

МИКРОТВЕРДОМЕР

ПМТ – 3

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОЛЬЗОВАНИЮ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Основные данные.....	3
3. Принцип действия и оптическая схема	4
4. Конструкция	5
5. Распаковка и монтаж	8
6. Методика работы	9
7. Уход за прибором	14

Приложение:

1. Числа твердости при испытании алмазной пирамидой с углом при вершине 136°	15
2. Каталог частей для машин	17

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Микротвердомер ПМТ-3 представляет собой микроскоп, предназначенный для измерения микротвердости металлов, стекла, абразивов, керамики, минералов и других материалов.

2. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Объективы

Наименование	Фокусное расстояние	Числовая апертура	Увеличение с дополнительной ахроматической линзой F=200 мм	Рабочее расстояние мм	Разрешающая сила при прямом освещении, мк
Эпиобъектив F=23/2 A=0/17	23,17	0,17	8,6 ^x	6,20	1,73
Эпиобъектив F=6,2 A=0,65	6,16	0,65	32,5 ^x	0,87	0,45

Примечание. Эпиобъективы рассчитаны для работы с тубусом «бесконечность»

Окуляры

Наименование	Увеличение	Фокусное расстояние, мм	Линейное поле зрения, мм	Применяемость
Окуляр компенсационный	15 ^x	16,69	11	Для визуального наблюдения
Фотоокуляр	15 ^x	17,00	12	Для фотографирования

Примечание. Компенсационный окуляр 15^x находится в приборе МОВ-1-15^x.

Увеличение микроскопа..... 130 и 487^x

Алмазная пирамида:

 угол при вершине..... 136°

 острие при вершине..... не более 1 мк

 пределы нагрузки..... 2-200 г

Пределы измерения диагоналей

отпечатков (с объективом F=6,2) 0,05 – 0,25 мм

Предметный столик:

 пределы угла поворота..... ~0 – 180°

 пределы продольного перемещения 0 – 10 мм

пределы поперечного перемещения	0 – 10 мм
цена деления шкалы микрометрической подачи	0,01 мм
Действующее относительное отверстие коллектора осветителя	1 : 0,7
Питание – через трансформатор от сети переменного тока 127/220 в. *	
Габаритные размеры:	
микротвердомера в рабочем положении	410x290x200 мм
трансформатора	145x110x70 мм
Вес:	
микротвердомера	21,6 кг
трансформатора	1,72 кг

3. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Принцип действия прибора основан на вдавливании алмазной пирамиды в исследуемый материал под определенной нагрузкой и измерения линейной величины диагонали полученного отпечатка. Число твердости (H) определяется как частное от деления нагрузки P (в кг) на боковую поверхность S (d мм²) отпечатка в предположении, что углы отпечатка соответствуют углам пирамиды:

$$H = \frac{P}{S}.$$

Оптическая схема микроскопа показана на рис.1.

Осветительное устройство позволяет рассматривать исследуемый предмет как в светлом поле (справа), так и в темном поле (слева).

При исследовании предметов в светлом поле луч от источника света 1 через конденсор 2 светофильтр 3, коллективную линзу 4 и ирисовую диафрагму 5 попадает на отражательную пластину 6. Далее луч проходит в объектив 7, попадает на исследуемый предмет 8, отражается от него, снова попадает в объектив 7 и, пройдя отражательную пластину 6, ахроматическую линзу 9 и призму 10, образует изображение предмета в фокальной плоскости окуляр-микрометра 11.

Освещенность предмета при наблюдении в светлом поле регулируется изменением диаметра диафрагмы 5.

* Входное напряжение трансформатора для приборов, поставляемых на экспорт, – по специальному заказу.

Призма *10* отклоняет луч на 45° , что создает удобства при работе на приборе.

Переход к работе в темном поле осуществляется поворотом держателя *12* отрагательной пластинки и зеркала при помощи рукоятки *13* (рис. 2).

