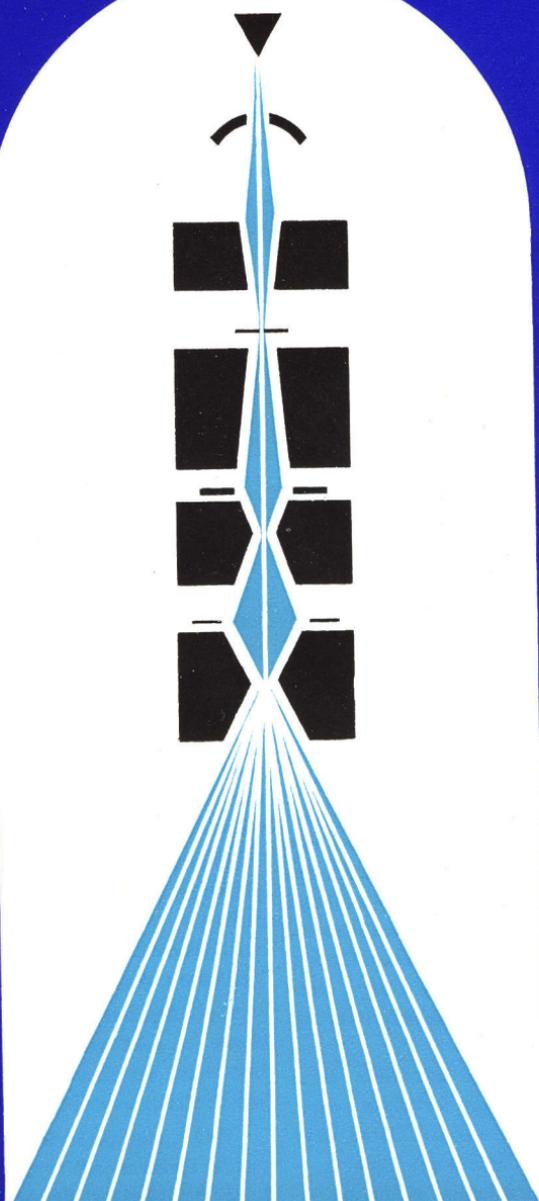


ELEKTRONEN- MIKROSKOPE



MASHPRIBORINTORG MOSKVA-SSSR



**MASHPRIBORINTORG
MOSKVA · SSSR**



In den letzten Jahren wird in verschiedensten Gebieten wissenschaftlicher und technischer Forschung die Methode der Elektronendurchstrahlungsmikroskopie sehr intensiv angewendet, was hauptsächlich durch zwei Umstände bedingt ist. Erstens durch die Modernisierung der Elektronenmikroskope, deren Standardmodelle mit Beschleunigungsspannungen von 100 kV und mehr betrieben werden, ein Auflösungsvermögen von $3 \dots 8 \text{ \AA}$ gewährleisten und ein Beugungsbild des gewählten Teilabschnitts des Objekts (Fläche etwa einige Quadratmikrometer) geben, zweitens durch die Entwicklung und Verbesserung der Präparationstechnik, wodurch die Vorbereitung der zu untersuchenden Objekte wesentlich erleichtert und die Möglichkeit geboten wurde, direkte elektronenmikroskopische Untersuchungen verschiedenartigster Objekte — von organischen Strukturen bis zu schweren Metallen — durchzuführen. Dank moderner Ausrüstung (Mikroskope, Einrichtungen zur Erhaltung elektronendurchsichtiger Objekte usw.) können sogar kleine Labors elektronenmikroskopische Untersuchungen ausführen. Da hierbei solche Kenndaten des Objekts untersucht werden können, die zur Zeit durch andere herkömmliche Methoden nicht erforscht werden können, ist anzunehmen, daß die Elektronen-Durchleuchtungsmikroskopie eine der verbreitetsten Untersuchungsmethoden werden wird.

Die Information, die mit Hilfe eines modernen E-Mikroskops erhalten wird, beschränkt sich nicht nur auf Daten über den geometrischen Aufbau des Objekts — was der Lichtmikroskopie eigen ist — sondern enthält auch Angaben über Kristallografie (infolge spezifischer Eigenheiten der Ausstrahlung) und Defekte im Gefüge (Aufbau) des Objekts. Das Letztere erwies

sich als sehr wichtig bei der Untersuchung kristalliner Stoffe, da Mikrodefekte der Kristallgitterperiodizität untersucht werden konnten und umfassende Untersuchungsarbeiten über Wechselbeziehungen zwischen Mikroeigenschaften des Objekts und, z. B. der Linienversetzung ausgeführt werden können.

Diese in allem hervorragenden Eigenschaften führten dazu, daß die Methodik der E-Mikroskopie als eine der wichtigsten Untersuchungsmethoden in vielen Gebieten der Wissenschaft angewandt wird.

Die Anwendung des Elektronenmikroskops, bei all seiner Bedeutung, ist jedoch begrenzt. Da die Elektronen genau so wie die Lichtstrahlen im Lichtmikroskop das zu untersuchende Objekt durchstrahlen müssen, muß das letztere in überdünne Scheibchen zerteilt oder auf andere Art und Weise bearbeitet werden, was unweigerlich zur Deformation des Objekts führt. Hierbei erhält man eine zweidimensionale monotone Abbildung. Es wäre jedoch wünschenswert zu wissen, was unter der Oberfläche geschieht, die im E-Mikroskop beobachtet wird.

Dieses Problem — die Beobachtung des gesamten Objekts und aller kleinsten Einzelheiten — wird dank dem Elektronenrastermikroskop gelöst, das eine räumliche Abbildung gibt.

Das Anwendungsgebiet des E-Mikroskops ist sehr verschiedenartig und umfaßt weit voneinander liegende Gebiete wie Metalluntersuchung und Medizin.

V/O „Mashpriborintorg“ bietet folgende Elektronenmikroskope an, die anhand langjähriger Erfahrung im Betrieb vaterländischer und ausländischer Mikroskope sowie auf Grund von Forderungen verschiedenster Gebiete der Wissenschaft entwickelt wurden.

