	30,8

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,55	30,7	30,5	30,4	30,3	30,2	30,1	30,0	29,9	29,8	29,7
0,56	29,6	29,5	29,4	29,3	29,2	29,1	28,9	28,8	28,7	28,6
0,57	28,5	28,4	28,3	28,2	28,1	28,0	28,0	27,9	27,8	27,7
0,58	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7
0,59	26,6	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1	26,0	25,9	25,8
0,60	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	25,3	25,2	25,1	25,0
0,61	24,9	24,8	24,8	24,7	24,6	24,5	24,4	24,4	24,3	24,2
0,62	24,1	24,0	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,6	23,5	23,4
0,63	23,4	23,3	23,2	23,1	23,1	23,0	22,9	22,9	22,8	22,7
0,64	22,6	22,6	22,5	22,4	22,4	22,3	22,2	22,2	22,1	22,0
0,65	22,0	21,9	21,8	21,8	21,7	21,6	21,6	21,5	21,4	21,4
0,66	21,3	21,2	21,1	21,1	21,0	21,0	20,9	20,8	20,8	20,7
0,67	20,7	20,6	20,5	20,5	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,1
0,68	20,1	20,0	19,9	19,9	19,8	19,8	19,7	19,7	19,6	19,5
0,69	19,5	19,4	19,4	19,3	19,3	19,2	19,1	19,1	19,0	19,0
0,70	18,9	18,8	18,8	18,7	18,7	18,6	18,6	18,5	18,5	18,4
0,71	18,4	18,3	18,3	18,2	18,2	18,1	18,1	18,0	18,0	17,9
0,72	17,9	17,8	17,8	17,7	17,7	17,6	17,6	17,5	17,5	17,5
0,73	17,4	17,4	17,3	17,3	17,2	17,2	17,1	17,1	17,0	17,0
0,74	16,9	16,9	16,8	16,8	16,8	16,7	16,7	16,6	16,6	16,5
0,75	16,5	16,4	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	16,2	16,1	16,1
0,76	16,1	16,0	16,0	15,9	15,9	15,8	15,8	15,8	15,7	15,7
0,77	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,4	15,4	15,4	15,3	15,3
0,78	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,0	15,0	14,9	14,9
0,79	14,9	14,8	14,8	14,7	14,7	14,7	14,6	14,6	14,6	14,5
0,80	14,5	14,5	14,4	14,4	14,3	14,3	14,3	14,2	14,2	14,2
0,81	14,1	14,1	14,1	14,0	14,0	14,0	13,9	13,9	13,9	13,8
0,82	13,8	13,8	13,7	13,7	13,7	13,6	13,6	13,6	13,6	13,5
0,83	13,5	13,4	13,4	13,4	13,3	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2
0,84	13,1	13,1	13,1	13,0	13,0	13,0	12,9	12,9	12,9	12,9
0,85	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,7	12,6	12,6	12,6
0,86	12,5	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,4	12,3	12,3	12,3
0,87	12,3	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0
0,88	12,0	12,0	11,9	11,9	11,9	11,8	11,8	11,8	11,8	11,7
0,89	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5
0,90	11,5	11,4	11,4	11,4	11,4	11,3	11,3	11,3	11,3	11,2
0,91	11,2	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	11,1	11,0	11,0	11,0
0,92	11,0	10,9	10,9	10,9	10,9	10,8	10,8	10,8	10,8	10,7
0,93	10,7	10,7	10,7	10,7	10,6	10,6	10,6	10,6	10,5	10,5
0,94	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	10,3
0,95	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1
0,96	10,1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,91	9,89	9,87
0,97	9,85	9,83	9,81	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67
0,98	9,65	9,63	9,61	9,60	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48
0,99	9,46	9,44	9,42	9,40	9,38	9,36	9,35	9,33	9,31	9,29
1,00	9,27	9,25	9,23	9,22	9,20	9,18	9,16	9,14	9,13	9,11
1,01	9,09	9,07	9,05	9,04	9,02	9,00	8,98	8,96	8,95	8,93
1,02	8,91	8,89	8,88	8,86	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,76
1,03	8,74	8,72	8,70	8,69	8,67	8,66	8,64	8,62	8,60	8,59
1,04	8,57	8,56	8,54	8,52	8,51	8,49	8,47	8,46	8,44	8,43