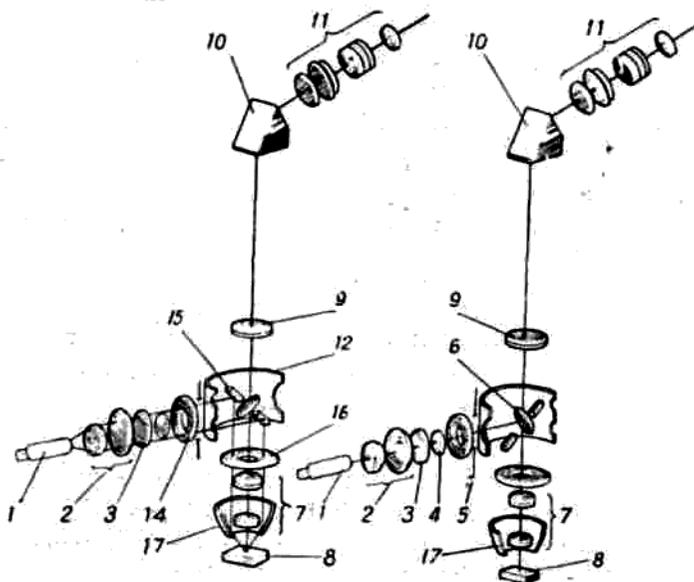


Рис. 1

При работе в темном поле луч проходит светофильтр *3* (рис. 1, слева), кольцевую диафрагму *14* и попадает на отрагательное зеркало *15*. Далее, пройдя кольцевую диафрагму *16*, луч отражается от параболического зеркала *17*, попадает на исследуемый предмет *8*, отражается от него и проходит тот же путь, что и при наблюдении в светлом поле.

4. КОНСТРУКЦИЯ

Основными частями микротвердомера являются штатив с предметным столиком и головка с механизмом нагружения.

Штатив состоит из основания *18* (рис. 2) и колонки *19*, имеющей снаружи ленточную резьбу для перемещения в вертикальном направлении кронштейна *20* с тубусом при помощи гайки *21*. Кронштейн закрепляется на колонке при помощи разрезной втулки зажимным винтом *22* (рис. 3), который при работе должен быть зажат.

В кронштейне размещены механизмы грубого и микрометрического движения тубуса микроскопа. Вращая барашки 23 (рис. 2 и 3) грубого движения и барашек 24 (рис. 2) микрометрического движения, можно перемещать тубус вверх и вниз.