*Genauere Auskunft über die Geräte und in Fragen der
Bestellung wende man sich an:*

**Moskau, G-200, Smolenskaja-Sennaja, 32/34,
V/O „MASHPRIBORINTORG“**

**Telegrammanschrift: Moskau,
„MASHPRIBOR“**

Fernruf: 244-27-75

Telex: 235, 236

INHALT

ELEKTRONENMIKROSKOPE

1. Elektronenmikroskop ЭМВ-100Л
 2. Elektronenmikroskop УЭМВ-100К
 3. Elektronenmikroskop ЭМ-9
-

ZUBEHÖR ZUM ELEKTRONENMIKROSKOP УЭМВ-100К

4. Objekthalter ДО-2 zum Elektronenmikroskop УЭМВ-100К
 5. Einrichtung ГУ-2 zum Elektronenmikroskop УЭМВ-100К zur Untersuchung von Objekten in Gasatmosphäre
 6. Einrichtung ПРОН-2
-

SPEZIELLE ELEKTRONENMIKROSKOPE

7. Niederspannungs-Elektronenrastermikroskop РЭМН
 8. Elektronenbeugungskammer ЭР-100
-

ZUBEHÖR ZU ELEKTRONENMIKROSKOPEN

9. Kombinierte Vakuumanlage ВУП-2К
 10. Niederfrequenz-Ultraschalldispergator УЗДН-1
 11. Gerät ПТК zum Ätzen mit aktivem Sauerstoff
 12. Ionen-Punktzerstäuber ИТР
 13. Pjezoelektrisches Ultramikrotom УМТП-2
-



MASHPRIBORINTORG MOSKVA-SSSR

ELEKTRONENMIKROSKOP ЭМБ-1000

ELEKTRONENMIKROSKOP ЭМБ-100Л

Das Elektronenmikroskop ЭМБ-100Л (Bild 1) dient zur visuellen und fotografischen Untersuchung von Objekten.

Das Gerät erlaubt:

Objekte mittels Durchstrahlung in weitem Vergrößerungsbereich zu untersuchen; Abbildungen von weißen Spuren auf schwarzem Bild oder umgekehrt zu erhalten;

Beugungsuntersuchungen mittels Durchstrahlung auszuführen;

Mikrobeugungsuntersuchungen von Objektteilbereichen mit Durchmesser $1 \dots 2 \mu m$ auszuführen.

Die Elektronenmikroskopie wird mit Erfolg zur Untersuchung biologischer Objekte, Viren, Katalisatoren, Kolloidlösungen, Farbstoffen, Silikaten, dünner Metallfilme, die durch Verdampfen im Vakuum oder durch Kathodenerstäubung usw. erhalten werden, angewandt.

Im Mikroskop ЭМБ-100Л wird elektromagnetische Optik angewendet.

Das grundsätzliche optische Schaltbild des Geräts (Bild 2.) ist dem Schaltbild eines Lichtmikroskops analog, in dem alle optischen Lichtelemente durch entsprechen-

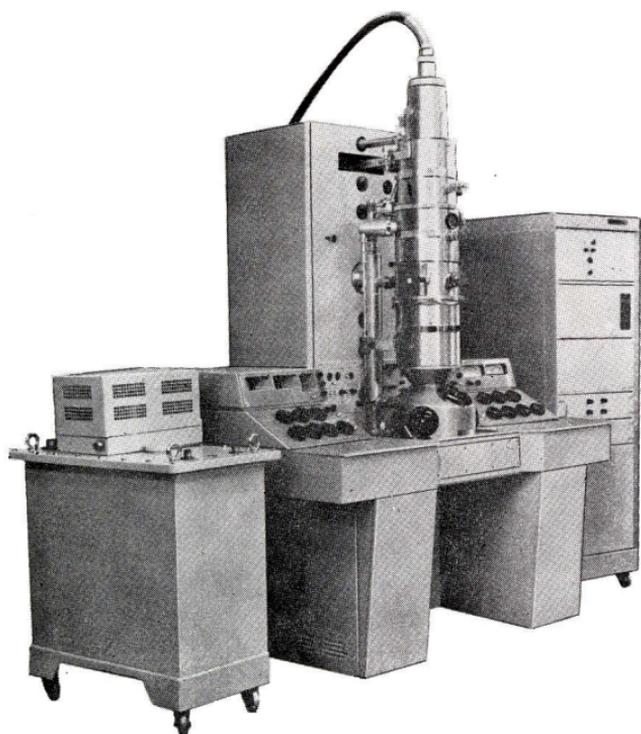


Bild 1. Elektronenmikroskop ЭМБ-100Л

de elektrische Elemente ersetzt sind: Lichtquelle — durch Elektronenquelle, Glaslinsen — durch elektromagnetische Linsen.

Als Elektronenstrahlquelle dient eine Elektronenkanone, die aus Kathode, fokussierender Elektrode und Anode besteht.

Die Elektronenkanone erzeugt einen Elektronenstrahl, der mit Hilfe von Kondensorenlinien formiert und auf das zu untersuchende Objekt gerichtet wird. Der Elektronenstrahl, der durch das Objekt hindurchgegangen ist, gelangt in die Linse des Objektivs, die die vergrößerte Abbildung des Objekts erzeugt. Nach der Objektivlinse geraten die Elektronen in die Zwischenlinse, die dazu dient, die Vergrößerung des Mikroskops stufenlos zu ändern und ein Beugungsbild der Teilabschnitte der zu untersuchenden Probestücke zu erzeugen (elektronische Mikrobeugung). Die nächste Linse (Projektiv) bildet die endgültige, vergrößerte Abbildung des Objekts auf dem Leuchtschirm.

Zum Betrieb mit hoher Auflösung muß das Gerät sorgfältig justiert, Astigmatismus des Objektivs am Stigmator aufs Minimum herabgesetzt, auf die stabile Arbeit des elektrischen Speisungsblocks geachtet und Vibrationen und andere Störungen behoben werden.

Als Elektronenquelle wird eine V-artige Wolfram-Glühkathode verwendet.

Wird die Glühkathode bis auf etwa 2900°C erhitzt, entstehen infolge von Glühemission freie Elektronen, die darauf vom elektrostatischen Feld beschleunigt werden.

Zwischen Kathode und fokussierender Elektrode ist eine negative Spannung (Gittervorspannung) angelegt, deren Wert stufenlos geändert werden kann. Die

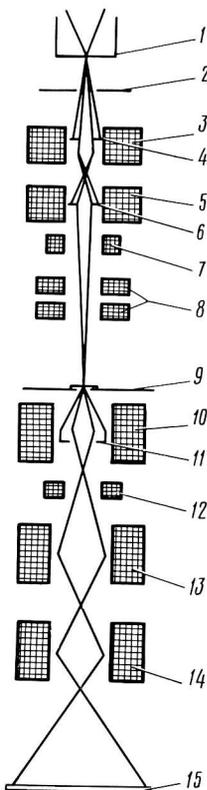


Bild 2. Optisches Schema des Mikroskops ЭМВ-100Л:

1 — Kathodengruppe; 2 — Anode; 3 — erster Kondensator; 4 — Blende des ersten Kondensators; 5 — zweiter Kondensator; 6 — Blende des zweiten Kondensators; 7 — Stigmator des zweiten Kondensators; 8 — Prismen zum Justieren des Beleuchtungsgeräts; 9 — Objektstisch; 10 — Objektivlinse; 11 — Blende für Objektivlinse; 12 — Stigmator für Objektivlinse; 13 — Zwischenlinse; 14 — Projektivlinse; 15 — Bildschirm

Kathode ist im Inneren der fokussierenden Elektrode angeordnet, wodurch eine gute Lenkung des Elektronenstrahls erreicht wird.