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
1,05	8,41	8,39	8,38	8,36	8,35	8,33	8,32	8,30	8,28	8,27
1,06	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11
1,07	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96
1,08	7,95	7,94	7,92	7,91	7,89	7,88	7,86	7,85	7,83	7,82
1,09	7,80	7,79	7,78	7,76	7,75	7,73	7,72	7,70	7,69	7,68
1,10	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57	7,55	7,54
1,11	7,53	7,51	7,50	7,49	7,47	7,46	7,45	7,43	7,42	7,40
1,12	7,39	7,38	7,36	7,35	7,34	7,33	7,31	7,30	7,29	7,27
1,13	7,26	7,25	7,24	7,22	7,21	7,20	7,19	7,17	7,16	7,15
1,14	7,14	7,12	7,11	7,10	7,07	7,06	7,06	7,05	7,04	7,02
1,15	7,01	7,00	6,99	6,98	6,96	6,95	6,94	6,93	6,92	6,90
1,16	6,89	6,88	6,87	6,86	6,84	6,83	6,82	6,81	6,80	6,79
1,17	6,77	6,76	6,75	6,74	6,73	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67
1,18	6,66	6,65	6,64	6,63	6,61	6,60	6,59	6,58	6,57	6,56
1,19	6,55	6,54	6,53	6,52	6,50	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45
1,20	6,44	6,43	6,42	6,41	6,40	6,39	6,38	6,37	6,35	6,34
1,21	6,33	6,32	6,31	6,30	6,29	6,28	6,27	6,26	6,25	6,24
1,22	6,23	6,22	6,21	6,20	6,19	6,18	6,17	6,16	6,15	6,14
1,23	6,13	6,12	6,11	6,10	6,09	6,08	6,07	6,06	6,05	6,04
1,24	6,03	6,02	6,01	6,00	5,99	5,98	5,97	5,96	5,95	5,94
1,25	5,93	5,92	5,92	5,91	5,90	5,89	5,88	5,87	5,86	5,85
1,26	5,84	5,83	5,82	5,81	5,80	5,79	5,79	5,78	5,77	5,76
1,27	5,75	5,74	5,73	5,72	5,71	5,70	5,69	5,69	5,68	5,67
1,28	5,66	5,65	5,64	5,63	5,62	5,61	5,61	5,60	5,59	5,58
1,29	5,57	5,56	5,56	5,55	5,54	5,53	5,52	5,51	5,50	5,49
1,30	5,49	5,48	5,47	5,46	5,45	5,44	5,44	5,43	5,42	5,41
1,31	5,40	5,39	5,38	5,37	5,37	5,36	5,35	5,34	5,33	5,32
1,32	5,32	5,31	5,31	5,30	5,29	5,28	5,27	5,26	5,26	5,25
1,33	5,24	5,23	5,23	5,22	5,21	5,20	5,20	5,19	5,18	5,17
1,34	5,16	5,15	5,15	5,14	5,13	5,12	5,12	5,11	5,10	5,09
1,35	5,09	5,08	5,07	5,06	5,06	5,05	5,04	5,03	5,03	5,02

Нагрузка 10 кгс

0,11	1533	1505	1478	1452	1427	1402	1378	1354	1332	1310
0,12	1288	1267	1246	1226	1206	1187	1168	1150	1132	1115
0,13	1097	1081	1064	1048	1033	1018	1003	988	974	960
0,14	946	933	920	907	894	882	870	858	847	835
0,15	824	813	803	792	782	772	762	752	743	734
0,16	724	715	707	698	690	681	673	665	657	649
0,17	642	634	627	620	613	606	599	592	585	579
0,18	572	566	560	554	543	542	536	530	525	519
0,19	514	508	503	498	493	488	483	478	473	468
0,20	464	459	455	450	446	442	437	433	429	425
0,21	421	417	413	409	405	401	397	394	390	387
0,22	383	380	376	373	370	366	363	360	357	354
0,23	351	348	345	342	339	336	333	330	327	325
0,24	322	319	317	314	312	309	306	304	302	299
0,25	297	294	292	289	287	285	283	281	279	276
0,26	274	272	270	268	266	264	262	260	258	256
0,27	254	253	251	249	247	245	243	242	240	238
0,28	236	235	233	232	230	228	227	225	224	222

