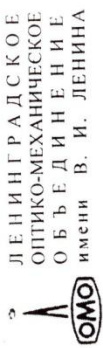


подпись  
В. Г. Смирнов



ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
имени В. И. ЛЕНИНА

# ОПТИМЕТР ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ИКВ

ИНСТРУКЦИЯ К ПОЛЬЗОВАНИЮ

ЛЕНИНГРАДСКОЕ



## I. НАЗНАЧЕНИЕ

**В**ЕРТИКАЛЬНЫЙ оптиметр ИКВ предназначается для контактных измерений наружных линейных размеров методом сравнения измеряемого изделия с концевыми мерами 4 и 5-го разрядов (1 и 2-го классов), калибрами или деталями-образцами. В частности, на приборе можно производить измерения концевых плоскопараллельных мер длины, калибров, диаметров шариков, толщин листов, диаметров проволок и т. д.

Прибор нормально работает в помещении с температурой  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  и относительной влажностью не более 80%.

## II. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

|                                               |                                |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|
| Пределы измерения:                            |                                |
| длины (высоты)                                | 0—180 мм                       |
| диаметра                                      | 0—150 мм                       |
| по шкале                                      | $\pm 0,1$ мм                   |
| Цена деления шкалы                            | 0,001 мм                       |
| Погрешность прибора для любого деления шкалы: |                                |
| в интервалах от 0 до $\pm 60$ мкм             | $\pm 0,0002$ мм                |
| » от 0 до $\pm 100$ мкм                       | $\pm 0,0003$ мм                |
| Габаритные размеры прибора                    | $300 \times 300 \times 500$ мм |
| Масса прибора                                 | 18 кг                          |

### III. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИБОРА

В основу оптической схемы прибора положен принцип телескопической автоколлимационной трубы.

Зеркало, которое служит для получения автоколлимационного изображения, связано с изогнутым стержнем и при перемещении стержня отклоняется на соответствующий угол.

Наблюдаемое в поле зрения окуляра автоколлимационное изображение шкалы, расположенной в фокальной плоскости объектива, перемещается относительно неподвижного индекса; величина перемещения изображения шкалы пропорциональна величине перемещения измерительного стержня.

В вертикальном оптиметре линия измерения расположена вертикально. Контактной измерительной поверхностью служит поверхность наконечника, надеваемого на измерительный штифт трубки оптиметра. Измеряемое изделие крепится на предметном столике.

Отсчеты при измерениях производятся в процессе наблюдения в окуляр трубки оптиметра. При установке проекционной насадки шкала и индекс проектируются на экран (матовое зеленое стекло). Отсчеты по шкале и индексу производятся с расстояния нормального зрения (примерно 250 мм). Это облегчает работу и позволяет вести наблюдение одновременно несколькими наблюдателями.

Оптическая схема трубки оптиметра показана на рис. 1. В нее входят: зеркало 1, объектив 2, призма 3 полного внутреннего отражения, сетка 4 и окуляр 5.

Осветительную систему составляют зеркало 6 в оправе и призма 7, установленная в рамке окуляра.

Сетка 4 представляет собой стеклянную плоскопа-

кисточкой; если этого недостаточно, их нужно осторожно протереть чистой салфеткой. Оптические детали трогать руками нельзя.

В случае длительного перерыва в работе рекомендуется накрыть оптиметр чехлом, периодически осматривать, очищать от пыли, промывать и смазывать его.

### VIII. КАТАЛОГ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

| №<br>п/п | Наименование                                                                                                                                              | № детали                                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Зеркало осветительное                                                                                                                                     | 44.47.012                                                               |
| 2        | Наконечники измерительные:<br>сферический $R=20$ мм<br>плоский $\varnothing 8$ мм<br>плоский $\varnothing 2,2$ мм<br>ножевидный 8 мм<br>ножевидный 2,2 мм | 28.23.334Сп<br>28.23.331Сп<br>28.23.333Сп<br>28.23.332Сп<br>28.23.335Сп |
| 3        | Призма осветительная                                                                                                                                      | 71.72.008                                                               |

то, вращая винты 22, меняют соответственно положение столика оптиметра и повторяют регулировку до тех пор, пока при различных положениях проволоки разность показаний по шкале будет не более 0,5 мм. Затем столик закрепляют зажимными винтами 23.