Die Dichte des Elektronenstrahls auf dem Objekt ist im Prinzip durch folgende Faktoren begrenzt: Temperatur der Kathode, Kathodenergiebigkeit, Beschleunigungsspannung, Konvergenzwinkel des auf das Objekt fallenden Elektronenstrahls, Aberration des fokussierenden Systems.

Der Wert der Beschleunigungsspannung ist fürs gegebene Mikroskop festgelegt. Die Dichte des Elektronenstrahls kann durch Steigerung der Kathodenergiebigkeit erhöht werden. Die Steigerung der Wolframkathodenergiebigkeit ist nur durch Erhöhung der Glühtemperatur möglich, was jedoch zur Kürzung der Lebensdauer der Kathoden führt.

Sehr hohe und niedrige Gittervorspannungen führen zur Elektronenstrahlendivergenz. Nur im Bestfall geraten die von der Kathode ausgestrahlten Elektronen in ein gleichförmiges Feld und bilden einen parallelen Strahl. Um die Durchstrahlung des Objekts in weitem Bereich ändern zu können, wird ins Durchstrahlungssystem ein Kondensor eingeführt. In einem Kondensortsystem mit einer Linse kann der Strahl durchmesser, der auf dem Objekt fokussiert wird, auf etwa $50 \mu m$ gebracht werden.

Bei starken Vergrößerungen muß das Objekt von Strömen großer Dichte durchstrahlt werden, was zu seiner Überhitzung führt. Die Temperatur des Objekts kann herabgesetzt werden, indem der Durchmesser des durchstrahlten Teilabschnitts bis zu einigen Mikronen verkleinert wird. Zu diesem Zweck wird ein Zweilinsenkondensor verwendet. Mit einem Zweilinsen-Feinstrahlkondensor ist es möglich, kleinste Teilbereiche des Objekts zu durchstrahlen und zwar bis zu etwa $2 \mu m$ Durchmesser.

Ein Zweilinsenkondensor besteht aus der ersten — kurzbrennweitigen und zweiten — langbrennweitigen Linse.

Um bestmögliche Beleuchtung zu gewährleisten, ist im Mikroskop eine Vorrichtung zum Justieren der Elemente des Beleuchtungssystems bezüglich Objektivachse vorgesehen. Außerdem ist die Möglichkeit vorgesehen, die Kathode und die fokussierende Elektrode bezüglich der Anode zu justieren. Diese Justierung gewährleistet maximale Helligkeit auf dem Objekt.

Im Mikroskop ist eine Anlage vorhanden, die ermöglicht, das Beleuchtungssystem zur Objektivachse zu neigen. Von der richtigen Einstellung dieser Anlage hängt das Auflösungsvermögen des Mikroskops ab.

Das Auflösungsvermögen des Mikroskops wird häufig durch den Achsastigmatismus der Objektivlinse begrenzt. Die Hauptursache des Astigmatismus ist die Abweichung der geometrischen Form der Polschuhe von der Symmetrieachse infolge ungenauer Fertigung und magnetischer Inhomogenität des Polschuhwerkstoffs. Wert des Ausgangsastigmatismus kann am Stigmatorstrom bewertet werden, bei dem Kompensation eintritt.

Das Elektronenmikroskop ermöglicht die Ausführung tiefer und umfassender Untersuchungen des feinsten Aufbaus der Substanz. Die elektronografische Untersuchung steht, was Genauigkeit und weite praktische Anwendungsmöglichkeit betrifft, der röntgenografischen Untersuchung in keiner Beziehung nach.

Der Aufbau des Elektronenmikroskops sieht die Möglichkeit vor, Beugungsbilder derselben Objekte zu erhalten, die im E-Mikroskop untersucht werden.

Das Elektronenmikroskop ist auch für örtliche Strukturanalyse ungepaßt. Hierbei gelingt es, in einigen Fällen Elektronogramme von Teilbereichen des Objektes bis etwa $1 \mu m$ Durchmesser zu erhalten. Die Methode der Mikrobeugung gibt die Möglichkeit, Kristalle zu identifizieren, die im Mikroskop betrachtet werden, Habitus der Kristalle, Netzebenenabstand und Orientierung der Kristallachsen zu bestimmen, sowie wichtige Daten über den Vorgang des Kristallwachstums, seiner polymorphen und anderen Umwandlungen zu erhalten.

Um Mikrobeugungsbilder zu erhalten, wird das gesamte optische System des Elektronenmikroskops verwendet. Infolge des Einflusses der sphärischen Aberration der Objektivlinse und ungenauen Koinzidenz der Abbildungsebene des Objektivs mit der Ebene der Aperturblende, erscheinen auf dem Elektronogramm Reflexe benachbarter Teilbereiche. Diese Erscheinung läßt bei Mikrobeugung die Wahl eines Teilbereichs unter $1 \mu m$ Durchmesser nicht zu.

Beim Untersuchen einer Reihe kontrastarmer Objekte (dünne Filme, biologische Präparate u. a.) kann die Durchzeichnung bedeutend erhöht werden, wenn die Abbildung auf dunklem Grund betrachtet wird. Jedoch ist das Auflösungsvermögen von Negativfotografie (weiße Spuren auf schwarzem Grund) niedriger, als bei weißem Grund (Positiv).

Dem Aufbau nach besteht das Elektronenmikroskop ЭМБ-100П aus Stand, Röhre, Vakuumanlage, Steuerpulten und Speisungsblöcken.

Die Eigenart des Standes besteht darin, daß die Röhre des Mikroskops mit Hilfe der Grundplatte der Aufnahmekammer am Ständer mit Stoßdämpfer befestigt ist, der vom Tisch abgesondert ist, auf dem Steuerpulte und Armstützen angeordnet sind.

Dieser Aufbau des Standes erhöht die Vibrationsfestigkeit und gibt die Möglichkeit, das hohe Auflösungsvermögen des Mikroskops voll ausnutzen zu können.

Die Mikroskopröhre (Bild 3.) umfaßt das gesamte elektronenoptische System, das aus Beleuchtungsgerät, Objektivlinse, Zwischenlinse, Projektivlinse, Tubus und Aufnahmekammer besteht, die besonders starr miteinander verbunden sind, was das Gerät vibrationsfester macht.

Das Beleuchtungsgerät strahlt Elektronen aus, formiert sie zu einem Strahl und richtet ihn auf das zu untersuchende Objekt. Das Beleuchtungsgerät besteht aus der Elektronenkanone und dem Kondensorlinienblock.

