

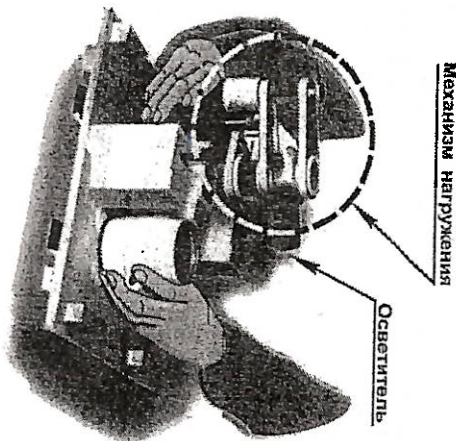
**ВНИМАНИЕ!**

**Микротвердомер ПМТ-3М улакован в новую улаковку!**

Во избежание поломок микротвердомера, прежде чем начать распаковку и установку углов на штатив, внимательно изучите раздел паспорта «Порядок установки и подготовка к работе».

**Пожалуйста, не прикасайтесь к механизму нагружения и осветителю!**

Небольшой нажим на механизм, легкий удар или сотрясение вызывают центрировку штатка и выведут микротвердомер из рабочего состояния, а сдвиг осветителя вызовет разъюстировку прибора.



- Деревянный футляр вскрывать, соблюдая следующий порядок:
- Открыть замки. Поднять за ручку и снять верхнюю часть улаковки.
  - Отжав винты, откинуть прижимную плиту.
  - Вынимать из улаковки тубусдержатель с тубусом, механизмом нагружения и осветителем, как показано на рисунке.
  - Далее выполнить указания раздела 8.2 паспорта на микротвердомер ПМТ-3М.

АО «ЛОМО»

**МИКРОТВЕРДОМЕР  
ПМТ-3М**

Паспорт

Ю-33.27.933 ПС

Рет. № 12852-81  
Паспорт, раздел Ю-  
"Метрика ЛОМОВЕРКИ"

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение .....	4
2 Основные технические данные и характеристики .....	4
3 Комплектность .....	5
4 Устройство и принцип работы .....	6
5 Устройство и работа составных частей микротвердомера .....	7
6 Указания мер безопасности .....	10
7 Маркирование .....	10
8 Порядок установки и подготовка к работе .....	10
9 Работа с микротвердомером .....	13
10 Методика поверки .....	18
11 Возможные неисправности и способы их устранения .....	24
12 Правила обращения с микротвердомером, хранение и транспортирование .....	25
13 Свидетельство о приемке .....	26
14 Свидетельство о консервации .....	26
15 Свидетельство об упаковывании .....	27
16 Гарантии изготовителя .....	27
17 Сведения о рекламациях .....	28
18 Перечень деталей и узлов для дополнительного заказа .....	29
Приложение А – Рисунки .....	30

## ВНИМАНИЕ!

В связи с постоянным усовершенствованием конструкции и электрических схем микротвердомера в его паспорте могут быть не отражены частичные конструктивные изменения, не влияющие на качество работы и правила эксплуатации.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящий паспорт предназначен для изучения принципа действия, конструкции и правил эксплуатации микротвердомеров ПМТ-3М и ПМТ-3М1 (далее – микротвердомер), предназначенные для визуального наблюдения микроструктуры металлов, сплавов и других непрозрачных объектов при освещении в светлом и темном поле, поляризованном свете и для испытания на микротвердость методом вдавливания алмазных наконечников в испытуемый материал.

Измерение длин диагоналей или сторон отпечатков производится с помощью винтового окулярного микрометра МОВ-1-16<sup>x</sup> или фотоэлектрического окулярного микрометра ФОМ-2-16 (в комплект поставки не входит).

Нагрузка на алмазные наконечники осуществляется комплектом гирь Ю-42.82.462.

Диапазон применяемых нагрузок от 0,0196 до 4,9 Н (от 0,002 до 0,500 кгс).

Управление нагрузками – ручное.

Увеличение микроскопа 130, 500, 800.

Питание светодиода осветителя осуществляется через встроенный в основание прибора источник электропитания от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или напряжением 110 В, частотой 60 Гц. Микротвердомер является безопасным для здоровья, жизни, имущества потребителя и для окружающей среды и соответствует требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75.

## 2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Увеличение микроскопа микротвердомера .... 130, 500, 800

2.2 Линейное поле микроскопа микротвердо-  
мера в плоскости предмета, мм; не менее:

с объективом F = 25,0; A = 0,17 ..... 1,38

с объективом F = 6,3; A = 0,60 ..... 0,34

с объективом F = 4,0; A = 0,85 ..... 0,22

2.3 Диапазон нагрузки, Н (кгс) ..... от 0,0196 до 4,9  
(от 0,002 до 0,500)

2.4 Пределы координатного перемещения пред-  
метного столика в двух взаимноперпендикулярных  
направлениях, мм ..... 0 и 10

2.5 Цена деления шкал барабанчиков микромет-

рических винтов координатного перемещения, мм ..... 0,01

2.6 Габаритные размеры микротвердомера, мм,  
не более ..... 270 × 290 × 470

2.7 Масса микротвердомера, кг, не более ..... 22

2.8 Питание осуществляется через блок питания от сети пере-  
менного тока напряжением 220 В.

2.9 В микротвердомере драгоценные материалы не содержатся.

2.10 В микротвердомере содержится 2,35 кг латуни и 2,50 кг  
дюралюминия.

## 3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1 Комплект поставки микротвердомера указан в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Количество	
		ПМТ-3М	ПМТ-3М1
Микротвердомер ПМТ-3М	Ю-33.27.933	1	-
Микротвердомер ПМТ-3М1	Ю-33.27.935	-	1
<b>Комплект инструмента и принадлежностей</b>			
Пресс-гирь ПМТ-1	Ю-41.49.717	1	1
Микрометр окулярный винтовой МОВ-1-16 <sup>x</sup>	Ю-42.39.546	1	1
Микрометр фотоэлектрический окулярный ФОМ-2-16*	Ю-30.74.029	1	1
Комплект гирь	Ю-42.82.462	1	1
Наконечник НПМ ГОСТ 9377-81		1	1
Наконечник НПМК		1	1
Наконечник НПМБ ТУ 2-037-658-90		-	1
Образец каменной соли в футляре ТУ 2-037-658-90	Ю-42.84.017	1	1
Колпачок	Ю-26.17.764	1	1
Пластина	Ю-61.85.434	1	1
Мешочек защитный	Ю-61.98.119	1	1
Призма	Ю-61.78.190	1	1
Амортизатор	Ю-75.74.653	1	1

## Продолжение таблицы 1

Наименование	Обозначение	Количество	
		ПМТ-3М1	ПМТ-3М1
Осветитель светодиодный		1 (в приборе)	1 (в приборе)
Вставка планая (1) 2А, 250 V (5x20) mm		4 (две в приборе)	4 (две в приборе)
Кабель 10 А 250 V, фирма «SCHUKTER», Германия		1	1
Насадка монокулярная	Ю-28.13.722	1	1
Тубус вертикальный*	Ю-28.54.102	1	1
Объектив-планшхромат О1А-11 с оправой f=4,0 мм, A=0,85	Ю-41.13.336	1	1
Эпιοобъектив-планхромат ОЭ-25 f=25,0 мм, A=0,17	Ю-41.15.727	1	1
Эпιοобъектив-планхромат ОЭ-5 в футляре f=6,3 мм, A=0,60	Ю-41.64.261	1	1
Окуляр симметричный 15° АГ-36*	Ю-41.33.234	1	1
Комплект эксплуатационных документов			
Микровердомер ПМТ-3М1	Ю-33.27.933 ПС	1	1
Паспорт		1	1
Комплект гирь. Паспорт	Ю-42.82.462 ПС	1	1

\*Поставляется в соответствии с договором.