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,29	221	219	218	216	215	213	212	210	209	207
0,30	206	205	203	202	201	199	198	197	196	194
0,31	193	192	191	189	188	187	186	185	183	182
0,32	181	180	179	178	177	176	175	173	172	171
0,33	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161
0,34	160	160	159	158	157	156	155	154	153	152
0,35	151,4	150,5	149,7	148,8	148,0	147,1	146,3	145,5	144,7	143,9
0,36	143,1	142,3	141,5	140,7	140,0	139,2	138,4	137,7	136,9	136,2
0,37	135,5	134,7	134,0	133,3	132,6	131,9	131,2	130,5	129,8	129,1
0,38	128,4	127,7	127,1	126,4	125,8	125,1	124,5	123,8	123,2	122,6
0,39	121,9	121,3	120,7	120,1	119,5	118,9	118,3	117,7	117,1	116,2
0,40	115,9	115,3	114,8	114,2	113,6	113,1	112,5	111,9	111,4	110,9
0,41	110,3	109,8	109,3	108,7	108,2	107,2	107,2	106,6	106,1	105,6
0,42	105,1	104,6	104,1	103,6	103,1	102,7	102,2	101,7	101,2	100,8
0,43	100,3	99,8	99,4	98,9	98,5	98,0	97,6	97,1	96,7	96,2
0,44	95,8	95,3	94,9	94,5	94,1	93,6	93,2	92,8	92,4	92,0
0,45	91,6	91,2	90,8	90,4	90,0	89,6	89,2	88,8	88,4	88,0
0,46	87,6	87,3	86,9	86,5	86,1	85,8	85,4	85,0	84,7	84,3
0,47	84,0	83,6	83,2	82,9	82,5	82,2	81,8	81,5	81,2	80,8
0,48	80,5	80,2	79,8	79,5	79,2	78,8	78,5	78,2	77,9	77,6
0,49	77,2	76,9	76,6	76,3	76,0	75,7	75,4	75,1	74,8	74,5
0,50	74,2	73,9	73,6	73,3	73,0	72,7	72,4	72,1	71,9	71,6
0,51	71,3	71,0	70,7	70,5	70,2	69,9	69,6	69,4	69,1	68,8
0,52	68,6	68,3	68,1	67,3	67,5	67,3	67,0	66,8	66,5	66,3
0,53	66,0	65,8	65,5	65,8	65,0	64,8	64,5	64,3	63,1	63,8
0,54	63,6	63,4	63,1	62,9	62,7	62,4	62,2	62,0	61,7	61,5
0,55	61,3	61,1	60,9	60,6	60,4	60,2	60,0	59,8	59,6	59,3
0,56	59,1	58,9	58,7	58,5	58,3	58,1	57,9	57,7	57,5	57,3
0,57	57,1	56,9	56,7	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	55,5	55,3
0,58	55,1	54,9	54,7	54,6	54,4	54,2	54,0	53,8	53,6	53,4
0,59	53,3	53,1	52,9	52,7	52,6	52,4	52,2	52,0	51,9	51,7
0,60	51,5	51,3	51,2	51,0	50,8	50,7	50,5	50,3	50,2	50,0
0,61	49,8	49,7	49,5	49,4	49,2	49,0	48,9	48,7	48,6	48,4
0,62	48,2	48,1	47,9	47,8	47,6	47,5	47,3	47,2	47,0	46,9
0,63	46,7	46,6	46,4	46,3	46,1	46,0	45,8	45,7	45,6	45,4
0,64	43,3	43,1	43,0	42,8	42,7	42,5	42,4	42,3	42,2	42,1
0,65	43,9	43,8	43,6	43,5	43,4	43,2	43,1	43,0	42,8	42,7
0,66	42,6	42,4	42,3	42,2	42,1	41,9	41,8	41,7	41,6	41,4
0,67	41,3	41,2	41,1	40,9	40,8	40,7	40,6	40,5	40,3	40,2
0,68	40,1	40,0	39,9	39,8	39,6	39,5	39,4	39,3	39,2	39,1
0,69	39,0	38,8	38,7	38,6	38,5	38,4	38,3	38,3	38,1	38,0
0,70	37,8	37,7	37,6	37,5	37,4	37,3	37,2	37,1	37,0	36,9
0,71	36,8	36,7	36,6	36,5	36,5	36,3	36,2	36,1	36,0	35,9
0,72	35,8	35,7	35,6	35,5	35,4	35,3	35,2	35,1	35,0	34,9
0,73	34,8	34,7	34,6	34,5	34,4	34,3	34,2	34,1	34,0	34,0
0,74	33,9	33,8	33,7	33,6	33,5	33,4	33,3	33,2	33,1	33,1
0,75	33,0	32,9	32,8	32,7	32,6	32,5	32,4	32,3	32,2	32,2
0,76	32,1	32,0	31,9	31,8	31,8	31,7	31,6	31,5	31,4	31,4
0,77	31,3	31,2	31,1	31,0	30,9	30,9	30,8	30,7	30,7	30,6
0,78	30,5	30,4	30,3	30,3	30,2	30,1	30,0	29,9	29,9	29,8