Die Beschleunigungsspannung wird über ein Hochspannungs-Dreileiterkabel mit bewehrtem Anschluß eingeführt, was stabilen und gefahrlosen Betrieb des Geräts unabhängig von der Luftfeuchtigkeit im Raum gewährleistet.

Als Elektronenquelle dient ein Wolframdraht der Kathodenbaugruppe, der an den Elektroden angeschweißt ist. Die Elektroden sind in einer Isolierplatte befestigt. Zum Wechseln der Kathode wird die Isolierplatte samt Elektroden und Wolframdraht ausgewechselt.

Um die Kathode zur Bohrungsachse der Steuerblende zu zentrieren, kann die Kathode samt Halter und Keramikscheibe bezüglich der Steuerblende in horizontaler Ebene mit Hilfe von vier Schrauben verstellt werden. Der 0,6 mm Luftspalt zwischen Kathode und Steuerblende wird der Höhe nach an Stellringen eingestellt. Die fokussierende Elektrode ist am Gehäuse der Elektronenkanone angeschraubt.

Der Kondensorlinienblock stellt ein zylindrisches Gehäuse dar, das aus drei einzelnen Teilen besteht, die durch Stiftschrauben verbunden sind. Im Inneren des Gehäuses sind zwei Spulen angeordnet, die zusammen mit Einzelteilen des Gehäuses die beiden Kondensorlinsen bilden. Beide Spulen werden über Stützen durch umlaufendes Wasser gekühlt.

Der Kondensorblock, der aus zwei Linsen besteht, gestattet die Beleuchtungsverhältnisse des Objekts in weitem Bereich zu ändern. Durch Verwendung des Doppelkondensors wird außerdem die Thermobelastung des Objekts bedeutend vermindert.

Das obere Bauteil des Kondensorblocks trägt einen Ring, auf dem die Elektronenkanone und die Anode angeordnet sind. Die Anode kann am Gewinde der Höhe nach verstellt werden. Im Kanal des zweiten Kondensorpolschuhs liegt eine Buchse, in der ein Stigmator eingebaut ist. Der Stigmator stellt zwei geschlitzte Röhren mit Flanschen zum Speisungsanschluß dar, die ineinander geschoben und gegeneinander und Buchse elektrisch isoliert sind. Die geschlitzten Röhren stellen Wicklungen dar, die zueinander geneigt angeordnet sind. Die Speisung wird zum Stigmator über hermetisierte Anschlüsse eingeführt, die an der Steckverbindung angeschlossen werden. An dieser Steckverbindung werden auch die Herausführungen beider Kondensorblockspulen angeschlossen.

Unter den Stigmator lassen sich austauschbare Aperturblenden verschiedenen Durchmessers (0,2; 0,3; 0,4 mm) einführen. Die Blenden können in zwei zueinander senkrechten Richtungen an entsprechenden Trieben verstellt werden. Schnelle Ein- und Herausführung des Blendenhalters aus dem Polschuhkanal wird durch einen Blendenschieber ruckweise verwirklicht. Die Querverstellung des Blendenhalters wird beim Drehen einer Buchse verwirklicht, die über ihre exzentrisch angeordnete Ober-

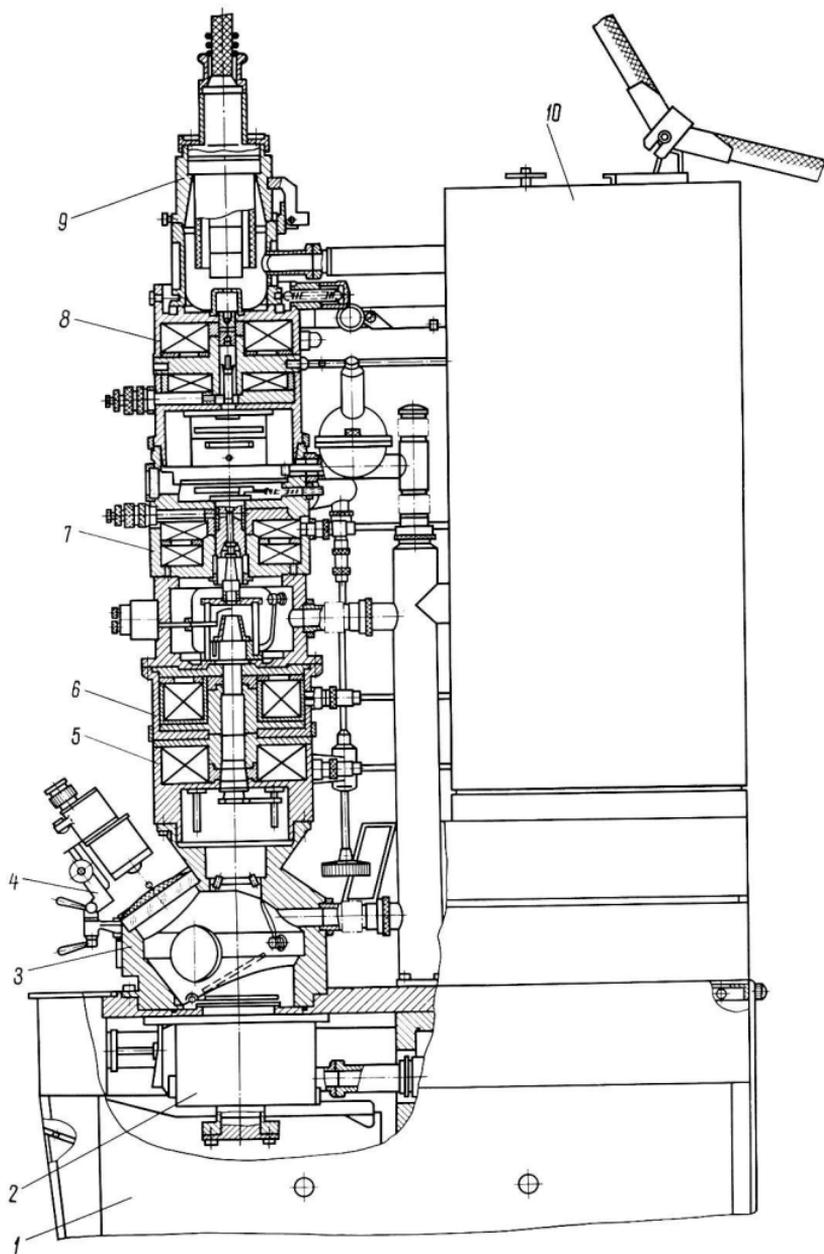


Bild 3. Mikroskopröhre:

- 1 — Stand; 2 — Aufnahmekammer; 3 — Tubus; 4 — Lichtmikroskop; 5 — Projektivlinse;
 6 — Zwischenlinse; 7 — Objektivlinse; 8 — Kondensorlinzenblock; 9 — Elektronenkanone;
 10 — Vakuumschrank

fläche den Blendenhalter in Schwingbewegung versetzt. Der Drehpunkt der Blende liegt im Zentrum ihrer Kugelfläche. Die Blendenbohrung schwingt um die Polschuhachse um $\pm 0,2 \text{ mm}$.