Для установки оптиметра на нулевой отсчет между валом и наконечником помещают блок плиток, равный по толщине номинальному диаметру измеряемой проволоки; после этого плитки снимают, а на вал и направляющие помещают измеряемую проволоку под прямым углом к оси валика. Отклонение от номинального диаметра отсчитывают по шкале оптиметра.

Для измерения проволоки диаметром до 0,1 мм оптиметр предварительно устанавливают на нулевой отсчет по валу и диаметр проволоки отсчитывают непосредственно по шкале. Для измерения проволоки диаметром от 0,1 до 0,2 мм оптиметр устанавливают также по валу на штрих шкалы «-100». Диаметр проволоки в этом случае будет равен отсчету по шкале плюс 0,1 мм.

## VII. УХОД ЗА ПРИБОРОМ

Следует помнить, что неосторожное обращение, толчки и удары могут вывести прибор из строя.

Нужно следить, чтобы все части оптиметра содержались в чистоте и не подвергались коррозии. По окончании работы следует очищать неокрашенные металлические части чистой салфеткой, слегка смоченной в авиационном бензине, и смазывать антикоррозийной смазкой.

Оптические детали (линзу окуляра, осветительную призму и зеркало) следует очищать от пыли белизней

растворенную пластинку со шкалой и индексом, причем деления шкалы нанесены на одной половине пластинки, а индекс — на другой. Шкала со стороны окуляра закрыта призмой так, что через него можно видеть только индекс и изображение шкалы, отраженное от

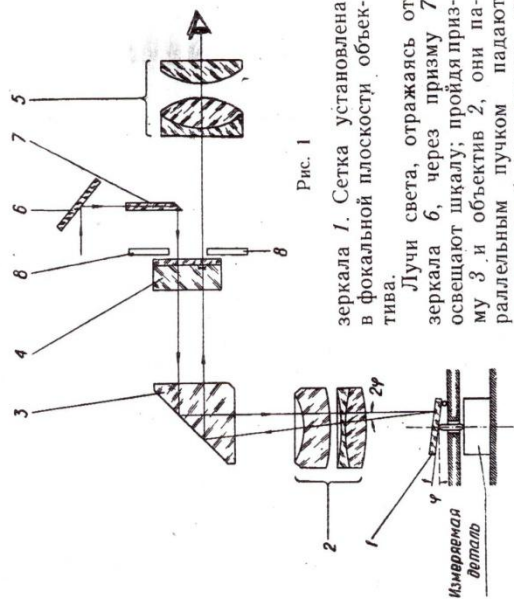


Рис. 1

зеркала 1. Сетка установлена в фокальной плоскости объектива.

Лучи света, отражаясь от зеркала 6, через призму 7 освещают шкалу; пройдя призму 3 и объектив 2, они падают на объектив 2, они падают на зеркало 1, отражаются от него и снова попадают в объектив 2, проходят призму 3, сетку 4, окуляр 5 и попадают в глаз наблюдателя.

При осевом перемещении измерительного штифта трубки оптиметра зеркало 1 будет отклоняться на некоторый угол  $\phi$ , вследствие чего изображение шкалы в поле



зрения окуляра также будет перемещаться относительно неподвижного индекса.

Между величиной перемещения изображения шкалы штифта и величиной перемещения изображения шкалы штифта существует зависимость: перемещение штифта на величину  $h$  (рис. 2) вызывает наклон зеркала на угол  $\varphi$ , величина которого определяется из соотношения

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{b},$$

где  $b$  — длина плеча, равная расстоянию от оси вращения зеркала  $O$  до точки касания штифта  $A$ .

Луч  $MN$  при отражении от зеркала отклонится на угол  $2\varphi$  и точка  $M$  вследствие этого переместится в точку  $M_1$ . Из треугольника  $MNM_1$  имеем

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{H}{M_1},$$

где  $H$  — величина перемещения луча при наклоне зеркала на угол  $\varphi$ .

$MN$  — фокусное расстояние объектива.