## 4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

В состав микротвердомера входят следующие узлы: штатив, предметный столик, узел механизма нагружения, тубус с осветителем, монокулярная насадка, комплект объективов и окулярный микромер.

Микровердомеры ПМТ-3М1 и ПМТ-3М1 различаются комплектацией алмазных наконечников.

Принцип действия микротвердомера основан на вдавливании алмазного наконечника (пирамиды) в исследуемый материал под определенной нагрузкой и измерении линейной величины диагонали или стороны полученного отпечатка. Число микровердоности определяется делением нормальной нагрузки, приложенной к алмазному наконечнику, на условную площадь боковой поверхности полученного отпечатка

$$HV = F/S.$$

(1)

Оптическая схема микроскопа показана на рисунке 1. Микроскоп микровердомера позволяет наблюдать объекты в светлом и темном полях.

При исследовании объектов в светлом поле луч от источника света 1 через конденсор 2, светофильтр 3, коллекторную линзу 4 и ирисовую диафрагму 6 падает на отражательную пластину 7.

Далее луч проходит в объектив 10, падает на исследуемый предмет 12 и, пройдя отражательную пластинку 7, падает на ахроматическую линзу 13 и призму 14, образует изображение предмета в фокальной плоскости окулярного микрометра 15.

Освещенность предмета при наблюдении в светлом поле регулируется изменением диаметра диафрагмы 6.

Призма 14 отклоняет луч на 45°, что создает удобства при работе на приборе.

Переход к работе в темном поле осуществляется поворотом держателя отражательной пластинки и зеркала при помощи рукоятки 7 (рисунок 2).

При работе в темном поле луч проходит светофильтр 3 (рисунок 1), кольцевую диафрагму 5 и падает на отражательное зеркало 8. Далее, пройдя кольцевую диафрагму 9, луч отражается от параболического зеркала 11, падает на исследуемый предмет 12, отражается от него и проходит тот же путь, что и при наблюдении в светлом поле.

На рисунке 3 показана общая электрическая схема микровердомера, которая включает в себя:

- осветитель микроскопа, в качестве источника света которого используется светодиод;
- блок питания светодиода осветителя, встроенный в основание микроскопа.

Описание электрической системы фотоэлектрического, окулярного микрометра ФОМ-2-16, приводится в его паспорте.

Подключение перечисленных блоков и устройств, входящих в электрическую систему микровердомера, производится в соответствии с общей электрической схемой микровердомера.

## 5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МИКРОТВЕРДОМЕРА

Общий вид микровердомера показан на рисунках 2, 4.

Составными частями микротвердомера являются штатив с предметным столиком, тубусодержатель с тубусом и механизмом нагружения.

Штатив состоит из основания 1 (рисунок 2) и колонки 20, имеющей снаружи ленточную резьбу для перемещения в вертикальном положении тубусодержателя 15 с тубусом при помощи гайки 17.

Тубусодержатель закрепляется на колонке при помощи резной втулки винтом 16, который при работе должен быть зажат.

В тубусодержателе размещены механизмы грубого и микрометрического движения тубуса микротвердомера.

Вращая барашек 13 грубого движения и барашек 14 микрометрического движения, можно перемещать тубус вверх и вниз.

Кроме того, механизм грубого движения можно застопорить при помощи рукоятки 9.

На барашке 14 имеется шкала, одно деление которой соответствует 0,002 мм перемещения тубуса.

### 5.1 Предметный столик

Предметный столик 6 закреплен на основании штатива тремя винтами. Верхняя часть столика, на которую устанавливается предмет, может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью винтов 4. Отсутствия стопорный винт 5, можно рукояткой 1 (рисунок 4) поворачивать столик от упора до упора.

На пластине 2 с помощью пластилина и прессики можно установить предмет любой конфигурации. Для исследования поверхностей цилиндрических предметов в комплект микротвердомера входит специальная металлическая призма.

### 5.2 Механизм нагружения

Механизм нагружения состоит из штока 9, закрепленного на двух пружинах, расположенных внутри корпуса механизма. На штоке закреплен узел – воздушный демпфер 8.

В держатель 11 устанавливается алмазный наконечник 13, а на утопленную часть штока устанавливается гиря 10 из комплекта гирь. Для получения отпечатка шток опускают плавным вращением рукоятки 5 аррестира против часовой стрелки.

### 5.3 Осветитель

Осветитель 19 (рисунок 2) закреплен на тубусе микроскопа и служит для освещения исследуемого объекта. При повороте рукоятки 7 от упора до упора осветитель позволяет рассматривать предмет как в светлом, так и в темном поле. Равномерное освещение достигается перемещением и разворотом патрона со светодiodом 18.

**ВНИМАНИЕ!** При установке патрона со светодiodом необходимо соблюдать осторожность, так как сдвиг осветителя вызовет разъяострировку микротвердомера.

Светофильтры 21 осветителя предназначены для повышения контрастности исследуемого предмета.

Светодiod осветителя питается от блока питания, встроенного в основание 1 микротвердомера. Включается блок питания тумблером 2. Рукоятка 3 служит для регулировки силы света осветителя. Блок питания встроенный работает от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Патрон со светодiodом соединен с блоком питания, находящимся в основании прибора.

### 5.4 Окулярные микрометры

Окулярный микрометр 11 устанавливается на тубусе наклонной монокулярной насадки 12 и закрепляется винтом 10.

### 5.5 Фотографирование

Отпечатки, полученные от вдавливания алмазного наконечника, можно фотографировать. Для этого нужно использовать микрофотонасадку типа МФН-12 (в комплект микротвердомера не входит).

Для установки фотонасадки следует снять с тубуса микроскопа микротвердомера окулярный микрометр и монокулярную насадку 12. Вместо наклонной насадки установить вертикальный тубус и закрепить его при помощи зажимного винта, затем установить фотоокуляр. На конце вертикального тубуса закрепить микрофотонасадку, наблюдение за поверхностью предмета вести через окулярную трубку микрофотонасадки.

Окончательную фокусировку на объект при фотографировании производить при помощи барашка микрометрического перемещения.