Das Ablenssystem stellt eine selbständige Baugruppe dar, die am Unterteil des Kondensorblocs durch Schrauben befestigt ist und über den Stoßfugen eingespeist wird. Das Ablenssystem dient zum Justieren des Beleuchtungsgeräts bezüglich des Objektivs. Das System ist in drei zylindrischen Gehäusen eingebaut, in denen vier Paare elektromagnetischer Ablenspulen angeordnet sind. Zwei obere Spulenpaare verwirklichen die Ablenkung des Strahls in zwei zueinander senkrechten Ebenen und seine Neigung in anderer Richtung.

Der Kondensorlinienblock ist mit der Objektivlinse starr verbunden.

Das Objektiv ist eine der wichtigsten Baugruppen, die die Arbeit des Geräts bestimmt.

Im oberen Teil des Objektivs (Objektkammer) ist die Objektschleuse mit Manipulator zum Einstellen und Auswechseln der Objekte angeordnet.

Beim Wechseln des Objekts soll innen die Schleusenklappe geöffnet und die Patrone aus dem Kegelsitz heraus- und in die Schleusenkammer hineingezogen werden.

Nachdem die Schleusenklappe geschlossen wurde, wird der Druck in der Schleusen- kammer ausgeglichen. Darauf wird die Manipulatorenmutter gelöst und der Manipulatorekörper mit der Objektpatrone herausgenommen. Alsdann wird die Objekt- patrone von der Manipulatorgabel gelöst, die Kappe abgenommen und das Objektnetz entfernt. Das Objekt wird durch ein neues ersetzt. Um das Einstellen und Entfernen der Objektpatrone zu erleichtern, sind in der Objektkammer ein Schauloch und ein Beleuchtungslämpchen vorhanden.

Die Objektpatrone sitzt auf dem Schieber, der dazu dient, das Objekt in der Ebene zu orientieren. Der Schieber gibt die Möglichkeit, das Objekt in beliebigem Punkt der Ebene im Bereich des zu untersuchenden Probestücks zu orientieren.

Um die Lage des zu untersuchenden Teilabschnitts des Objekts zu bestimmen, ist das Mikroskop mit einem Koordinatenwerk versehen. Als Geber des Koordinatenwerks dienen Potentiometer. Die Lage des zu untersuchenden Teilabschnitts des Objekts kann auch an den Limben der Tischtriebe bestimmt werden.

Um das Objekt gegen Verschmutzung zu schützen, ist am Grund der Objektkammer eine besondere Einrichtung befestigt.

Der Projektivblock des Mikroskops besteht aus zwei Linsen: Zwischen- und Projektivlinse.

Die Zwischenlinse dient zum stufenlosen Vergrößern der Abbildung des Objekts, die in der Objektivlinse erhalten wurde.

Die Linse besteht aus dem Körper-Magnetleiter, der die Spule umfaßt.

Der Magnetleiter, „aufgeschütteter“ Bauart, besteht aus dem Körper und der auf ihm mit Paßsitz aufgesetzten Messingbuchse.

Die Zwischenlinse wird zur optischen Achse des Geräts mit Schrauben zentriert.

Der Innenkanal des Magnetleiters erfüllt die Rolle eines Polschuhs. Die Zwischenlinse ist mit der Projektivlinse durch eine Mutter über einen Dichtring verbunden.

Die Projektivlinse dient zum Erzeugen des Endbildes des Objekts. Der Körper der Linse (Magnetleiter) ist „aufgeschütteter“ Bauart. In der Projektivlinse ist der demontierbare Polschuh mit Aperturblende und Halter eingebaut.

Beim Betrieb dieser Baugruppe muß maximale Vorsicht eingehalten werden, da auch nur unbedeutende mechanische Beschädigungen die Arbeit des Geräts wesentlich verschlechtern. Die Verbindungsstelle von Projektiv- und Zwischenlinse ist durch eine Dichtung hermetisch abgedichtet. Die hermetische Abdichtung der Verbindung von Projektivlinse und Tubus wird durch eine Vakuumdichtung verwirklicht, die mit vier Schrauben befestigt ist.

Der Tubus ist unter der Projektivlinse angeordnet und dient zur Betrachtung des vergrößerten Endbildes des Objekts durchs Fenster. Um das Beobachten des

Endbildes zu erleichtern und zum genaueren Scharfstellen, kann vor das Operatorfenster ein sechsfach vergrößerndes Binokularmikroskop geschwenkt werden, das auf einem Schwenkarm sitzt.

Beim Fotografieren der Objektabbildung werden die Fenster durch Deckel abgeschlossen.

Am Rückteil des Tubus ist eine Öffnung vorhanden, über die Tubus und Aufnahmekammer des unteren Teils der Projektivlinse auf Vor- und Hochvakuum evakuiert werden. Im Tubus sind angeordnet: Arbeitsbildschirm, Justierschirm und Geber des Belichtungsmessers zum Aufnehmen der Objektabbildung.

Die Aufnahmekammer ist als Grundplatte der Mikroskopröhre ausgebildet und dient zum Aufnehmen des Endbildes des Objekts. Sie ist im Mikroskopisch auf gleicher Höhe mit den Armstützen versenkt. Die Aufnahmekammer besteht aus Grundplatte, Plattenwechseinrichtung und Gehäuse.

An der Grundplatte ist mit Schrauben der Tubus befestigt. Die Verbindungsstelle ist durch einen Gummidichtring hermetisch abgedichtet.

Die belichteten Platten werden mit Hilfe eines elektromagnetischen Zählers gezählt.

Zum Schutz gegen Ausstrahlungen ist am Gehäuse der Aufnahmekammer mit Hilfe zweier Kapseln eine Bleiplatte befestigt.

Die Vakuumanlage (Bild 4.) dient zum Erzeugen und Aufrechterhalten des Arbeitsvakuum $5 \cdot 10^{-5}$ mm HgS in der Mikroskopröhre, zum Schleusen der Objektkammer und der Aufnahmekammer. Außerdem gewährleistet die Vakuumanlage ununterbrochen Betrieb des Geräts im Laufe von 6 Stunden bei ausgeschalteter mechanischer Vakuumpumpe, was notwendig ist, um Schwingungen der Mikroskopröhre beim Beobachten und Aufnehmen des Objekts zu verhüten. Die Vakuumanlage besteht aus folgenden Grundbaugruppen: Gestell 1, Vorvakuumbehälter 2, Filter 3, Lufteinlaßventil 6, Ständer 7, fahrstuhlähnlicher Vorrichtung 10, zwei Hochvakuumventilen 14, zwei Hochvakuumfallen 15, zwei Diffusionspumpen 16 mit mechanischen Öffnungen, elektromagnetischem Umföhrungsventil 17, Hilfs-Diffusionspumpe 18, Reduzierstücke 5, Vakuumleitungen 4, 8, 9, 11, 13, 21, 22, 23, 24, 25, Magneto-Ionisationsgeber 12, Schluessventil für Vorvakuumbehälter 19, Schluessventil für Vorvakuum der Mikroskopröhre 20.