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,79	29,7	29,6	29,6	29,5	29,4	29,3	29,3	29,2	29,1	29,1
0,80	29,0	28,9	28,8	28,8	28,7	28,7	28,6	28,5	28,4	28,3
0,81	28,3	28,2	28,1	28,0	28,0	27,9	27,8	27,8	27,7	27,7
0,82	27,6	27,5	27,4	27,4	27,3	27,3	27,2	27,1	27,0	27,0
0,83	26,9	26,8	26,8	26,7	26,7	26,6	26,5	26,5	26,4	26,3
0,84	26,3	26,2	26,2	26,1	26,0	26,0	25,9	25,8	25,8	25,7
0,85	25,7	25,6	25,6	25,5	25,4	25,4	25,3	25,3	25,2	25,1
0,86	25,1	25,0	25,0	24,9	24,8	24,8	24,7	24,7	24,6	24,6
0,87	24,5	24,4	24,4	24,3	24,3	24,2	24,2	24,1	24,1	24,0
0,88	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,5	23,5
0,89	23,4	23,4	23,3	23,3	23,2	23,2	23,1	23,0	23,0	22,9
0,90	22,9	22,8	22,8	22,7	22,7	22,6	22,6	22,5	22,5	22,4
0,91	22,4	22,3	22,3	22,3	22,2	22,2	22,2	22,1	22,0	22,0
0,92	21,9	21,9	21,8	21,8	21,7	21,7	21,6	21,6	21,5	21,5
0,93	21,4	21,4	21,4	21,3	21,3	21,2	21,2	21,1	21,1	21,0
0,94	21,0	20,9	20,9	20,8	20,8	20,8	20,7	20,7	20,6	20,6
0,95	20,5	20,5	20,5	20,4	20,4	20,3	20,3	20,2	20,2	20,2
0,96	20,1	20,1	20,0	20,0	19,96	19,91	19,87	19,83	19,79	19,75
0,97	19,71	19,67	19,63	19,59	19,55	19,51	19,47	19,43	19,39	19,35
0,98	19,31	19,27	19,23	19,19	19,15	19,11	19,07	19,04	19,00	18,96
0,99	18,92	18,88	18,84	18,81	18,77	18,73	18,69	18,66	18,62	18,58
1,00	18,54	18,51	18,47	18,43	18,39	18,36	18,32	18,29	18,25	18,21
1,01	18,18	18,14	18,11	18,07	18,04	18,00	17,96	17,93	17,89	17,86
1,02	17,83	17,79	17,76	17,72	17,69	17,65	17,62	17,58	17,55	17,51
1,03	17,48	17,45	17,41	17,38	17,34	17,31	17,28	17,24	17,21	17,17
1,04	17,14	17,11	17,08	17,05	17,01	16,98	16,95	16,92	16,88	16,85
1,05	16,82	16,79	16,76	16,72	16,69	16,66	16,63	16,59	16,56	16,53
1,06	16,50	16,47	16,44	16,41	16,38	16,35	16,32	16,29	16,22	16,23
1,07	16,20	16,17	16,14	16,11	16,08	16,05	16,02	15,99	15,96	15,93
1,08	15,90	15,87	15,84	15,81	15,78	15,75	15,72	15,69	15,67	15,64
1,09	15,61	15,58	15,55	15,52	15,49	15,47	15,44	15,41	15,38	15,35
1,10	15,33	15,30	15,27	15,24	15,22	15,19	15,16	15,13	15,11	15,08
1,11	15,05	15,02	14,99	14,97	14,94	14,92	14,89	14,86	14,84	14,81
1,12	14,78	14,76	14,73	14,70	14,68	14,65	14,63	14,60	14,57	14,55
1,13	14,52	14,49	14,47	14,45	14,42	14,39	14,37	14,35	14,32	14,28
1,14	14,27	14,24	14,22	14,19	14,17	14,14	14,12	14,09	14,07	14,05
1,15	14,02	13,99	13,97	13,95	13,93	13,90	13,88	13,85	13,83	13,81
1,16	13,78	13,76	13,73	13,71	13,69	13,66	13,64	13,62	13,59	13,57
1,17	13,54	13,52	13,50	13,48	13,45	13,43	13,41	13,39	13,37	13,34
1,18	13,32	13,29	13,27	13,25	13,23	13,21	13,19	13,16	13,14	13,12
1,19	13,10	13,07	13,05	13,03	13,01	12,99	12,96	12,94	12,92	12,90
1,20	12,88	12,86	12,84	12,81	12,79	12,77	12,75	12,73	12,71	12,69
1,21	12,67	12,64	12,62	12,60	12,58	12,56	12,54	12,52	12,50	12,48
1,22	12,46	12,44	12,42	12,40	12,38	12,36	12,34	12,32	12,30	12,28
1,23	12,26	12,24	12,22	12,19	12,18	12,16	12,14	12,12	12,10	12,08
1,24	12,06	12,04	12,02	12,00	11,98	11,96	11,94	11,92	11,91	11,89
1,25	11,87	11,85	11,83	11,81	11,79	11,77	11,75	11,73	11,71	11,69
1,26	11,68	11,66	11,64	11,62	11,61	11,59	11,57	11,55	11,54	11,52
1,27	11,50	11,48	11,46	11,44	11,42	11,40	11,39	11,37	11,35	11,33
1,28	11,32	11,30	11,28	11,26	11,25	11,23	11,21	11,19	11,18	11,16