Так как в обоих случаях речь идет о малых углах, то значения  $\operatorname{tg} \varphi$  и  $\operatorname{tg} 2\varphi$  можно заменить величинами  $\varphi$  и  $2\varphi$ . После некоторых преобразований получим искомую величину передаточного отношения

$$\frac{H}{l} = 2 \frac{MN}{b}.$$

по средней длине измеряемой меры и средним отсчетом нуля, получают среднюю длину измеряемой меры.

Отклонение от плоскопараллельности определяется по отклонениям в четырех угловых точках измеряемой меры.

Для точных измерений концевых мер 5 и 6-го разрядов применяется трехреберный столик ИП-5, устанавливаемый на столик прибора.

При измерении мер малой толщины рекомендуется пользоваться прилагаемой к прибору державкой, перемещение державки с измеряемыми мерами по столу производится деревянной вилкой.

### Измерение проволоки

Приспособление для измерения проволоки устанавливается на столик оптиметра таким образом, чтобы риска на диске 24 (рис. 7) совпала с риской в нижней части столика. На штифте трубки закрепляют ножевидный наконечник 39 диаметром 8 мм так, чтобы нож был направлен вдоль образующей валика 27. Действуя регулировочными винтами диска, устанавливают валик таким образом, чтобы нож наконечника касался его образующей по диаметру и по шкале наблюдался наибольший отсчет.

Ось валика должна быть выверена параллельно плоскости наконечника. Для этого между наконечником и валиком прокладывают точную проволоку, например одну из проволок для измерения резьбы, и производят отсчеты в двух ее положениях — у одного и другого края ножа. Если отсчеты в этих положениях не равны,

1 Изготавливается по особому заказу.

только часть измерительного штифта, на котором крепится наконечник.

В верхней части головки установлено зеркало, опи-

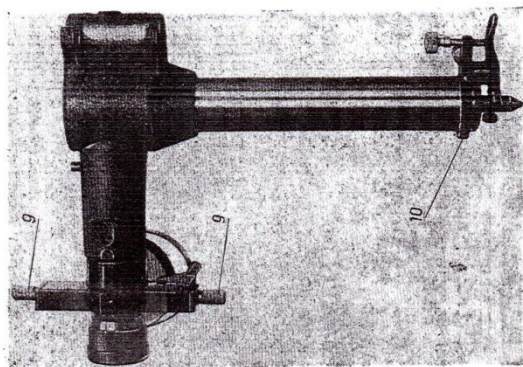


Рис. 4

рающееся нижней плоскостью оправы на три шарика, — два из них неподвижны и образуют ось качания зеркала, третий укреплен на верхнем конце измерительного

поворота винтов 22 (рис. 6), с помощью которых производится выравнивание столика.

После первого выравнивания шкалу снова устанавливают на деление «0» и действия с плиткой и установочными винтами повторяют до тех пор, пока при различных положениях плитки разность показаний по шкале будет не более 0,5 мк. На этом установку столика можно считать законченной. При работе со сферическим наконечником новая регулировка столика не требуется.

#### Измерение калибров-пробок

При измерении калибров-пробок выбор наконечника зависит от величины измеряемого диаметра. Так, при диаметрах до 20 мм можно рекомендовать ножевидные наконечники, при диаметрах свыше 20 мм — сферические.

Нулевой отсчет на шкале оптиметра устанавливают по блоку плиток, равному по толщине номинальному диаметру измеряемого калибра; затем плитки снимают и на столик оптиметра помещают калибр. Не нарушая контакта с наконечником, калибр передвигают по направлению к наблюдателю и замечают по шкале наибольший отсчет.

При пользовании упором нужно следить, чтобы установка его обеспечивала измерения по диаметру.

#### Измерение диаметров шариков

При измерении диаметров шариков применяется плоский наконечник круглой формы. Нулевой отсчет на шкале оптиметра нужно устанавливать по концевой мере, а еще лучше — по образцовому шарiku. Шарик вводят на линию измерения пинцетом с наконечниками

из мягкого металла или другого мягкого материала, чтобы не повредить его поверхности, и замечают по шкале наибольший отсчет.

В случае массового контроля применяются специальные приспособления.

#### Измерение плоскопараллельных концевых мер

На измерительном штите трубки оптиметра закрепляют сферический наконечник. Обе меры (исходную и измеряемую) устанавливают на предметный столик так, чтобы их длинные ребра были перпендикулярны к направлению ребер столика.