Gestell 1 ist als selbständiges Schrank ausgeführt, was die Möglichkeit gibt, die Vakuumanlage gesondert vom Elektronenmikroskop zu montieren und einzurichten.

Die Dichtheit der Vakuumanlage und der E-Mikroskopröhre in lösbaren Verbindungsstellen wird durch Anwendung von Vakuumgummidichtungen gewährleistet.

Zur Kühlung von KondensorblocK, Projektiv-, Zwischen- und Objektivlinse, Fallen und Öldiffusionspumpen dient Wasserumlaufkühlung. Das Wasser wird über zwei Kanälen zugeleitet: zur Vakuumanlage und zum Mikroskoprohr. Stutzen zum Zuleiten und Abfließen von Wasser sind am Unterteil des Vakuumanlageschranks angeordnet.

Zum Satz der Stromversorgung gehören: Schrank der Speisungsanlage, Hochspannungsgleichrichter, Steuerpulte, Schalttafel, Ventilspeisungsblock, Hochfrequenztransformator, Verbindungskabel.

Konstruktiv sind die Blöcke der Stromversorgung in drei Gruppen zusammengefaßt: Schrank der Speisungsanlage, Hochspannungsgleichrichter, Blöcke und Baugruppen, die im Mikroskopstand angeordnet sind. Blöcke und Baugruppen sind miteinander über Kabel verbunden, deren Verbindungsstücke durch Gravierung entsprechend bezeichnet sind.

Der Ständer dient als Glied, auf dem alle Blöcke und deren Verbindungen angeordnet sind. Die Steuerung des Geräts und seine Betriebskontrolle wird an Steuertafeln verwirklicht, die im Mikroskopstand angeordnet sind.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sowie elektronische Elemente sind erstklassiger sowjetischer Fertigung, für die erstklassige Werkstoffe verwendet werden.

Montage und Justierung der Geräte werden in speziell ausgerüsteten und dafür angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

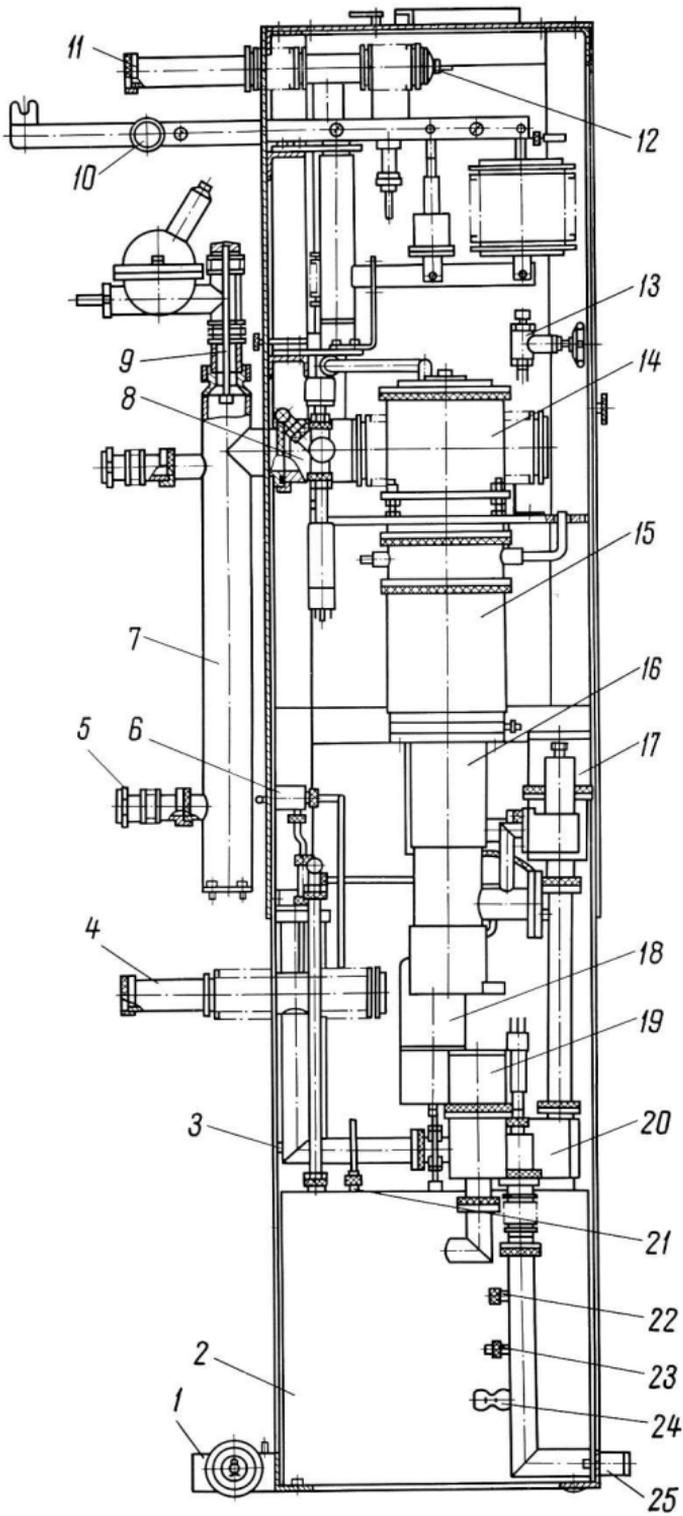


Bild 4. Vakuumsystem

LIEFERSATZ

Elektronenmikroskop ЭМВ-100П in transportbareitem
Zustand

Werkzeug- und Werkstoffsatz

Ersatzteil- und Zubehörsatz

Transportkistensatz

Linsenkühlanlage

Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA-SSSR

ELEKTRONENMIKROSKOP УЭМБ-100К

ELEKTRONENMIKROSKOP YЭMB-100K

Das Mehrzweck- Elektronenmikroskop mit hoher Bildauflösung YЭMB-100K dient zur visuellen und fotografischen Untersuchung von Objekten.

Das Gerät erlaubt:

Objekte auf Durchstrahlung in weitem Vergrößerungsbereich zu untersuchen; stereoskopische Aufnahmen zu erhalten;

Negativ- und Positivbilder zu erhalten;

Beugungsuntersuchungen des gewählten Teilabschnitts auf Durchstrahlung auszuführen;

mit Hilfe eines in der Objektivlinse eingebauten Goniometers Mikrobeugungsuntersuchungen von Objektteilbereichen mit Durchmesser $1 \dots 2 \mu m$ auszuführen. Hierbei können Objekte untersucht werden, die unter verschiedenen Winkeln zur Achse geneigt sind, die in der Objektebene liegt, sowie bei Drehung bezüglich Achse der Objektpatrone.