## 6 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

При работе с микротвердомером источником опасности является электрический ток.

При работе с микротвердомером следует соблюдать меры безопасности, соответствующие мерам, принимаемым при эксплуатации электроустановок с напряжением до 1000 В согласно "Правилам технической эксплуатации установок потребителей", утвержденным Министерством России приказом № 6 от 13.01.2003 г. и "Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок", утвержденным приказом № 328н Министерства труда и соцзащиты РФ от 24.07.2013 г.

Запрещается производить замену плавких вставок при включенном в сеть блоке питания.

## 7 МАРКИРОВАНИЕ

На микротвердомере нанесены его шифр, товарный знак предприятия-изготовителя и порядковый номер, два первых знака которого обозначают год изготовления микротвердомера.

## 8 ПОРЯДОК УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 8.1 Распаковка микротвердомера

Распаковывать микротвердомер необходимо, только после того как он примет комнатную температуру, в следующем порядке.

8.1.1 Вскрыть упаковку и вынуть эксплуатационную документацию из упаковки в верхнем вкладыше.

Снять верхний вкладыш.

Вынуть упаковки принадлежности.

8.1.2 Вскрыть упаковки с принадлежностями. Упаковку № 2 вскрывать, соблюдая предосторожности, в соответствии с указаниями в п. 8.1.5.

8.1.3 Проверить комплектность по прилагаемому паспорту.

8.1.4 Из всех упаковок, кроме упаковки № 2, вынуть составные части и принадлежности микротвердомера.

8.1.5 Вскрыть упаковку № 2. Вынуть полистирольные вкладыши 1, 2, 3. Аккуратно, острым ножом разрезать коробку по линиям стыба, указанным на коробке.

Вынуть полистирольные упаковочные вкладыши 4 и 5.

**ОСТОРОЖНО**, как указано на рисунке 5, вынуть из упаковки тубусдержатель микротвердомера, не прикасаясь к механизму нагружения и осветителю.

**ВНИМАНИЕ!** Не следует прикасаться к механизму нагружения и осветителю т.к. небольшой нажим, легкий удар или сотрясение сообразно центрировку штока и выведут микротвердометр из рабочего состояния, а свитч осветителя приведет к разьнострировке.

### 8.2 Установка узлов

8.2.1 Прежде чем установить тубусдержатель с тубусом и механизмом нагружения на штатив, следует поднять тайку 17 (рисунок 2) по колонке 20 так, чтобы зуб гайки выступил выше торца колонки; затем осторожно вынуть из ящика тубусдержатель с тубусом и механизмом нагружения. При этом особенно осторожно обращаться с механизмом нагружения. Небольшой нажим на механизм, сотрясение или легкий удар сообразно центрировку штока, т.е. выведут механизм нагружения, а следовательно, и микротвердомер из строя.

8.2.2 Завести тубусдержатель с тубусом внутренней нижней расточкой на зуб гайки, причем развернуть тубусдержатель так, чтобы его шпонка была направлена против паза колонки. Вращая гайку по часовой стрелке, установить тубусдержатель с тубусом в рабочее положение. Подложить под микротвердомер резиновый амортизатор.

На верхний срез тубуса установить наклонную насадку 12 и закрепить ее при помощи винта 7 (рисунок 4), а в резьбовое отверстие осветителя снизу повернуть объектив. На трубку наклонной насадки установить окулярный микрометр (из комплекта) и закрепить его винтом 10 (рисунок 2).

8.2.3 Вставить алмазный наконечник 13 (рисунок 4) в держатель // хвостовиком в отверстие до упора в торец так, чтобы риски, нанесенные на оправе алмазного наконечника Вилкера и держателя, совпали, и закрепить винтом 12. Положение алмазных наконечников Кнута и Берковича в держателе указаны в п. 9.3 настоящего описания.

8.2.4 Соединить блоки и устройства микротвердомера в соответствии с электрической схемой.

### 8.3 Центрировка отпечатков

8.3.1 Отрегулировать положение механизма нагружения с алмазным наконечником по высоте по правильности показаний прибора при измерении микротвердости образца из каменной (поваренной) соли (NaCl).

Отпечаток, полученный от вдавливания в испытуемый объект алмазного наконечника под нагрузкой, должен располагаться в центре поля зрения микроскопа. Если этого нет, то центрировку отпечатка производят следующим образом. Испытуемый объект с помощью пресс-сжатка устанавливаются на предметной пластине 2, при этом исследуемая поверхность объекта будет параллельна рабочей плоскости столика. Пластину с объектом закрепляют на предметном столике под микроскопом и вращением барашков 13 (рисунок 2) и 14 соответственно грубого и микрометрического перемещений фокусируют микроскоп с объективом  $F = 6,3$ ;  $A = 0,60$  на испытуемую поверхность. Перекрестие окулярного микрометра с помощью винта микрометрического перемещения приводят в центр поля зрения окуляра.

Далее помещают на утопленную часть штока с алмазным наконечником пирю 10 (рисунок 4), убеждаются в том, что рукоятка 5 арретира находится на упоре при вращении ее по часовой стрелке, а следовательно, и алмазный наконечник находится в верхнем положении. Отпустив стопорный винт 5 (рисунок 2), рукояткой поворачивают столик против часовой стрелки до упора, поводя тем самым выбранное для испытания место под алмазный наконечник, и фиксируют его в этом положении винтом 5.

Главным вращением рукоятки 5 (рисунок 4) арретира против часовой стрелки опускают нагруженный алмазный наконечник для нанесения отпечатка на испытуемой поверхности, после чего вращением рукоятки арретира по часовой стрелке возвращают алмазный наконечник в исходное верхнее положение. Отпустив винт 5 (рисунок 2), поворотом столика до упора приводят выбранное место объекта под микроскоп.

Если центрировка микротвердомера не нарушена, то центр отпечатка должен совпадать с центром перекрестия окулярного микрометра.

В случае несоответствия отпечатка с центром перекрестия микротвердомер надо дополнительно отцентрировать. Для этого центрировочными винтами 8 (рисунок 2) приводят центр отпечатка к центру перекрестия окуляра. Перемещая столик винтами 4, выбирают новое место на объекте и вновь получают отпечаток.

Операции накола и дополнительная центрировка повторяют до тех пор, пока не будет достигнуто совпадение центра отпечатка с центром перекрестия

окуляра окулярного микрометра. Если отпечаток поместился вне поля зрения микроскопа, необходимо заменить объектив  $F = 6,3$ ;  $A = 0,60$  объективом  $F = 25$ ;  $A = 0,17$ , произведи предварительную центрировку и только после этого окончательно отцентрировать прибор с объективом  $F = 6,3$ ;  $A = 0,60$ .

Центрировку отпечатка производят каждый раз после установки на столик нового испытуемого объекта или нового наконечника.

8.3.2 Установка механизма нагружения по высоте производится вращением регулировочной гайки 6 (рисунок 4).