Поднимаемая столику, приводят в соприкосновение с наконечником среднюю точку верхней измерительной поверхности исходной меры до показания в пределах  $\pm 5 \text{ мкм}$ . Закрепив зажимной винт столика, два-три раза отводят арретиром наконечник и, если показания остаются постоянными в пределах  $\pm 0,2 \text{ мкм}$ , принимают среднее арифметическое из показаний за начальный отсчет нуля.

Отведя арретиром наконечник, подводят измеряемую меру и производят отсчеты для средней точки верхней измерительной поверхности, а также для ее четырех угловых точек.

Вторично подводят под наконечник среднюю точку исходной меры и среднее арифметическое из нескольких показаний<sup>1</sup> принимают за конечный отсчет нуля, который не должен отличаться от начального более чем на  $0,2 \text{ мкм}$ . Среднее арифметическое из начального и конечного отсчетов нуля принимается за средний отсчет нуля.

Прибавляя к средней длине исходной меры разность между средним арифметическим из отсчетов

На рис. 3 показана шкала, видимая в поле зрения окуляра трубки оптиметра. Шкала имеет 200 делений, расположенных симметрично по обе стороны от нуля (по 100 делений с каждой стороны).

Механические и оптические соотношения всей системы оптиметра подобраны таким образом, что видимое в окуляр смещение шкалы на одно деление соответствует осевому перемещению измерительного штита на  $0,001 \text{ мм}$ .

Трубки оптиметра изготавливаются двух типов — с цветными шторками в поле зрения окуляра и без них. Шторки 8 (рис. 1) облегчают работу на оптиметре только при массовом контроле. При пользовании шторками нет надобности производить отсчет по шкале; достаточно лишь установить, где находится индекс — внутри или вне ограниченного шторками поля.

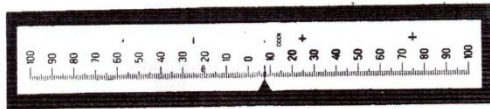


Рис. 3

#### IV. КОНСТРУКЦИЯ

*Трубка оптиметра.* Трубка оптиметра с цветными шторками<sup>1</sup> показана на рис. 4, трубка без шторок — на рис. 5. В коленчатой металлической трубке оптиметра установлены измерительная головка с колебательной системой и оптические детали автоматической системы. Измерительная головка с колебательной системой помещается в нижней части цилиндрического колена трубки; наружу выступает

<sup>1</sup> Изготавливается по особому заказу.



Проекционная насадка должна храниться в укладочном ящике и устанавливаться на оптиметр по мере надобности.

Распаковку ящика оптиметра нужно производить в следующем порядке:

1. Отвернуть на дне ящика болт (при этом не рекомендуется класть ящик на боковые стенки) и, взяв прибор за нижнюю часть колонки и чугунное основание, выдвинуть его из ящика.

2. Снять упаковочную бумагу с частей оптиметра.

3. Все металлические части штатива, тубус трубки оптиметра и ребристый столик тщательно протереть чистой тряпочкой, смоченной в авиационном бензине (тубус трубки протирать осторожно, чтобы бензин не попал на оптические части), а затем чистой салфеткой.

Прибор должен быть установлен в сухом, чистом и изолированном от тряски и вибраций помещении.

## VI. МЕТОДИКА РАБОТЫ

### Регулировка столика

Во всех случаях измерений на измерительный штит надевают наконечник. Применяются наконечники с шаровой поверхностью (сферические) и плоские. Плоские наконечники подразделяются на круглые и ножевидные.

Контакт между измеряемым изделием и наконечником должен быть по наименьшей поверхности, поэтому при измерении изделий с плоскими поверхностями следует пользоваться сферическими наконечниками, а при измерении изделий с цилиндрическими поверх-

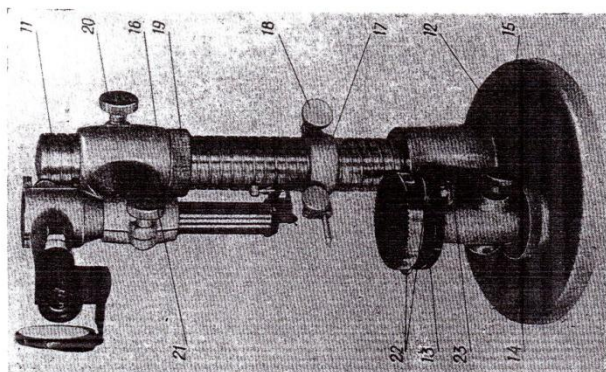


Рис. 6



ностями — плоскими или ножевидными наконечниками.