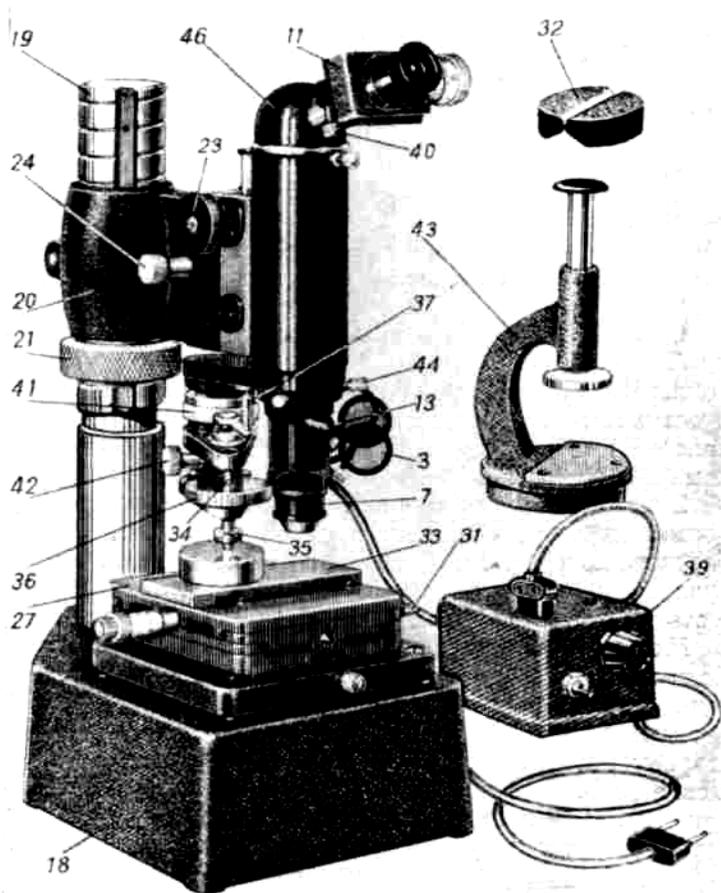


Рис. 2

Механизм грубого движения имеет регулировку хода. Если один барашек грубого движения немного развернуть относительно другого, ход движения тубуса будет тяжелее или легче, в зависимости от того, в какую сторону развернуты барашки. Кроме того, грубое движение можно застопорить при помощи рукоятки 25 (рис. 3). На барашке 26 имеется шкала, одно деление которой соответствует 0,002 мм подъема или опускания тубуса.

Предметный столик 27 (рис. 2) укреплен на основании штатива тремя винтами. Верхняя часть столика, на которую устанавливается предмет, может перемещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях с помощью винтов 28 (рис. 3) и 29. Отпустив стопорный винт 30, можно рукояткой 31 (рис. 2) поворачивать столик от упора до упора.

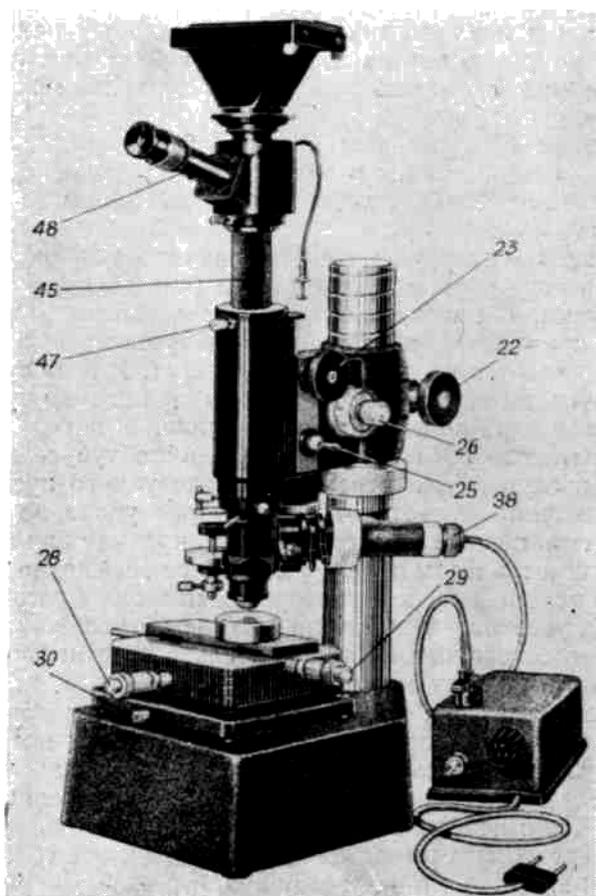


Рис. 3

Призма 32 применяется при исследовании поверхностей цилиндрических предметов; на пластинку 33 с помощью пластилина можно поместить предмет любой конфигурации.

Механизм нагружения состоит из штока 34, укрепленного на двух пружинах, расположенных внутри корпуса механизма. В нижний конец штока вставляется оправка 35 с алмазной пирамидой, а на

утолщенную часть штока кладется гиря 36 (из разновеса). Для получения отпечатка штоки опускают плавным вращением рукоятки 37 арретира против часовой стрелки.

Осветитель 38 (рис. 3) укреплен на тубусе микроскопа и служит для освещения исследуемого предмета. При повороте рукоятки 13 (рис. 2) от упора до упора осветитель позволяет рассматривать предмет как в светлом, так и в темном поле. Равномерное освещение достигается перемещением и разворотом патрона с лампой.

При установке осветителя 38 (рис. 3) необходимо соблюдать осторожность, так как сдвиг осветителя вызовет разъюстировку прибора.