Для вращении этой гайки необходимо предварительно освободить фиксирующий винт 4, который следует вновь затянуть по окончании регулировки положения механизма нагружения по высоте.

Правильность настройки механизма нагружения по высоте проверяется при ненагруженном механизме нагружения.

Правильным считается положение, при котором алмазный наконечник только касается образца при опущенном инденторе. При этом не должно оставаться видимого отпечатка.

Контроль правильности юстировки производят путем определения значений микротвердости кристалла поваренной соли (NaCl) (см. раздел «Методика проверки»).

### 9 РАБОТА С МИКРОТВЕРДОМЕРОМ

9.1 Закрепить при помощи прессика испытуемый образец пластилином на пластинке 2 так, чтобы его исследуемая поверхность располагалась параллельно рабочей плоскости столика, на которой устанавливается пластинка с испытуемым предметом.

Поверхность испытуемого предмета должна быть плоской, чистой, с шероховатостью не более  $0,32$  мкм по параметру  $R_a$ .

При подготовке поверхности испытуемого образца необходимо принять меры, исключющие возможность изменения твердости испытуемой поверхности вследствие нагрева или наклепа в результате механической обработки.

На рабочей поверхности алмазного наконечника и поверхности испытуемого образца не должно быть смазки.

9.2 Поместить на утопленную часть штока груз.

9.3 При положении столика, показанном на рисунке 2, выбрать место на предмете для нанесения отпечатка. Расстояние от центра отпечатка до края

предмета должно быть не менее двойного размера отпечатка. Расстояние между центрами соседних отпечатков должно превышать размер отпечатка более чем в 3 раза, минимальная толщина предмета или слоя должна превышать глубину отпечатка не менее чем в 10 раз. При исследовании отдельных структурных составляющих металлических сплавов действуют те же правила. Границей предмета служит граница исследуемого зерна. Положение наконечника Виккерса в держателе указано в п. 8.2.3 настоящего описания.

При работе с наконечником Кнугла необходимо, вращая его в держателе, расположить наконечник таким образом, чтобы полученный ромбический отпечаток имел правильную форму; при этом разность двух отрезков, полученных от деления большой диагонали отпечатка в точке пересечения с малой диагональю, отнесенной к малому отрезку при вдавливании наконечника, должна быть не более 15%.

При работе с наконечником Берковича, вращая его в держателе, убедитесь, что полученный отпечаток имеет форму равностороннего треугольника, при этом разность наибольшей и наименьшей сторон отпечатка от вдавливания наконечника должна быть не более 3%.

9.4 Плавно повернуть предметный столик против часовой стрелки до упора, не допуская толчков при подведении к упору. Закрепить столик в этом положении винтом 5 (рисунок 2).

9.5 Медленным поворотом рукоятки 5 (рисунок 4) против часовой стрелки опустить шток так, чтобы алмаз коснулся поверхности исследуемого объекта. Рукоятку поворачивать приблизительно на 180° в течение 10–15 с. После выдержки в течение 10 с под нагрузкой повернуть рукоятку в исходное положение.

9.6 Отжать винт 5 (рисунок 2) и повернуть предметный столик в прежнее положение до упора. Чтобы избежать удара об упор и смещения предмета с установленного положения, столик нужно поворачивать очень осторожно.

9.7 Измерить контрольный параметр отпечатка с помощью фотоэлектрического окулярного микрометра в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации микрометра ФОМ-2-16.

Значение микротвердости по методу Виккерса вычисляют по формуле (в единицах твердости)

$$H = 0,189P/d^2 \cdot 10^6, \quad (2)$$

где P – нормальная нагрузка, приложенная к алмазному наконечнику, Н\*;

d – среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей отпе-

чатка, мкм (рисунок 6а).  
Значение микротвердости по методу Кнугла вычисляют по формуле (в единицах твердости)

$$H = 1,4515P/l^2 \cdot 10^6, \quad (3)$$

где P – нормальная нагрузка, приложенная к алмазному наконечнику, Н;

l – значение длины большей диагонали отпечатка, мкм (рисунок 6б).  
Значение микротвердости по методу Берковича определяется по формуле (в единицах твердости)

$$H = 0,2135P/a^2 \cdot 10^6, \quad (4)$$

где P – нормальная нагрузка, приложенная к алмазному наконечнику, Н;

a – среднее арифметическое значение длин сторон отпечатка, мкм (рисунок 6в).

\* Перевод единиц килограмм-сила в ньютон производится из соотношения 1 кгс = 9,81 Н.

**ВНИМАНИЕ!** Проверку работоспособности микротвердомера по 2–3 отпечаткам на кристалле поваренной соли (NaCl) производить ежедневно перед началом измерений, а также в случаях появления сомнений в точности измерений.

9.8 Порядок работы и измерение микротвердости с помощью винтового окулярного микрометра.

9.8.1 Определение действительного значения цены деления барабаничка винтового окулярного микрометра производить в следующем порядке.

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

9.8.1.2 Поместить на предметный столик объект-микрометр и перемещением тубуса механизмами грубого и микрометрического движения установить резкое изображение объект-микрометра, который нужно повернуть так, чтобы его штрихи были параллельны штрихам неподвижной шкалы окулярного микрометра.

9.8.1.3 Совместить перекрестие подвижной сетки окулярного микрометра с изображением штриха объект-микрометра и снять отчет по



барabanчику окулярного микрометра. Вращением барабанчика сместить перекрестие подвижной сетки на возможно большее число делений шкалы объект-микрометра и снова снять отсчет по барабанчику окулярного микрометра. При этом необходимо исключить мертвый ход окулярного микрометра, т.е. перекрестие подводить с одной стороны. Разность отсчетов дает число делений барабанчика окулярного микрометра, уместившихся в определенном числе делений объект-микрометра.

9.8.1.4 Действительное значение цены деления барабанчика окулярного микрометра  $E$ , мм, определить по формуле

$$E = T \cdot Z/A, \quad (5)$$

где  $T$  – число делений объект-микрометра;

$Z$  – цена деления объект-микрометра (по его паспорту);

$A$  – разность отсчетов по барабанчику окулярного микрометра.

Пример – В тринадцати делениях объект-микрометра уложилось 413 делений барабанчика (четыре полных оборота и тринадцать делений барабанчика). Цена деления объект-микрометра 0,01 мм. Значит, одно деление барабанчика окулярного микрометра в плоскости объекта

$$E = 13 \times 0,01/413 = 0,000315 \text{ мм.}$$

Полученное значение надо округлить до второй значащей цифры после запятой.

При расчете длины диагонали отпечатка необходимо пользоваться действительным значением цены деления барабанчика окулярного микрометра.

9.8.1.5 Центрировку отпечатков производить согласно методике, изложенной в подразделе 8.3, предварительно установив центр перекрестия сетки окулярного микрометра на отсчет «4-00».

9.8.2 Измерение диагонали отпечатка при помощи окулярного микрометра производить в следующем порядке.