Поверхность предметного столика должна быть перпендикулярна к линии измерения. Для регулировки столика на измерительном штите оптиметра закрепляют плоский наконечник. Поверхность столика тщательно промывают авиационным бензином и кладут на нее

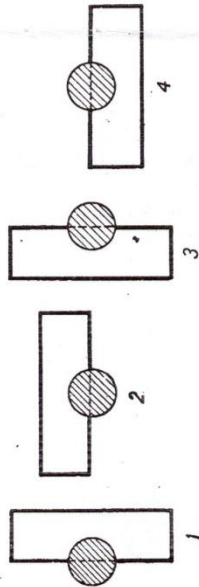


Рис. 9

плоскопараллельную плитку размером 5—7 мм, также тщательно промытую. Наконечник приводят в контакт с плиткой, а столик при помощи подъемного микрометрического механизма поднимают до тех пор, пока деление «0» шкалы не совместится с индексом.

Если столик имеет большой наклон по отношению к наконечнику, что можно обнаружить с помощью лупы, то винтами 22 (рис. 6) следует установить его приблизительно параллельно поверхности наконечника. После этого плитку последовательно устанавливают относительно наконечника в положения 1, 2, 3 и 4, схематически изображенные на рис. 9.

Наблюдая в окуляр, замечают наибольшее и наименьшее показания по шкале и определяют направление

штита, который может перемещаться вдоль своей оси. Двумя пружинами зеркало притягивается к шарикам,

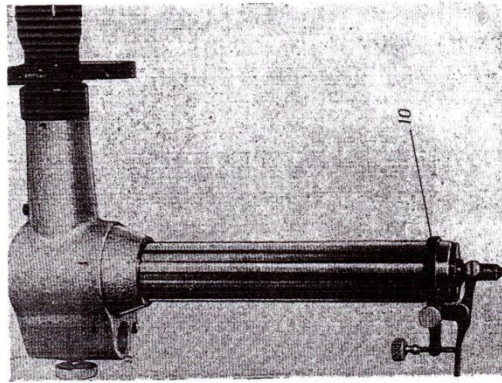


Рис. 5

поэтому когда измерительный штит перемещается вдоль оси, зеркало поворачивается на некоторый угол. Натяжение пружин создает измерительное усилие на изделение  $1,96 \pm 0,19$  н.

Винты 9 (рис. 4) служат для перемещения шторок,

резкого изображения нити лампы на бумаге; после этого закрепить патрон винтом 38.

3. Совместить изображение нити лампы с окном осветительной призмы трубки оптиметра. Для этого установить осветительное зеркало, направить пучок света на окно призмы (окно предварительно прикрыть белой бумагой, на которой будет видно изображение нити осветительной лампы) и, вращая винты 35, совместить продольную ось нити с продольной осью окна.

4. Совместить изображение нити лампы с выходным лучом. Для этого поместить листок прозрачной белой бумаги в плоскость луча выхода, который находится на расстоянии 18—20 мм от глазной линзы окуляра, и наблюдать изображение нити через лупу 5<sup>x</sup>. Если изображения не будет, переместить лампу до тех пор, пока оно не появится и не окажется в центре луча.

5. Установить проекционную насадку на трубку оптиметра, для чего цапфы корпуса насадки ввести в выемку кообразную опору корпуса трубки и поворачивать насадку в сторону окуляра до щелчка защелки. Затем, вращая окуляр, получить резкое изображение шкалы.

Если после регулировки осветительной лампы изображение шкалы окажется не симметричным относительно поля зрения, то возможна дополнительная регулировка насадки тремя винтами, расположенными с задней стороны корпуса 37.

## V. РАСПАКОВКА И УСТАНОВКА ПРИБОРА

Прибор транспортируется в упаковочном ящике, в котором помещены укладочные ящики оптиметра и проекционной насадки.