Светофильтры 3 (рис. 2) осветителя предназначены для повышения контрастности исследуемого предмета.

Лампа осветителя питается от сети через трансформатор 39. Трансформатор выпускается включенным на 220 в. Если необходимо переключить его на 127 в, следует передвинуть рычаг через окно в доньшке трансформатора и установить на цифру «127».

Винтовой окуляр-микрометр 11 закрепляется на трубке насадки винтом 40. Окуляр-микрометр при установке должен быть развернут так, чтобы направление движения перекрестия сетки проходило через диагональ отпечатка и чтобы барабанчик микрометра находился справа от исследователя.

5. РАСПАКОВКА И МОНТАЖ

Распаковку прибора нужно производить в следующем порядке:

1. Вынуть ящики с головкой прибора и с принадлежностями из укладочной коробки.

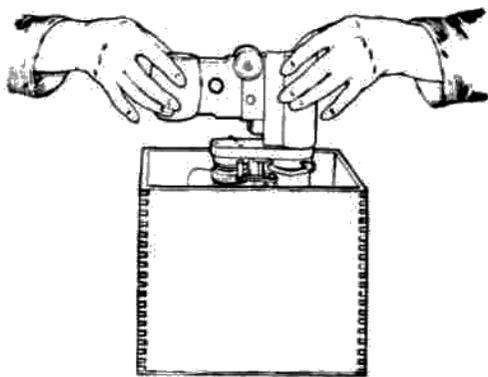


Рис. 4

2. Взяться рукой за колонку штатива и вынуть штатив вместе с фанерой из коробки. Вывернув крепежные винты, снять с фанеры штатив, прессик и трансформатор.

3. Прежде чем установить головку с механизмом нагружения на штатив, поднять гайку 21 по колонке 19 так, чтобы зуб гайки выступил выше торца колонки; затем осторожно вынуть из ящика головку прибора, как показано на рис. 4. При этом особенно осторожно обращаться с механизмом нагружения (рис. 5).

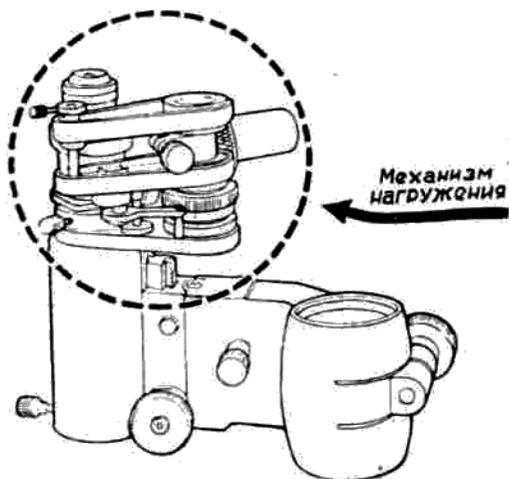


Рис. 5

Небольшой нажим на механизм, сотрясение или удар собьют центровку штока, т. е. выведут прибор из строя.

При *монтаже* следует завести кронштейн головки внутренней нижней расточкой на зуб гайки, причем развернуть кронштейн так, чтобы его шпонка была направлена против паза колонки. Вращая гайку по часовой стрелке, установить всю головку в рабочее положение. Подложить под прибор резиновый амортизатор.

6. МЕТОДИКА РАБОТЫ

Подготовка к работе

Прежде чем приступить к работе на приборе, необходимо проверить «чувствительность» механизма нагружения. Он должен быть отрегулирован по высоте так, чтобы при точной фокусировке микроскопа на исследуемый предмет без груза алмазная пирамида не оставляла отпечатка на шлифе из мягкого металла (алюминия) или

каменной соли; при нагрузке 0,5 г алмазная пирамида должна оставлять отпечаток, видимый в микроскоп. Проверка «чувствительности» механизма нагружения производится при увеличении 487^x.