9.8.2.1 Винтами предметного столика и вращением барабанчика окулярного микрометра подвести центр перекрестия к одному краю диагонали отпечатка (рисунок 7а) и произвести отсчет по шкалам окулярного микрометра.

9.8.2.2 Вращением барабанчика окулярного микрометра в ту же сторону перемещением центра перекрестия по диагонали отпечатка совместить центр перекрестия со вторым краем диагонали (рисунок 7б) и снова произвести отсчет по шкалам окулярного микрометра.

Разность отсчетов, умноженная на действительное значение цены деления барабанчика, дает истинную величину диагонали отпечатка.

9.8.2.3 Значение микротвердости по методу Виккерса вычислить по формуле (2) раздела 9.7.

9.8.2.4 Значение микротвердости по методу Кнупа вычислить по формуле (3) раздела 9.7.

9.8.2.5 Значение микротвердости по методу Берковича вычислить по формуле (4) раздела 9.7.

## 10 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполнять операции, указанные в таблице 2.  
Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-техническая характеристика	Обязательность проведения операции	
			при ремонте	при эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	10.2.1	—	Да	Да
Опробование	10.2.2	—	Да	Да
Определение расстояния между центром отпечатка и точкой выпиривания	10.2.3	Образец*	Да	Да
Проверка фокусировки микроскопа при координатном перемещении предметного столика	10.2.4	Образец	Да	Да
Проверка смещения изображения в фокальной плоскости окулярного микрометра	10.2.5	Образец	Да	Да
Определение метрологических характеристик прибора	10.2.6	—	—	—
Внешний осмотр алмазного наконечника	10.2.6.1	Микроскоп типа МИИ-2 с увеличением 30	Да	Да
Определение относительной погрешности прибора по нагрузкам	10.2.6.2	ГОСТ 8074-82	—	—
Определение действительного значения массы гирь	10.2.6.2.1	Гиря, входящие в комплект прибора. Весы лабораторные образцовые с наибольшим пределом взвешивания 1 кг и ценой деления 100 мг, IV разряда по ГОСТ Р 53228-2008	Да	Нет

## Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-техническая характеристика	Обязательность проведения операции	
			при ремонте	при эксплуатации и хранении
Определение жесткости пружин	10.2.6.2.2	Гиря массой 1,962 мН (200 мгс), 49,0 мН (5000 мгс), Микроскоп МОС-21 ТУ 3-3-381-71 с увеличением 60	Да	Нет
Контроль правильности юстировки микротвердомера	10.3	Кристалл поваренной соли (NaCl), гиря массой 0,098 II (10 гс) Объект-микрометр с ценой 0,01 мм и диапазоном измерения 0 – 1 мм ТУ 3-3-2038-87	Да	Да

\* В качестве образца может быть использована вышедшая из своего класса концевая мера длины высотой 1 – 10 мм.

### 10.1 Условия поверки и подготовка к ней

10.1.1 Температура в помещении, в котором проводят поверку, должна быть  $(20 \pm 2)$  °С, относительная влажность воздуха – не более 80 %.

10.1.2 Допускаемая виброскорость в месте установки микротвердомера 0,315 мм/с для частот до 100 Гц.

Для уменьшения влияния вибрации рекомендуется использовать виброизоляторы.

10.1.3 Напряжение сети переменного тока для питания источника освещения – 220 В, частота 50 Гц.

10.1.4 Поверку микротвердомера можно начинать сразу после его включения.

10.1.5 Перед поверкой с металлических и лакированных частей микротвердомера необходимо удалить пыль чистой салфеткой.

Периодическая поверка микротвердомера производится один раз в год.

## 10.2 Проведение проверки

10.2.1 Проведение проверки следует начинать с внешнего осмотра, который позволяет установить соответствие микротвердомера следующим требованиям:

комплектность должна соответствовать указанной в паспорте; наружные поверхности должны быть без подтеков краски и лака, вмятин и других дефектов, металлические поверхности деталей не должны иметь забоин, заусенцев и следов коррозии;

поверхности оптических деталей должны быть без налетов; все надписи, деления шкал и цифры должны быть четкими и тщательно заполнены краской.

10.2.2 Опробованием проверяют взаимодействие частей микротвердомера и соответствие их следующим требованиям: движение всех подвижных частей, деталей и узлов должно быть плавным, без рывков и заеданий;

все неподвижные детали и узлы должны быть надежно закреплены; все съемные и сменные детали должны легко устанавливаться, сниматься и надежно закрепляться.

10.2.3 Для определения расстояний между точкой визирования и центром отпечатка устанавливают на предметный столик образец и получают отпечаток с нагрузкой 0,098 Н (10 гс). Предварительно устанавливают перекрестие окулярного микрометра в центре поля зрения. С помощью центрировочных винтов объектива совмещают изображение центра отпечатка с центром перекрестия окулярного микрометра.

Перемещая столик, выбирают другое место на образце и вновь получают отпечаток. Убеждаются, что в обоих случаях расстояние от центра перекрестия до центра отпечатка, измеренное с помощью окулярного микрометра в режиме линейных измерений не превышает 0,1 мм.

10.2.4 Фокусировку микроскопа микротвердомера при координатном перемещении предметного столика проверяют следующим образом: фокусируют микроскоп с объективом  $F = 6,3$  мм;  $A = 0,60$  на образец, помещенный на предметный столик, находящийся сначала в одном из крайних положений (отсчет «0»), а затем в другом (отсчет «10»); убеждаются, что расфокусировка не превышает пяти делений шкалы барабанчика (цена деления 2 мкм) микрометрического механизма фокусировки.

10.2.5 Проверку смещения изображения в фокальной плоскости окулярного микрометра производят следующим образом: устанавливают объект  $F = 25$  мм;  $A = 0,17$  и фокусируют микроскоп на образец. Перемещением предметного столика приводят выбранную точку объекта в центр перекрестия окулярного микрометра, предварительно установленного в центре поля зрения окулярного микрометра. Поочередно устанавливают объективы  $F = 6,3$  мм;  $A = 0,60$  и  $F = 4,0$  мм;  $A = 0,85$ . Убеждаются, что изображение выбранной точки объекта остается в поле зрения окулярного микрометра.

10.2.6 Определение метрологических характеристик.

10.2.6.1 Внешний осмотр алмазных наконечников проводят при помощи микроскопа в отраженном свете.

Для осмотра рабочей части поверхности алмаза наконечник устанавливают вершинной вверх так, чтобы ось наконечника была продолжением оптической оси микроскопа. Микроскоп фокусируют вначале на вершину алмаза, затем, медленно меняя фокусировку, осматривают прилегающую к ней поверхность алмаза. Рабочая часть наконечника не должна иметь трещин, сколов и других дефектов.

10.2.6.2 Относительную погрешность прибора по нагрузкам определяют следующим образом.