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
1,29	11,14	11,12	11,11	11,09	11,07	11,06	11,04	11,02	11,01	10,99
1,30	10,97	10,95	10,94	10,92	10,91	10,89	10,87	10,85	10,84	10,82
1,31	10,80	10,79	10,77	10,75	10,74	10,72	10,70	10,68	10,66	10,65
1,32	10,64	10,62	10,61	10,59	10,58	10,56	10,55	10,53	10,51	10,49
1,33	10,48	10,46	10,45	10,44	10,42	10,40	10,39	10,37	10,36	10,34
1,34	10,33	10,31	10,29	10,28	10,27	10,25	10,24	10,22	10,21	10,19
1,35	10,18	10,16	10,15	10,13	10,12	10,10	10,09	10,07	10,06	10,04
1,36	10,03	10,01	10,00	9,98	9,97	9,95	9,94	9,92	9,91	9,89
1,37	9,88	9,87	9,85	9,84	9,82	9,81	9,79	9,78	9,77	9,75
1,38	9,74	9,72	9,71	9,70	9,68	9,67	9,65	9,64	9,63	9,61
1,39	9,60	9,58	9,57	9,56	9,54	9,53	9,52	9,50	9,49	9,47
1,40	9,46	9,45	9,43	9,42	9,41	9,39	9,38	9,37	9,35	9,34
1,41	9,33	9,31	9,30	9,29	9,27	9,26	9,25	9,24	9,22	9,21
1,42	9,20	9,18	9,17	9,16	9,15	9,13	9,12	9,11	9,09	9,08
1,43	9,07	9,06	9,04	9,03	9,02	9,01	8,99	8,98	8,97	8,96
1,44	8,94	8,93	8,92	8,91	8,89	8,88	8,87	8,86	8,84	8,83
1,45	8,82	8,81	8,80	8,78	8,77	8,76	8,75	8,74	8,72	8,71
1,46	8,70	8,69	8,68	8,66	8,65	8,64	8,63	8,62	8,60	8,59
1,47	8,58	8,57	8,56	8,55	8,54	8,52	8,51	8,50	8,49	8,48
1,48	8,47	8,45	8,44	8,43	8,42	8,41	8,40	8,39	8,38	8,36
1,49	8,35	8,34	8,33	8,32	8,31	8,30	8,29	8,27	8,26	8,25
1,50	8,24	8,23	8,22	8,21	8,20	8,19	8,18	8,17	8,15	8,14
1,51	8,13	8,12	8,11	8,10	8,09	8,08	8,07	8,06	8,05	8,04
1,52	8,03	8,02	8,01	7,99	7,98	7,97	7,96	7,95	7,94	7,93
1,53	7,92	7,91	7,90	7,89	7,88	7,87	7,86	7,85	7,84	7,83
1,54	7,82	7,81	7,80	7,79	7,78	7,77	7,76	7,75	7,74	7,73
1,55	7,72	7,71	7,70	7,69	7,68	7,67	7,66	7,65	7,64	7,63
1,56	7,62	7,61	7,60	7,59	7,58	7,57	7,56	7,55	7,54	7,53
1,57	7,52	7,51	7,50	7,49	7,49	7,48	7,47	7,46	7,45	7,44
1,58	7,43	7,42	7,41	7,40	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35	7,34
1,59	7,34	7,33	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,27	7,26	7,25
1,60	7,24	7,23	7,23	7,22	7,21	7,20	7,19	7,18	7,17	7,16
1,61	7,15	7,15	7,14	7,13	7,12	7,11	7,10	7,09	7,08	7,07
1,62	7,07	7,06	7,05	7,04	7,03	7,02	7,01	7,01	7,01	6,99
1,63	6,98	6,97	6,96	6,95	6,95	6,94	6,93	6,92	6,91	6,90
1,64	6,90	6,89	6,88	6,87	6,86	6,85	6,84	6,84	6,83	6,82
1,65	6,81	6,80	6,80	6,79	6,78	6,77	6,76	6,75	6,75	6,74
1,66	6,73	6,72	6,71	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67	6,66	6,66
1,67	6,65	6,64	6,63	6,63	6,62	6,61	6,60	6,59	6,59	6,58
1,68	6,57	6,56	6,56	6,55	6,54	6,53	6,52	6,52	6,51	6,50
1,69	6,49	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45	6,45	6,44	6,43	6,42
1,70	6,42	6,41	6,40	6,39	6,39	6,38	6,37	6,36	6,36	6,35
1,71	6,34	6,33	6,33	6,32	6,31	6,31	6,30	6,29	6,28	6,28
1,72	6,27	6,26	6,25	6,25	6,24	6,23	6,22	6,22	6,21	6,20
1,73	6,20	6,19	6,18	6,17	6,17	6,16	6,15	6,15	6,14	6,13
1,74	6,13	6,12	6,11	6,10	6,10	6,09	6,08	6,08	6,07	6,06
1,75	6,06	6,05	6,04	6,03	6,03	6,02	6,01	6,01	6,00	5,99
1,76	5,99	5,98	5,97	5,97	5,96	5,95	5,95	5,94	5,93	5,93
1,77	5,92	5,91	5,91	5,90	5,89	5,89	5,88	5,87	5,87	5,86
1,78	5,85	5,85	5,84	5,83	5,83	5,82	5,81	5,81	5,80	5,80

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
1,79	5,79	5,78	5,77	5,77	5,76	5,76	5,75	5,74	5,74	5,73
1,80	5,72	5,72	5,71	5,70	5,70	5,69	5,68	5,68	5,67	5,67
1,81	5,66	5,65	5,65	5,64	5,64	5,63	5,62	5,62	5,61	5,60
1,82	5,60	5,59	5,59	5,58	5,57	5,57	5,56	5,56	5,55	5,54
1,83	5,54	5,53	5,53	5,52	5,51	5,51	5,50	5,50	5,49	5,48
1,84	5,48	5,47	5,47	5,46	5,45	5,45	5,44	5,44	5,43	5,42
1,85	5,42	5,41	5,41	5,40	5,40	5,39	5,38	5,38	5,37	5,37
1,86	5,36	5,35	5,35	5,34	5,34	5,33	5,33	5,32	5,31	5,31
1,87	5,30	5,30	5,29	5,29	5,28	5,27	5,27	5,26	5,26	5,25
1,88	5,25	5,24	5,24	5,23	5,22	5,22	5,21	5,21	5,20	5,20
1,89	5,19	5,19	5,18	5,17	5,17	5,16	5,16	5,15	5,15	5,14
1,90	5,14	5,13	5,13	5,12	5,12	5,11	5,10	5,10	5,09	5,09
1,91	5,08	5,08	5,07	5,07	5,06	5,06	5,05	5,05	5,04	5,04
1,92	5,03	5,03	5,02	5,01	5,01	5,00	5,00	4,99	4,99	4,98
1,93	4,98	4,97	4,97	4,96	4,96	4,95	4,95	4,94	4,94	4,93
1,94	4,93	4,92	4,92	4,91	4,91	4,90	4,90	4,89	4,89	4,88
1,95	4,88	4,87	4,87	4,86	4,86	4,85	4,85	4,84	4,84	4,83
1,96	4,83	4,82	4,82	4,81	4,81	4,80	4,80	4,79	4,79	4,78
1,97	4,78	4,77	4,77	4,76	4,76	4,75	4,75	4,74	4,74	4,73
1,98	4,73	4,73	4,72	4,72	4,71	4,71	4,70	4,70	4,69	4,69
1,99	4,68	4,68	4,67	4,67	4,66	4,66	4,65	4,65	4,65	4,64
2,00	4,64									