«Чувствительность» механизма нагружения со временем может нарушиться. Восстановление ее производится вращением регулировочной гайки 41 (рис. 2). Для этого нужно предварительно освободить винт 42, стягивающий лапки наружной втулки, и после регулировки «чувствительности» механизма нагружения вновь затянуть его.

Далее следует определить цену деления барабана, винтового окуляр-микрометра (масштаб увеличения). Для этого необходимо:

1. Перемещением оправы глазной линзы установить окуляр на резкое изображение сетки.

2. На предметный столик поместить объект-микрометр и перемещением тубуса (грубой и микрометрической наводкой) установить резкое изображение объект-микрометра, который нужно повернуть так, чтобы его штрихи были параллельны штрихам неподвижной шкалы окуляра.

Совместить перекрестие подвижной сетки с изображением штриха объект-микрометра и снять отсчет с измерительного барабана окуляр-микрометра. Вращением измерительного барабана сместить перекрестие на возможно большее число делений шкалы объект-микрометра и снова снять отсчет по измерительному барабану. При этом необходимо учитывать мертвый ход окуляр-микрометра, т. е. перекрестие подводить с одной стороны. Разность отсчетов дает число делений окуляр-микрометра, уместившихся в определенном числе делений объект-микрометра.

Цена деления барабана окуляр-микрометра (E) определяется по формуле:

$$E = \frac{T \cdot Z}{A},$$

где T – число делений объект-микрометра;
 Z – цена делений объект-микрометра;
 A – разность отсчетов окуляр-микрометра.

Пример. В тринадцати делениях объект-микрометра уложилось 413 делений барабана (четыре полных оборота и тринадцать делений барабана). Цена деления объект-микрометра—0,01 мм. Значит, одно деление барабана окуляр-микрометра в плоскости объекта будет соответствовать.

$$E = \frac{13 \cdot 0,01}{413} = 0,000315 \text{ мм}$$

Прибор должен быть отцентрирован так, чтобы отпечаток, полученный от вдавливания алмазной пирамиды под нагрузкой, располагался приблизительно в центре поля зрения.

Центрировка производится следующим образом. Прежде всего во избежание поломки алмаз необходимо приподнять поворотом рукоятки 37 по часовой стрелке до упора. Шлиф из алюминия или каменной соли закрепить на предметном столике под объективом $F = 6,2$. Столик должен быть прижат к левому упору (см. рис. 3).

Исследуемую поверхность шлифа расположить с помощью ручного прессика 43 (рис. 2) параллельно рабочей плоскости столика. Сфокусировать микроскоп на поверхность шлифа при помощи грубого и микрометрического движения. Поместить на утолщенную часть штока механизма нагружения гирю 36 весом 5 г. Рукояткой 31 повернуть столик против часовой стрелки до упора, после чего он должен занять положение, показанное на рис. 2. Вращением рукоятки 37 против часовой стрелки произвести накол. Поднять алмаз и повернуть столик в прежнее положение (см. рис. 3).

Если прибор не расцентрирован, центр отпечатка должен совпасть с центром перекрестия сетки окуляр-микрометра, установленного в нулевое положение, то есть перекрестие подвижной сетки должно совместиться с делением «4» неподвижной сетки при установке барабанчика окуляр-микрометра на «0».

В случае несовпадения отпечатка с центром перекрестия прибор надо доцентрировать. Для этого центрировочными винтами 44 (рис. 2) подвести центр отпечатка с возможной точностью (на глаз) к центру перекрестия сетки окуляр-микрометра, установленного в нулевое положение. Перемещая столик винтами 28 (рис. 3) и 29, выбрать новое место на шлифе и вновь сделать отпечаток. Операции накола и доцентрировки повторять до тех пор, пока будет достигнуто полное совпадение центра отпечатка с центром перекрестия окуляра. Если отпечаток поместился вне поля зрения микроскопа, необходимо заменить объектив $F = 6,2$ объективом $F = 23,2$, произвести предварительную центрировку с гирей весом 100 г (для получения большого накола) и только после этого окончательно отцентрировать прибор с объективом $F = 6,2$ и гирей 5 г.