10.2.6.2.1 Определяют действительное значение массы гирь, входящих в комплект микротвердомера, путем взвешивания на образцовых лабораторных весах с наибольшим пределом взвешивания 500 г и ценой деления не более 20 мг.

10.2.6.2.2 Для проверки жесткости пружин снимают шток алмазного наконечника (пружинный) с арретира, накладывают на шток груз массой 1,962 мН (200 мгс) и с помощью горизонтального микроскопа измеряют перемещение наконечника.

Перемещение наконечника (прогиб пружин) должно быть не менее 9 мкм.

Затем повторяют эту операцию, установив нагрузку 49,0 мН (5000 мгс). Перемещение наконечника при этом должно быть не менее 50 мкм.

\* Указанные величины перемещения соответствуют относительной погрешности микротвердомера не более 2 % для нагрузки 0,1 Н (1 гс) и менее, и не более 1 % для нагрузки свыше 0,1 Н (1 гс).

Определение общемо увеличения микроскопа микротвердомера производят каждый раз при замене объектива.

### 10.3 Контроль правильности показаний микротвердомера

10.3.1 Контроль правильности показаний микротвердомера производят путем определения значений микротвердости кристаллов поваренной соли (NaCl).

На свежий скол кристалла наносят по 10 отпечатков при нагрузке 0,098 Н (10 гс).

При нанесении отпечатков на кристалл поваренной соли расстояние от центра отпечатка до края кристалла должно быть не менее двойного размера отпечатка. Расстояние между центрами двух соседних отпечатков должно превышать размер отпечатка более, чем в три раза.

При нанесении отпечатков напругжение должно осуществляться плавно, без толчков. Скорость опускания алмазного наконечника не должна скакываться на размерах отпечатка.

Продолжительность выдержки должна составлять 10 – 15 с.

Разность значений длин диагоналей отпечатка от вдавливания алмазного наконечника Виккерса должна быть не более 3 %.

Разность двух отрезков, полученных от деления большой диагонали отпечатка в точке пересечения с малой диагональю, отнесенной к малому отрезку, при вдавливании наконечника Кнупа, должна быть не более 15 %.

Разность наибольшей и наименьшей сторон отпечатка от вдавливания наконечника Берковича должна быть не более 3 %.

Для определения среднего арифметического значения и среднего квадратического отклонения результатов 10 измерений следует нанести 10 отпечатков, например, наконечником Виккерса. Желательно, чтобы все отпечатки располагались в пределах поля зрения окулярного микрометра. Измерения производят с объективом  $F = 6,3$  мм;  $A = 0,60$ .

Затем измеряют с помощью окулярного микрометра сначала все вертикальные диагонали 10 отпечатков, затем все горизонтальные диагонали. Рекомендуется каждую диагональ измерять не менее двух раз.

Аналогично производят по 10 отпечатков наконечниками Кнупа и Берковича, затем измеряют диагонали ромбических отпечатков или стороны треугольных отпечатков.

Вычисленные средние арифметические значения 10 отсчетов, полученных в каждой серии наблюдений микротвердости кристалла поваренной соли при указанных выше нагрузках, при вероятности 0,95 должны быть в пределах:

для наконечника Виккерса .....	19 – 21 ед.тв.
для наконечника Кнупа .....	20 – 24 ед.тв.
для наконечника Берковича .....	19 – 21 ед.тв.,

а оценка среднего квадратического отклонения результатов 10 измерений ( $\sigma_0$ ) не должна превышать:

для наконечника Виккерса .....	0,15 ед.тв.
для наконечника Кнупа .....	0,7 ед.тв.
для наконечника Берковича .....	0,3 ед.тв.

Оценку среднего квадратического отклонения результатов 10 измерений с помощью винтового окулярного микрометра МОВ-1-16\* рассчитывать по формулам:

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (NV_{cp} - NV_i)^2}{(n-1)}} \quad (6)$$

$$NV_{cp} = \sum_{i=1}^n NV_i / n \quad (7)$$

где n – количество отпечатков;

$NV_{cp}$  – среднее арифметическое значение микротвердости;

$NV_i$  – значение микротвердости i-го отпечатка.

Средние арифметические значения отсчетов и оценку среднего квадратического отклонения результатов 10 измерений вероятности 0,95 с помощью фотоэлектрического окулярного микрометра ФОМ-2 производят в соответствии с паспортом на него.

## 11 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Возможные неисправности и способы их устранения указаны в таблице 3.

Таблица 3

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
При включении светодиода в осветителе не светит	Вышел из строя предохранитель	Выключить блок питания и отсоединить его от сети. Вынуть предохранитель и заменить его исправным из комплекта прибора.
	Неисправен шнур питания	Выключить блок питания и отсоединить его от сети.
	Неисправен светодиод	Выключить блок питания и отсоединить его от сети. Отправить прибор в «Управление сводного планирования и обслуживания покупателей. Отделение сервиса», расположенного на предприятии-изготовителе по адресу: 194004, Санкт-Петербург, ул. Чугунина, 20
Отсутствует изображение в поле зрения окулярного микрометра при установленном объективе $F = 25,0$ ; $A = 0,17$	Нарушена фиксация осветителя в результате случайного смещения	Максимально ослабить центрировочные винты 8 (рисунок 2). Осторожно развернуть осветитель /9 вокруг оси микроскопа в пределах $\pm 20^\circ$ до фиксации в нужном положении. Сфокусировать микроскоп с объективом на испытываемую поверхность, сделать отпечаток и отцентрировать его по п. 8.3.1. Если отпечаток не помещается в поле зрения микроскопа, прибор следует отправить на предприятие-изготовитель для ремонта.

## 12 ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С МИКРОТВЕРДОМЕРом, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

### 12.1 Правила обращения с микротвердомером

Микротвердомер вытаскивается тщательно проверенным и смазанным особой смазкой.

Упаковка обеспечивает сохранность прибора при его перевозке. Микротвердомер следует содержать в чистоте, предохранять от механических повреждений и регулярно протирать чистой мягкой салфеткой.

В случае, если смазка в направляющих механизма грубого движения тубуса или подвижной части столика сильно затвердела и застывела, следует смыть ее ксилолом или бензином, протереть трущиеся поверхности чистой тряпочкой, слегка смазать направляющие бескислотным вазелином или специальной смазкой.

Необходимо следить за чистотой оптических деталей прибора, особенно объективов. Чтобы предохранить объективы от оседания пыли на их внутренних поверхностях, рекомендуется всегда оставлять окулярный 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 поверхность линзы осторожно протереть чистой салфеткой или ватой, намотанной на палецку. Вату и тряпочку нужно слегка смочить спиртом.

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

Следует внимательно следить за гранями и острием алмазных наконечников, так как всякое повреждение их нарушит точность измерений. Повреждения граней и острия легко обнаружить при расконтрировании отпечатков на мягких материалах (алюминий и др.).

Поврежденный алмазный наконечник необходимо заменить.