Нагрузка 20 кгс

0,15	1649	1627	1605	1584	1564	1544	1524	1505	1486	1467
0,16	1449	1431	1413	1396	1379	1362	1346	1330	1314	1299
0,17	1283	1268	1254	1239	1225	1211	1197	1184	1171	1158
0,18	1145	1132	1120	1107	1095	1084	1072	1061	1049	1038
0,19	1027	1017	1006	996	985	975	965	956	946	937
0,20	927	918	909	900	891	883	874	866	857	849
0,21	841	833	825	818	810	802	795	788	780	773
0,22	766	759	753	746	739	733	726	720	713	707
0,23	701	695	689	683	677	672	666	660	655	649
0,24	644	639	633	628	623	618	613	608	603	598
0,25	593	588	584	579	575	571	566	562	557	553
0,26	549	544	540	536	532	528	524	520	516	513
0,27	509	505	502	498	494	490	487	483	480	476
0,28	473	470	466	463	460	457	453	450	447	444
0,29	441	438	435	432	429	426	423	420	418	415
0,30	412	409	407	404	401	399	396	394	391	388
0,31	386	383	381	379	376	374	371	369	367	365
0,32	362	360	358	356	353	351	349	347	345	343
0,33	341	339	337	335	333	331	329	327	325	323
0,34	321	319	317	315	313	312	310	308	306	305
0,35	303	301	300	298	296	294	293	291	289	288
0,36	286	285	284	282	280	278	277	275	274	273
0,37	271	269	268	267	265	264	262	261	260	258
0,38	257	256	254	253	252	250	249	248	246	245
0,39	244	243	241	240	239	238	237	235	234	233
0,40	232	231	230	228	227	226	225	224	223	222
0,41	221	220	218	218	217	215	214	213	212	211
0,42	210	209	208	207	206	205	204	203	203	202