Работа на приборе

Определение микротвердости нужно производить в следующем порядке:

1. При помощи ручного прессика 43 (рис. 2) закрепить предмет пластилином на пластинке 33 (рис. 2) так, чтобы его исследуемая поверхность расположилась параллельно рабочей плоскости столика.

2. Поместить на утолщенную часть штока груз.

3. При положении столика, показанном на рис. 3, выбрать место на предмете для производства отпечатка. При исследовании металлического предмета расстояние от центра отпечатка до края предмета или между центрами соседних отпечатков должно быть не менее двух диагоналей отпечатка, а при исследовании минералов — не менее пяти диагоналей; толщина предмета не должна быть меньше полутора диагоналей отпечатка. При исследовании отдельных структурных составляющих металлических сплавов действуют те же правила. Границей предмета служит граница исследуемого зерна.

4. Плавно повернуть предметный столик против часовой стрелки до упора, как показано на рис. 2, не допуская толчков при подведении к упору. Закрепить столик в этом положении винтом 30 (рис. 3).

5. Медленным поворотом рукоятки 37 (рис. 2) против часовой стрелки опустить шток так, чтобы алмаз коснулся поверхности исследуемого предмета. Рукоятку поворачивать приблизительно на 180° в течение 10—15 сек. После надлежащей выдержки (5 сек) под нагрузкой повернуть рукоятку в исходное положение.

Отжать винт 30 (рис. 3) и повернуть предметный столик в прежнее положение до упора, как показано на рис. 3. Чтобы избежать удара об упор и смещения предмета с установленного положения, столик нужно поворачивать очень осторожно.

7. Измерить диагональ отпечатка при помощи окуляр-микрометра. Винтами 28 и 29 подвести отпечаток к перекрестию, при этом обе стороны перекрестия должны прилегать к двум сторонам отпечатка (рис. 6, установка 1). После того как отпечаток совмещен с перекрестием, нужно произвести отсчет по измерительному барабану окуляр-микрометра. Затем вращать измерительный барабан до тех пор, пока перекрестие окуляра не совместится с противоположными двумя сторонами отпечатка (рис. 6, установка 2) и снова произвести отсчет по окуляр-микрометру. Разница отсчетов, умноженная на цену деления измерительного барабана, даст истинную величину диагонали отпечатка.

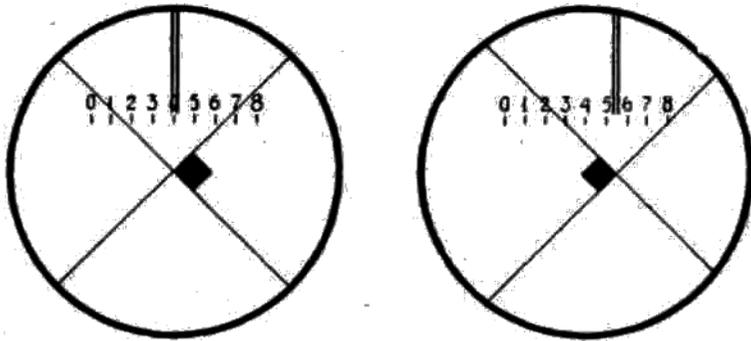


Рис. 6

Число твердости можно определить по таблице (приложение 1) или подсчитать по формуле

$$H = \frac{1854P}{C^2},$$

где H – число твердости в $кг/мм^2$;

P – нагрузка в $г$;

C – диагональ отпечатка в $мк$.

Фотографирование

Отпечатки, полученные от вдавливания алмазной пирамиды, можно сфотографировать. Для этого нужно использовать микрофотонасадки МФН-7 с камерой 6,5x9 и МФН-8 с камерой 9x12, а также МФН-9 и МФН-12 с пленочными камерами (микрофотонасадки приобретаются по особому заказу). Для фотографирования отпечатков к прибору прилагается вертикальный тубус 45 (рис. 3).