Mit Hilfe eines Satzes von Zusatzgeräten, die laut Zusatzvertrag mit dem Auftraggeber geliefert werden, erlaubt das Gerät Objekte bei Erwärmung, Streckung und in Gasatmosphäre zu untersuchen und Beugungsbilder der Objekt Oberfläche zu erhalten.

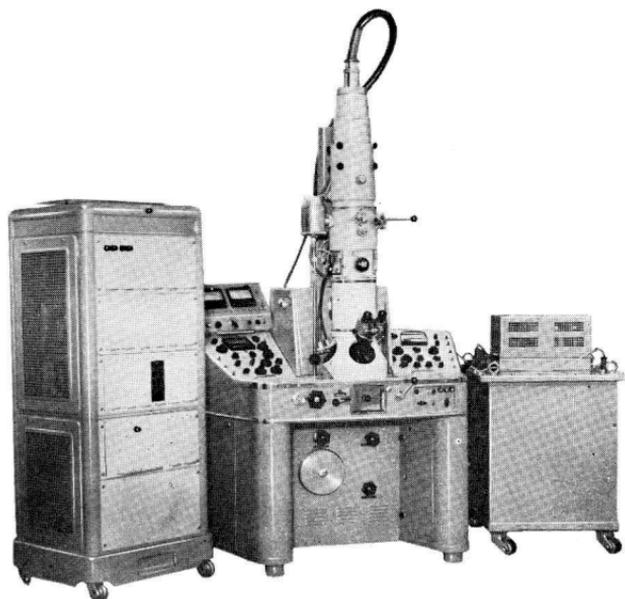
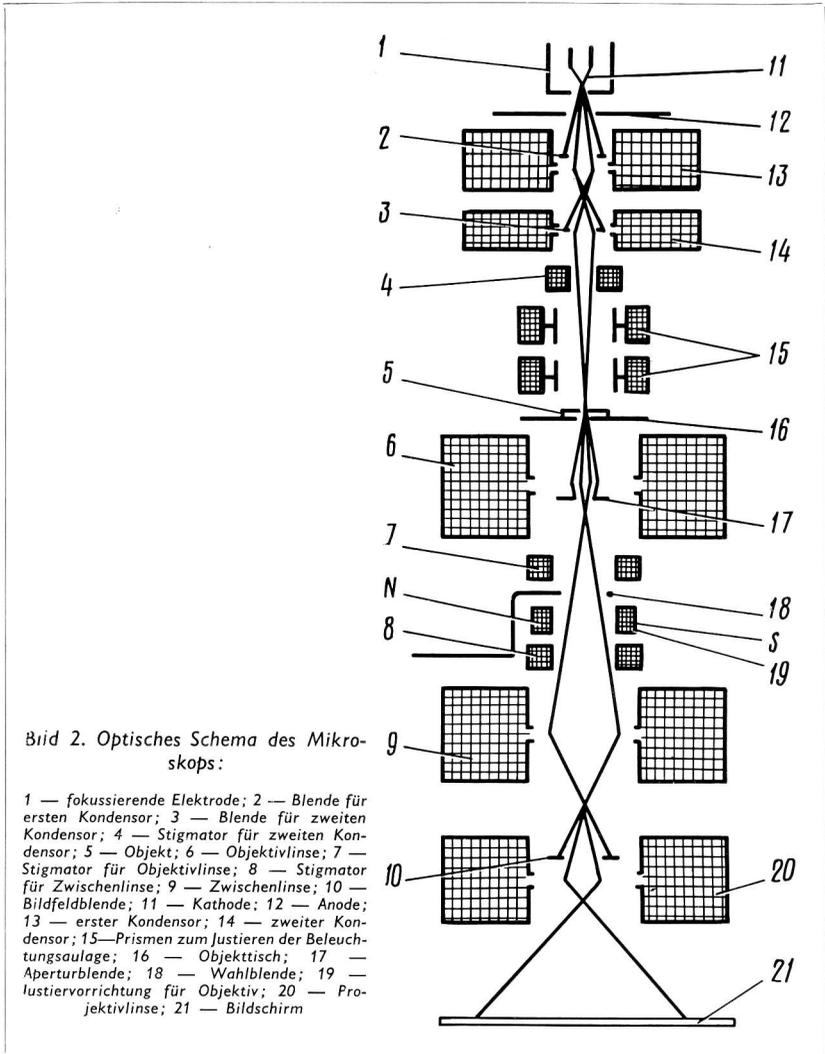


Bild 1. Gesamtansicht des Mikroskops



Das Wirkungsprinzip des Mikroskops beruht auf der Intensitätsmodulation des Elektronenstrahls in Abhängigkeit von der Dichte und Dicke des Objekts.

Das Elektronenmikroskop besteht aus Röhre, Stand, Vakuumanlage, Steuerpult und Speisungsblöcken.

Konstruktiv sind Mikroskopröhre, Vakuumanlage und Steuerpulte auf dem Tisch des Mikroskopstands angeordnet.

Das grundsätzliche optische Schaltbild des Geräts УЭМБ-100К (Bild 2) ist dem Schaltbild eines Lichtmikroskops analog, in dem alle optischen Lichtelemente durch

entsprechende elektrische Elemente ersetzt sind: Lichtquelle — durch Elektronenquelle, Glaslinsen — durch elektromagnetische Linsen.

Als Elektronenbündelquelle dient eine Elektronenkanone, die aus Kathode, fokussierender Elektrode und Anode besteht.

Die Elektronenkanone erzeugt ein Elektronenbündel, das mit Hilfe von Kondensorlinsen geformt und auf das zu untersuchende Objekt gerichtet wird. Das Elektronenbündel, das durch das Objekt hindurchgegangen ist, gelangt in die Objektivlinse, die die vergrößerte Abbildung des Objekts erzeugt. Darauf geraten die Elektronen in die Zwischenlinse, die dazu dient, die Vergrößerung des Mikroskops stufenlos zu ändern und ein Beugungsbild von Teilabschnitten der zu untersuchenden Probestücke zu erzeugen.

Die nächste Linse (Projektiv) entwirft die endgültige vergrößerte Abbildung der Objekte auf dem Leuchtschirm. Die Vergrößerung des Endbildes auf dem Bildschirm läßt sich als Produkt der Vergrößerungen bestimmen, die Objektiv-, Zwischen- und Projektivlinse geben.

Zum Betrieb mit hoher Auflösung muß das Gerät sorgfältig justiert, Astigmatismus des Objektivs am Stigmator auf Minimum herabgesetzt, auf stabile Arbeit des Speisungsblocks geachtet, Vibration und andere Störungen behoben werden.