14

арретир 10 (рис. 4, 5) — для отвода измерительного штифта трубки оптиметра в процессе измерения.

**Штаив.** Штаив состоит из следующих частей: стальной колонки 11 (рис. 6), запрессованной в основание 12, стола 13 с гайкой 14 подъемного микрометрического механизма и зажимным винтом 15, кронштейна 16, держателя 17 для упорных штифтов, закрепляемого на колонке винтом 18.

Кронштейн с помощью гайки 19 можно перемещать в вертикальном направлении и закреплять винтом 20 в любом положении. Винт 21 служит для крепления трубки оптиметра в кронштейне.

Предметный столик с плоской ребристой оптической доведенной поверхностью устанавливается при помощи двух установочных винтов 22 перпендикулярно к оси измерения и закрепляется зажимными винтами 23.

**Приспособление для измерения проволоки ИП-1.** Приспособление (рис. 7) состоит из пластмассового диска 24, который устанавливается на предметный столик и выверяется регулировочными винтами 25 относительно оси трубки оптиметра, и опоры 26, которая помещается в отверстие пластмассового диска.

На верхней плоскости опоры имеются валик 27, притягиваемый двумя пружинами к упорам 28, и две направляющие 29 для установки измеряемой проволоки под прямым углом к оси валика. Диск устанавливается таким образом, чтобы риска его совпала с риской столика и образующая валика была направлена перпендикулярно к одной из осей качания столика.

**Проекционная насадка ПН-6<sup>1</sup>.** Тубус 30 (рис. 8) осветителя жестко связан с кронштейном 31 и штангой 32. Кронштейн 33 в нижней части штанги обеспечивает

<sup>1</sup> Изготавливается по особому заказу.

при установке его на трубку оптиметра определенное положение осветителя относительно осветительного зеркала.

В верхней части тубуса имеется патрон 34 освети-

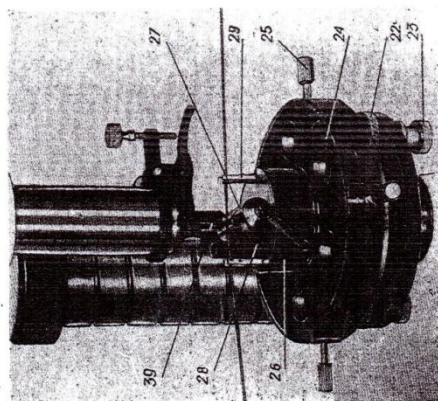


Рис. 7

тельной лампы, который можно перемещать с помощью винтов 35 относительно неподвижного конденсора как вдоль оптической оси непосредственно за патрон, так и перпендикулярно к ней.

Лампа накаливается 13 в, 25 вт питается через трансформатор 36, который включается в сеть 127 в. В случае

необходимости трансформатор можно включить в сеть 220 в. Для этого нужно отвернуть четыре винта, снять крышку трансформатора и подключить концы провода к клеммам «ОБ».

В корпусе 37 проекционной насадки смонтированы призма, круглое зеркало и экран.

Насадку закрепляют на трубке оптиметра посредством шарнирного соединения и защелки, при этом призма располагается против окуляра и изображение, видимое в окуляр, полностью проектируется на экран. Резкость изображения достигается вращением окуляра.

Для юстировки проекционной насадки достаточно отрегулировать осветительную лампу, которая должна обеспечить равномерное освещение всего экрана.

Юстировку нужно производить в следующем порядке:

1. Установить осветитель на трубку оптиметра и включить трансформатор в сеть.
2. Определить положение лампы относительно конденсора, для чего на стол оптиметра поместить лист белой бумаги и, перемещая патрон с лампой, добиться

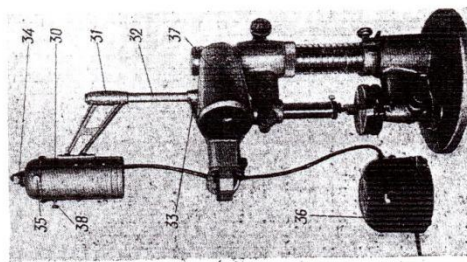


Рис. 8