Для установки фотонасадки снимают с тубуса микроскопа окуляр-микрометр, вместо наклонной насадки 46 (рис. 2) вставляют тубус 45 (рис. 3) и закрепляют его при помощи винта 47, затем устанавливают фотоокуляр 7, 10 или 15^x (два первых входят в комплект насадки). Далее на конце насадки закрепляют фотокамеру, и наблюдение за поверхностью предмета ведут через окулярную трубку 48 микрофотонасадки.

Окончательную установку на резкость для фотографирования производят как обычно, то есть при помощи винта микроподачи.

7. УХОД ЗА ПРИБОРОМ

Прибор выпускается тщательно проверенным и смазанным особой смазкой. Упаковка обеспечивает сохранность прибора при его перевозке.

Если на приборе появится пыль, ее следует смахнуть мягкой чистой кисточкой, а затем обтереть прибор мягкой чистой салфеткой.

Прибор необходимо периодически протирать мягкой салфеткой, пропитанной бескислотным вазелином, а затем сухой мягкой салфеткой.

В случае, если смазка в направляющих грубого движения тубуса прибора или в подвижной части столика сильно загрязнилась и загустела, следует, смыв ее ксилолом или бензином и протерев трущиеся поверхности чистой тряпочкой, слегка смазать направляющие бескислотным вазелином или специальной смазкой.

Большое внимание необходимо уделять чистоте оптических частей прибора, особенно объективов. Чтобы предохранить объективы от оседания пыли на их внутренних поверхностях, рекомендуется всегда оставлять окуляр-микрометр на тубусе прибора.

Нельзя касаться пальцами поверхностей линз. При чистке внешних поверхностей линз следует удалять с них пыль мягкой кисточкой, предварительно хорошо промытой в эфире. Если этого окажется недостаточно, нужно протереть линзы мягкой салфеткой, слегка смоченной бензином, эфиром или ксилолом.

При чистке глубоко сидящей в оправе последней линзы объектива после удаления пыли мягкой беличьей кистью поверхность линзы осторожно протирают чистой салфеткой или ватой, намотанной на палочку. Вату и тряпочку нужно слегка смочить спиртом.

Объектив и окуляр с загрязненными внутренними поверхностями линз рекомендуется отправлять для чистки в оптическую мастерскую.

Надо внимательно следить за гранями и острием алмазной пирамиды, так как всякое повреждение их нарушит точность измерений. Повреждения граней и острия легко обнаружить при рассматривании отпечатков на мягких материалах (алюминий и др.).

Поврежденную алмазную пирамиду необходимо заменить.

Не рекомендуется разбирать прибор для устранения неисправностей. В этом случае следует отправить его в оптическую мастерскую или на предприятие-изготовитель.

ЧИСЛА ТВЕРДОСТИ
при испытании алмазной пирамидой с углом при вершине 136°

Диагональ отпечатка, мк	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	–	–	–	–	–	7420	5150	3780	2900	2290
10	1850	1530	1290	1100	946	824	724	642	572	514
20	464	420	383	350	322	297	274	254	236	221
30	206	193	181	170	160	151	143	135	128	122
40	116	110	105	100	95,8	91,6	87,6	84,0	80,5	77,2
50	74,2	71,3	68,6	66,0	63,6	61,3	59,1	57,1	55,1	53,3
60	51,5	49,8	47,8	46,7	45,3	43,9	42,6	41,3	40,1	39,0
70	37,8	36,8	35,8	34,8	33,9	33,0	32,1	31,3	30,5	29,7
80	29,0	28,3	27,6	26,9	26,3	25,7	25,1	24,5	24,0	23,4
90	22,9	22,4	21,9	21,4	21,0	20,5	20,1	19,7	19,3	18,9
100	18,5	18,2	17,8	17,5	17,1	16,8	16,5	16,2	15,9	15,6
110	15,3	15,1	14,8	14,5	14,3	14,0	13,8	13,5	13,3	13,1
120	12,9	12,7	12,5	12,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1
130	11,0	10,8	10,6	10,5	10,3	10,2	10,0	9,88	9,74	9,60
140	9,46	9,33	9,20	9,07	8,94	8,82	8,70	8,58	8,47	8,35
150	8,24	8,13	8,03	7,92	7,82	7,72	7,62	7,52	7,43	7,34
160	7,24	7,15	7,07	6,98	6,90	6,81	6,73	6,65	6,57	6,49
170	6,42	6,34	6,27	6,20	6,13	6,06	5,99	5,92	5,85	5,79
180	5,72	5,66	5,60	5,54	5,48	5,42	5,36	5,30	5,25	5,19
190	5,14	5,08	5,03	4,98	4,93	4,88	4,83	4,78	4,73	4,68
200	4,64	4,58	4,54	4,50	4,46	4,42	4,38	4,32	4,28	4,24