Не рекомендуется разбирать прибор для устранения неисправностей. В этом случае следует отправить его в «Управление сводного планирования и обслуживания покупателей. Отделение сервиса», расположенное на предприятии-изготовителе по адресу: 194004, Санкт-Петербург, ул. Чугунина, 20.

## 12.2 Хранение

По окончании работы с микротвердомером необходимо алмазный наконечник вынуть из держателя и уложить в футляр, предназначенный для него; гиро снять с углошлифной части штока и поместить в футляр с гирями. Накрыть микротвердомер чехлом.

## 12.3 Транспортирование

При транспортировании упаковки с микротвердомером и принадлежностями должны быть уложены в транспортную тару так, чтобы при встряхивании они не перемещались.

Транспортирование микротвердомера допускается всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах.

## 13 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Микротвердомер ПМТ-3М, изготовленный для работы в условиях УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69, заводской номер АС 0001 соответствует техническим условиям ТУ 3-3.2388-91 и признан годным для эксплуатации.

Представитель ОТК

  
личная подпись  
отдел ОТК (информационный)

Гашкова  
расшифровка подписи

20181226  
год, месяц, число



## 14 СВИДЕТЕЛЬСТВО О КОНСЕРВАЦИИ

Микротвердомер ПМТ-3М заводской номер АС0001, подвергнут консервации согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

Дата консервации 20181226

Срок защиты – 1 год.

Консервацию произвел В.С.Сев

личная подпись

Микротвердомер после консервации принял

Степанов  
личная подпись

## 15 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

Микротвердомер ПМТ-3М, заводской номер АС0001, упакован согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

Упаковывание произвел В.С.Сев

личная подпись

Микротвердомер после упаковывания принял

20181226

год, месяц, число

Степанов  
личная подпись

## 16 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

16.1 Гарантийный срок эксплуатации микротвердомера – 12 месяцев со дня продажи. Гарантийный срок хранения – 18 месяцев со дня изготовления микротвердомера.

16.2 Неисправности микротвердомера, обнаруженные в течение указанного срока, устраняются предпринятым-изготовителем безвозмездно при условии соблюдения потребителем правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

### 17 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

Сведения о рекламациях следует заносить в таблицу 4.  
Таблица 4

Дата	Содержание рекламации	Принятые меры

28

### 18 ПЕРЕЧЕНЬ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗАКАЗА

Перечень деталей и узлов приведен в таблице 5.  
Таблица 5

Наименование	Обозначение сборки или детали
Алмазные наконечники типа НТМ Викакса	ГОСТ 9377-81
Эпиобъективы-планахроматы:	
F = 25,0; A=0,17 (ОЭ-25)	Ю-41.15.727
F = 6,3; A = 0,60 (ОЭ-5)	Ю-41.15.710
Объектив-планахромат	
F = 4,0; A=0,85 (ОПА-11)	Ю-41.13.602
Окуляр симметричный 15°	Ю-41.33.234
Объект-микрометр ОМО	Ю-44.49.623
Насадка монокулярная наклонная	Ю-28.13.722
Тубус вертикальный	Ю-28.54.102
Веставка плавкая (F) 2A, 250 V (5 x 20) мм	
Амортизатор	Ю-75.74.653
Пластинка	Ю-61.85.434
Прессик ПМТ-П	Ю-41.49.717
Комплект гирь	Ю-42.82.462
Призма	Ю-63.78.190
Винт (для центрировки объективов)	Ю-75.13.891
Винт (прижимный)	Ю-75.13.417
Винт (стопорный)	Ю-75.13.907
Винт (упорный)	Ю-75.09.628
Клемма столбика микроскопа	Ю-28.75.511
Колпачок насадки	Ю-26.15.769