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,43	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192
0,44	191	191	190	189	188	187	187	185	185	184
0,45	183	182	182	181	180	179	178	178	177	176
0,46	175	175	174	173	172	172	171	170	169	169
0,47	168	167	166	166	165	164	164	163	162	162
0,48	161	160	160	159	158	158	157	156	156	155
0,49	155	154	153	153	152	151	151	150	150	149
0,50	148	148	147	147	146	145	145	144	143	143
0,51	143	142	142	141	140	140	139	139	138	138
0,52	137	137	136	136	135	135	134	134	133	133
0,53	132	132	131	131	130	130	129	129	128	128
0,54	127	127	126	126	125	125	124	124	124	123
0,55	123	122	122	122	121	120	120	120	119	119
0,56	118	118	117	117	117	116	116	115	115	115
0,57	114	114	113	113	113	112	112	111	111	111
0,58	110	110	110	109	109	108	108	108	107	107
0,59	107	106	106	106	105	105	104	104	104	103
0,60	103	103	102	102	102	101	101	101	100	100
0,61	100	99,3	99,0	98,7	98,4	98,0	97,7	97,4	97,1	96,8
0,62	96,5	96,2	95,9	95,9	95,3	94,9	94,6	94,3	94,0	93,7
0,63	93,4	93,2	92,9	92,6	92,3	92,0	91,7	91,4	91,1	90,8
0,64	90,6	90,3	90,0	89,7	89,4	89,2	88,9	88,6	88,3	88,1
0,65	87,8	87,5	87,2	87,0	86,7	86,5	86,2	85,9	85,7	85,4
0,66	85,1	84,9	84,6	84,4	84,1	83,9	83,6	83,4	83,1	82,9
0,67	82,6	82,4	82,1	81,9	81,6	81,4	81,2	80,9	80,7	80,4
0,68	80,2	80,0	79,8	79,5	79,3	79,0	78,8	78,6	78,4	78,1
0,69	77,9	77,7	77,5	77,2	77,0	76,8	76,6	76,3	76,1	75,9
0,70	75,7	75,5	75,3	75,0	74,8	74,6	74,4	74,2	74,0	73,8
0,71	73,6	73,4	73,2	73,0	72,8	72,5	72,3	72,1	71,9	71,7
0,72	71,5	71,3	71,2	71,0	70,8	70,6	70,6	70,2	70,0	69,8
0,73	69,6	69,4	69,2	69,0	68,8	68,7	68,5	68,3	68,1	67,9
0,74	67,7	67,5	67,4	67,2	67,0	66,8	66,6	66,5	66,3	66,1
0,75	65,9	65,8	65,6	65,4	65,2	65,1	64,9	64,7	64,6	64,4
0,76	64,2	64,0	63,9	63,8	63,5	63,4	63,2	63,0	62,9	62,7
0,77	62,6	62,4	62,2	62,0	61,9	61,8	61,6	61,4	61,3	61,1
0,78	61,0	60,8	60,7	60,5	60,3	60,2	60,0	59,9	59,7	59,6
0,79	59,4	59,3	59,1	59,0	58,8	58,7	58,5	58,4	58,2	58,1
0,80	58,0	57,8	67,7	67,5	67,4	67,2	67,1	67,0	56,8	56,7
0,81	56,5	56,4	56,3	56,1	56,0	55,8	55,7	55,6	55,4	55,3
0,82	55,2	55,0	54,9	54,8	54,6	54,5	54,4	54,2	54,1	54,0
0,83	53,8	53,7	53,6	53,5	53,3	53,2	53,1	52,9	52,8	52,7
0,84	52,6	52,5	52,3	52,2	52,1	51,9	51,8	51,7	51,6	51,5
0,85	51,4	51,2	51,1	51,0	50,8	50,7	50,6	50,5	50,4	50,3
0,86	50,2	50,0	49,9	49,8	49,7	49,6	49,5	49,3	49,2	49,1
0,87	49,0	48,9	48,8	48,7	48,6	48,4	48,3	48,2	48,1	48,0
0,88	47,9	47,8	47,7	47,6	47,5	47,4	47,2	47,1	47,0	46,9
0,89	46,8	46,7	46,6	46,5	46,4	46,3	46,2	46,1	46,0	45,9
0,90	45,8	45,7	45,6	45,5	45,4	45,3	45,2	45,1	45,0	44,9
0,19	1541	1525	1509	1493	1478	1463	1448	1433	1419	1405
0,20	1591	1577	1563	1550	1537	1524	1511	1298	1286	1274

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,21	1261	1250	1238	1226	1215	1203	1192	1181	1171	1160
0,22	1149	1139	1129	1119	1109	1099	1089	1080	1070	1061
0,23	1052	1043	1034	1025	1016	1007	999	990	982	974
0,24	966	958	950	942	934	927	919	912	905	897
0,25	890	883	876	869	862	856	849	842	836	829
0,26	823	817	810	804	798	792	786	780	775	769
0,27	663	757	752	746	741	736	730	725	720	715
0,28	710	705	700	695	690	685	680	675	671	666
0,29	661	657	652	648	644	639	635	631	626	622
0,30	618	614	610	606	602	698	594	590	586	583
0,31	579	575	571	568	564	561	557	554	550	547
0,32	543	540	537	533	530	527	523	520	517	514
0,33	511	508	505	502	499	496	493	490	487	484
0,34	481	487	476	473	470	467	465	462	459	457
0,35	454	451	449	446	444	441	439	436	434	432
0,36	429	427	425	422	420	418	415	413	411	409
0,37	406	404	402	400	398	396	393	391	389	387
0,38	385	383	381	379	377	375	373	371	370	368
0,39	366	364	362	360	358	357	355	353	351	349
0,40	348	346	344	343	341	339	337	336	334	333
0,41	331	329	328	326	325	323	321	320	318	317
0,42	315	314	312	311	309	308	307	305	304	302
0,43	301	299	298	297	295	294	293	291	290	289
0,44	287	286	285	283	282	281	280	278	277	276
0,45	275	274	272	271	270	269	268	266	265	264
0,46	263	262	261	260	258	257	256	255	254	253
0,47	252	251	250	249	248	247	246	245	244	243
0,48	242	241	240	239	238	237	236	235	234	233
0,49	232	231	230	229	228	227	226	225	224	224
0,50	223	222	221	220	219	218	217	216	216	215
0,51	214	213	212	211	211	210	209	208	207	207
0,52	206	205	204	203	203	202	201	200	200	199
0,53	198	197	197	196	195	194	194	193	192	191
0,54	191	190	189	189	188	187	187	186	185	185
0,55	184	183	183	182	181	181	180	179	179	178
0,56	177	177	176	176	175	174	174	173	172	172
0,57	171	171	170	169	169	168	168	167	167	166
0,58	165	165	164	164	163	163	162	161	161	160
0,59	160	159	159	158	158	157	156	156	156	155
0,60	155	154	154	153	152	152	151	151	150	150
0,61	150	149	149	148	148	147	147	146	146	145
0,62	145	144	144	143	143	142	142	142	141	141
0,63	140	140	139	139	138	138	138	137	137	136
0,64	136	135	135	135	134	134	133	133	132	132
0,65	132	131	131	130	130	130	129	129	128	128
0,66	128	127	127	127	126	126	125	125	125	124
0,67	124	124	123	123	122	122	122	121	121	121
0,68	120	120	120	119	119	119	118	118	118	117
0,69	117	117	116	116	116	115	115	115	114	114
0,70	114	113	113	113	112	112	112	111	111	111