Диагональ отпечатка, мк	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
210	4,20	4,16	4,12	4,08	4,06	4,02	3,98	3,94	3,90	3,86
220	3,83	3,80	3,76	3,74	3,70	3,66	3,64	3,60	3,56	3,54
230	3,50	3,48	3,44	3,42	3,38	3,36	3,34	3,30	3,28	3,24
240	3,22	3,19	3,17	3,14	3,11	3,09	3,06	3,04	3,02	2,99
250	2,97	2,94	2,92	2,90	2,87	2,85	2,83	2,81	2,79	2,76
260	2,74	2,72	2,70	2,68	2,66	2,64	2,62	2,60	2,58	2,56
270	2,54	2,53	2,51	2,49	2,47	2,45	2,43	2,42	2,40	2,38
280	2,36	2,35	2,33	2,32	2,30	2,28	2,27	2,25	2,24	2,22
290	2,21	2,19	2,18	2,16	2,15	2,13	2,12	2,10	2,09	2,07
300	2,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Таблица взята из книги Хрушова М. М. и Берковича Е.С. Приборы ПМТ-2 и ПМТ-3 для испытания на микротвердость.

2. Таблица составлена для нагрузки 100 г; при других нагрузках число Твердости, полученное по этой таблице, умножают на частное от деления выбранной нагрузки на 100.

Пример 1. Определить H для нагрузки 200 г при диагонали отпечатка 155 мк. Число твердости для этого отпечатка при нагрузке 100 г равно 7,72. При нагрузке 200 г число твердости будет:

$$H = 7,72 \cdot \frac{200}{100} = 15,4 \text{ кг} / \text{мм}^2$$

Пример 2. Определить H для нагрузки 25 г при диагонали отпечатка 15 мк. Число твердости для этого отпечатка при нагрузке 100 г равно 824. При нагрузке 25 г и той же диагонали число твердости будет;

$$H = 824 \cdot \frac{25}{100} = 206 \text{ кг} / \text{мм}^2$$

КАТАЛОГ
частей для замены

№ пп	Наименование	№ сборки или детали
1	Алмазная пирамида	С622
2	Амортизатор	Дет. 87
3	Винт для крепления столика	НУС 5x30
4	Винт для центрировки объективов	Дет. 59
5	Винт прижимный	МФН-1 дет. 94-27
6	Винт стопорный	Дет. 66
7	Винт упорный	Дет. 78
8	Гиря 0,5 г	Дет. 63
9	Клемма столика микроскопа	Н1 37-55
10	Колпачок насадки	Н1 76-55
11	Лампа	СЦ61
12	Микрометр окулярный винтовой	МОВ-1-15 ^x
13	Насадка монокулярная наклонная	Н186-55
14	Объект-микрометр	ОМО, с6104
15	Окуляр симметричный 15 ^x	АТ-36, с6206
16	Пластинка	Дет. 51
17	Прессик	ПМТ-П
18	Призма	Дет. 61
19	Разновес	ПМТ-Р
20	Трансформатор	ТР-10, с6100
21	Тубус вертикальный	1Н251-55
22	Эпиобъектив $F=6,2, A=0,65$	ОЭ-6
23	Эпиобъектив $F=23,2, A=0,17$	ОЭ-23