29

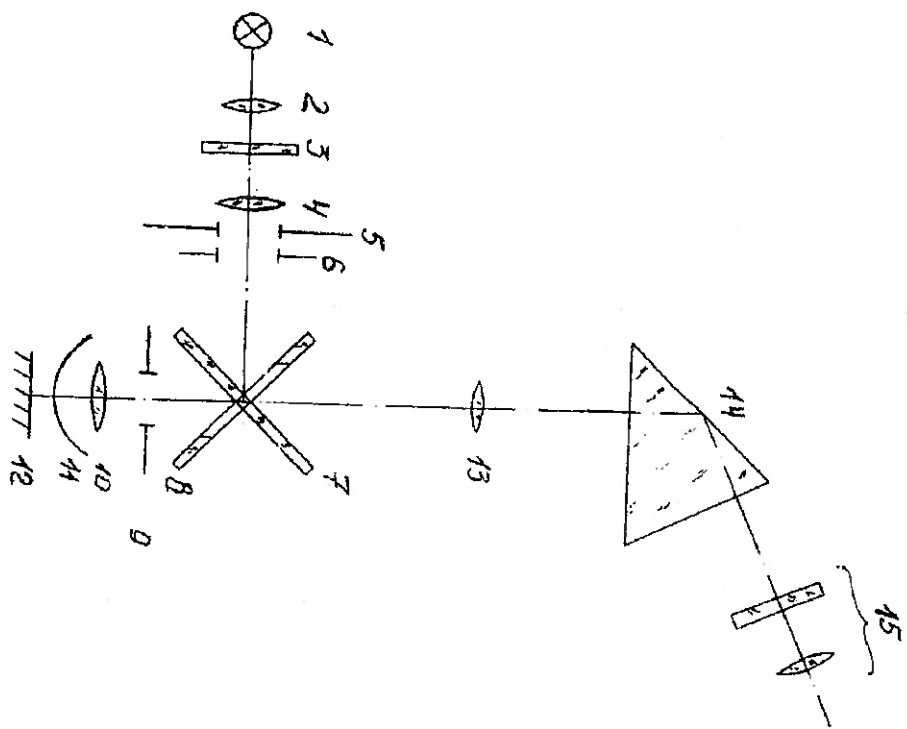


Рисунок 1

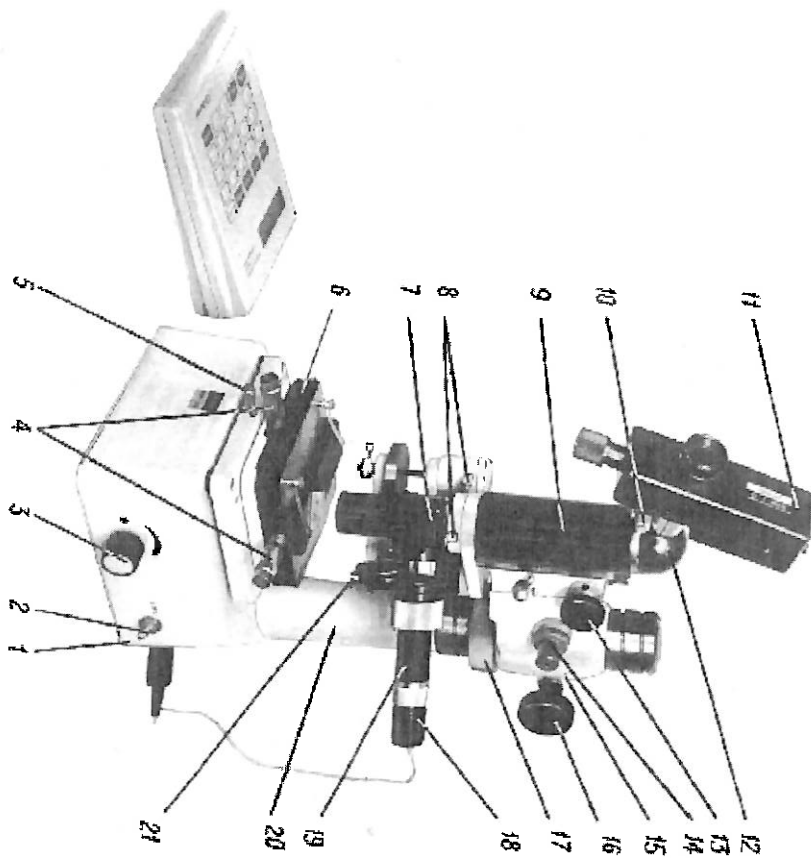


Рисунок 2



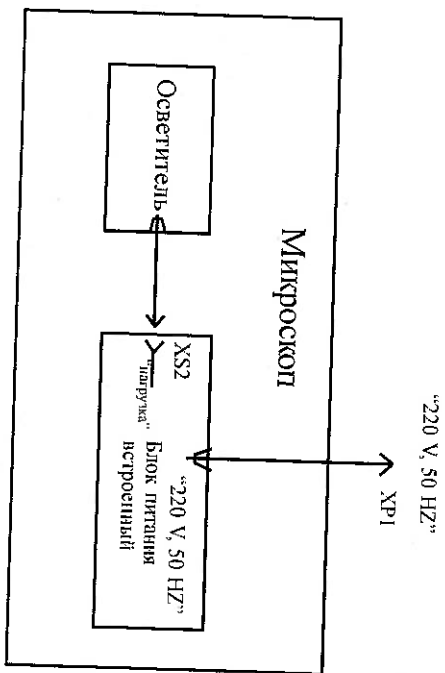


Рисунок 3

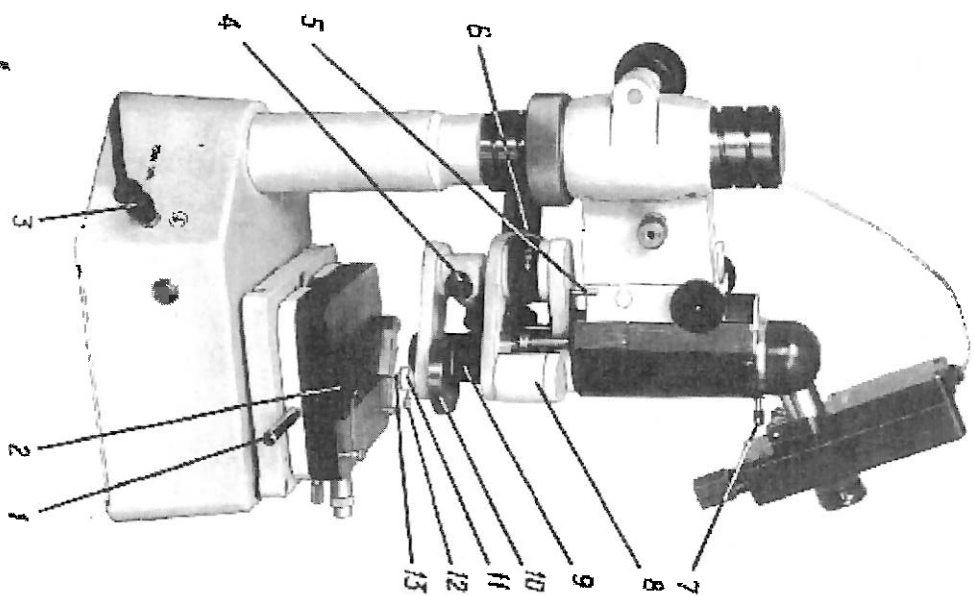


Рисунок 4

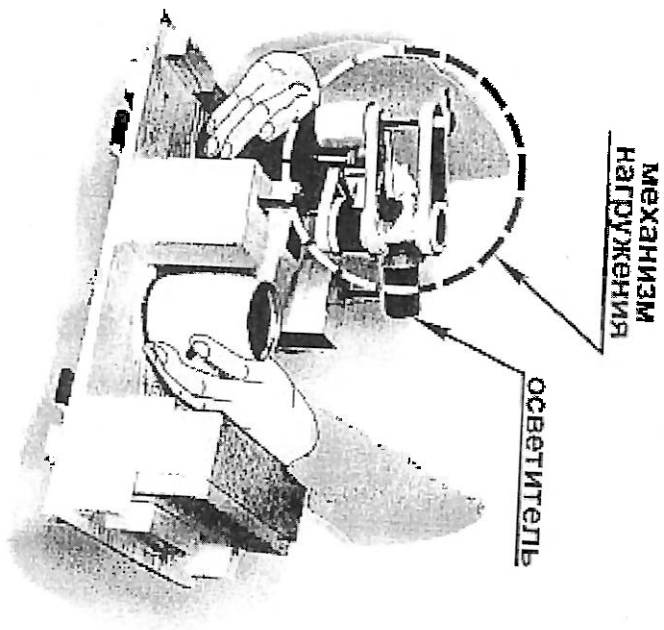


Рисунок 5

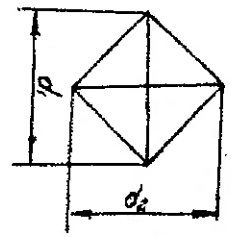


Рисунок 6а

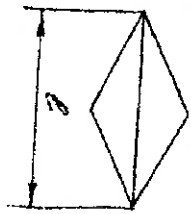


Рисунок 6б

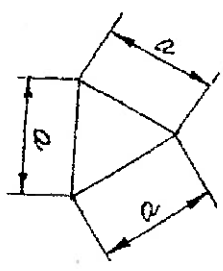


Рисунок 6в

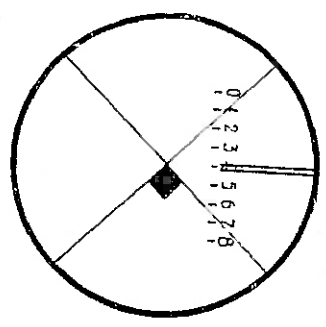


Рисунок 7а

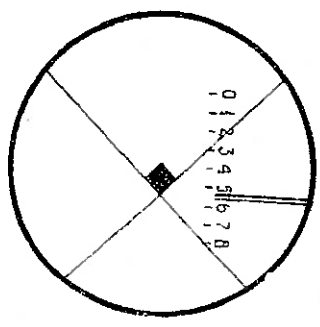


Рисунок 7б