Продолжение

Диагональ отпечатка в мм	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,71	110	110	110	109	109	109	109	108	108	108
0,72	107	107	107	106	106	106	106	105	105	105
0,73	104	104	104	104	103	103	103	102	102	102
0,74	102	101	101	101	101	100	100	99,7	99,4	99,2
0,75	98,9	98,6	98,4	98,1	97,9	97,6	97,3	97,1	96,8	96,6
0,76	96,3	96,1	95,8	95,6	95,3	95,1	94,8	94,6	94,3	94,1
0,77	93,8	93,6	93,3	93,1	92,9	92,6	92,4	92,1	91,9	91,7
0,78	91,4	91,2	91,0	90,7	90,5	90,3	90,3	89,8	89,6	89,4
0,79	89,1	88,9	88,7	88,5	88,2	88,0	87,8	87,6	87,4	87,1
0,80	86,9	86,7	86,5	86,5	86,1	85,8	85,6	85,4	85,2	85,0
0,81	84,8	82,5	84,4	84,2	84,0	83,8	83,5	83,3	83,1	82,9
0,82	82,7	84,6	82,3	82,1	81,9	81,7	81,5	81,3	81,1	80,9
0,83	80,8	80,6	80,4	80,2	80,0	79,8	79,6	79,4	79,2	79,0
0,84	78,8	78,7	78,5	78,3	78,1	77,9	77,7	77,5	77,4	77,2
0,85	77,0	76,8	76,6	76,5	76,3	76,1	75,9	75,7	75,6	75,4
0,86	75,2	75,0	74,9	74,7	74,5	74,4	74,2	74,0	73,8	73,7
0,87	73,5	73,3	73,2	73,0	72,8	72,7	72,5	72,3	72,2	72,0
0,88	71,8	71,7	71,5	71,5	71,2	71,0	70,9	70,7	70,5	70,4
0,89	70,2	70,1	69,9	69,8	69,6	69,4	69,3	69,1	69,0	68,8
0,90	68,7	68,5	68,4	68,2	68,1	67,9	67,8	67,6	67,5	67,3
0,91	67,2	67,0	66,9	66,7	66,6	66,4	66,3	66,2	66,0	65,9
0,92	65,7	65,6	65,4	65,3	65,2	65,0	64,9	64,7	64,6	64,5
0,93	64,3	64,2	64,0	63,9	63,8	63,6	63,5	63,4	63,2	63,1
0,94	63,0	62,8	62,7	62,6	62,4	62,3	62,2	62,0	61,9	61,8
0,95	61,6	61,5	61,4	61,3	61,1	61,0	60,9	60,7	60,6	60,5
0,96	60,4	60,2	60,1	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
0,97	59,1	59,0	58,9	58,8	58,7	58,5	58,4	58,3	58,2	58,0
0,98	57,9	57,8	57,7	57,6	57,4	57,3	57,2	57,1	57,0	56,9
0,99	56,8	56,6	56,5	56,4	56,3	56,2	56,1	56,0	55,9	55,7
1,00	55,6	55,5	55,4	55,3	55,2	55,1	55,0	54,9	54,8	54,6
1,01	54,5	54,4	54,3	54,2	54,1	54,0	53,9	53,8	53,7	53,6
1,02	53,5	53,4	53,3	53,2	53,1	53,0	52,8	52,7	52,6	52,5
1,03	52,4	52,3	52,2	52,1	52,0	51,9	51,8	51,7	51,6	51,5
1,04	51,4	51,3	51,2	51,1	51,0	50,9	50,8	50,7	50,6	50,5
1,05	50,5	50,4	50,3	50,2	50,1	50,0	49,9	49,8	49,7	49,6
1,06	49,5	49,4	49,3	49,2	49,1	49,0	49,0	48,9	48,8	48,7
1,07	48,6	48,5	48,4	48,3	48,2	48,1	48,1	48,0	47,9	47,8
1,08	47,7	47,6	47,5	47,4	47,3	47,3	47,2	47,1	47,0	46,9
1,09	46,8	46,7	46,6	46,6	46,5	46,4	46,3	46,2	46,1	46,1
1,10	46,0	45,9	45,8	45,7	45,6	45,6	45,5	45,4	45,3	45,2
1,11	45,2	45,1	45,0	44,9	44,8	44,7	44,7	44,6	44,5	44,5

Примечания:

1. Табл. 2 может быть использована для нагрузок, кратных указанным в этой таблице.

2. Чтобы получить числа твердости, выраженные в МН/м², следует числа твердости, приведенные в табл. 2, умножить на 9,81.

ИНСТРУКЦИЯ 235—66

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *Г. А. Гаврилкина*
Корректор *Н. Ф. Фомина*

Сдано в набор 3/II 1973 г. Подп в печ 11/VII 1973 г. 4,25 л Тир. 3000

Издательство стандартов, Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 410