Das zu untersuchende Objekt muß auch mit Rücksicht auf die Forderungen des Betriebs mit hoher Auflösung vorbereitet werden (kleine Geschwindigkeitsstreuung der Elektronen, die durch das Objekt hervorgerufen wird, hoher Bildkontrast, Strahlenbündelfestigkeit u. a. m.).

Die Justierung des Elektronenmikroskops verfolgt zwei Ziele: Erhaltung höchster Bildhelligkeit und Schaffung von Bedingungen, bei denen sphärische und chromatische Aberration aufs Minimum herabgesetzt wären.

Als Elektronenquelle wird im Mikroskop eine V-artige Wolfram-Glühkathode verwendet.

Zwischen Kathode und fokussierender Elektrode ist eine negative Spannung (Gittervorspannung) angelegt, deren Wert stufenlos geändert werden kann. Die Kathode ist in der fokussierenden Elektrode angeordnet, wodurch eine gute Lenkung des Elektronenbündels erreicht wird.

Die Dichte des Elektronenbündels auf dem Objekt ist grundsätzlich durch folgende Faktoren begrenzt: Temperatur der Kathode; Kathodenergiebigkeit; Beschleunigungsspannung; Konvergenzwinkel des auf das Objekt fallenden Strahlenbündels (Apertur); Aberration des Fokussiersystems.

Der Wert der Beschleunigungsspannung ist fürs gegebene Mikroskop festgelegt. Die Dichte des Elektronenbündelstroms kann durch Steigerung der Kathodenergiebigkeit erhöht werden. Die Steigerung der Wolframkathodenergiebigkeit ist nur durch Erhöhung der Glühtemperatur möglich, was seinerseits jedoch zur Kürzung ihrer Lebensdauer führt. Die Stromdichte des Bündels hängt auch von der Lage der Kathode bezüglich fokussierender Elektrode ab. Die Stromdichte kann gesteigert werden, indem die Vorspannung geregelt wird. Hierbei erreicht die Stromdichte den Höchstwert nur bei einer gewissen optimalen Vorspannung. Dieses ist auf die Wirkung der chromatischen Aberration zurückzuführen, die durch die Feldinhomogenität an der Kathodenspitze hervorgerufen wird.

Um die Beleuchtung des Objekts in weitem Bereich ändern zu können, wird ins Bestrahlungssystem ein Kondensator eingeführt. In einem Kondensatorsystem mit einer Linse kann der Strahldurchmesser, der auf dem Objekt fokussiert ist, auf etwa

50 μm gebracht werden. Bei starken Vergrößerungen muß das Objekt von Strömen großer Dichte durchstrahlt werden, was zu seiner Überhitzung führt. Die Temperatur des Objekts kann herabgesetzt werden, indem der Durchmesser des bestrahlten Teilabschnitts bis zu einigen Mikronen verkleinert wird.

Zu diesem Zweck wird ein Zweilinsenkondensator verwendet. Mit einem Zweilinsen-Feinstrahlkondensator ist es möglich, kleinste Teilbereiche des Objekts zu durchstrahlen und zwar bis zu etwa 2 μm Durchmesser bei wesentlich höherer Intensität.

Ein Feinstrahlkondensator besteht aus der ersten — kurz Brennweitigen Linse, die die Abbildung des engsten Strahlquerschnitts verkleinert, und zweiten — langbrennweitigen Kondensatorlinse, die die etwas vergrößerte Abbildung in die Objektebene überträgt. Es empfiehlt sich, einen Feinstrahlkondensator in Fällen zu verwenden, wenn das zu untersuchende Objekt unter Einwirkung des Bündels leicht zerstört wird.

Verwendung eines Feinstrahlkondensators gewährleistet höhere Bildgüte. Dieses stimmt auch nicht nur, wenn die Objektabbildung betrachtet wird, sondern auch beim Erhalten von Beugungs- und Mikrobeugungsspektren.

Um bestmögliche Beleuchtungsverhältnisse zu erzielen, sind im Mikroskop Vorrichtungen zum Justieren der Elemente des Beleuchtungssystems bezüglich Objektivachse vorgesehen. Diese Vorrichtungen erlauben das Lichtbündel in einer Ebene zu verstellen, die zur Objektivachse senkrecht ist. Außerdem ist die Möglichkeit vorgesehen, Kathode und fokussierende Elektrode bezüglich Anode zu justieren. Diese Justierung gewährleistet höchstmögliche Helligkeit auf dem Objekt.

Im Mikroskop ist eine Einrichtung vorhanden, die ermöglicht, das Beleuchtungssystem um die Objektivachse zu schwenken. Im Gegensatz zu vorhergehenden Justierungen beeinflusst sie nicht die Helligkeit der Abbildung, aber von ihrer richtigen Einstellung hängt das Auflösungsvermögen des Mikroskops ab.

Das Elektronenmikroskop ermöglicht die Ausführung tiefer und umfassender Untersuchungen der feinsten Struktur der Substanz. Die elektronografische Untersuchung steht, was Genauigkeit und weite praktische Anwendungsmöglichkeiten betrifft, der röntgenografischen Untersuchung in keiner Beziehung nach.

Der Aufbau des Elektronenmikroskops sieht die Möglichkeit vor, Elektronenbeugungsbilder derselben Objekte zu erhalten, die im Elektronenmikroskop untersucht werden.

Das Mikroskop ist auch für örtliche Strukturanalysen angepaßt. Hierbei gelingt es, in einigen Fällen Elektronenbeugungsdiagramme von Teilbereichen des Objektes bis etwa 1 μm Durchmesser zu erhalten. Die Mikrobeugungsmethode gibt die Möglichkeit Kristalle zu identifizieren, die im Mikroskop beobachtet werden, Habitus der Kristalle, Netzebenenabstand und Orientierung der Kristallachsen zu bestimmen sowie wichtige Daten über den Vorgang des Kristallwachstums, seiner polymorphen und anderen Umwandlungen zu erhalten.

Um Mikrobeugungsbilder zu erhalten, wird das gesamte optische System des Elektronenmikroskops verwendet.

Beim Durchgehen der Elektronen durch das Objekt wird in der hinteren Brennpunktebene der Objektivlinse das erste Beugungsbild des Objekts entworfen, das von der Zwischenlinse in die Projektivlinsenebene übertragen wird. Die Projektivlinse entwirft auf dem Leuchtbildschirm das vergrößerte Beugungsbild des Objekts. Zum Auswählen eines Teilabschnitts des Objekts ist in der Bildebene des Objektivs eine bewegliche Wahlblende vorgesehen.

Beim Untersuchen einer Reihe kontrastarmer Objekte (dünne Schichten, biologische Objekte u. a. m.) kann die Durchzeichnung bedeutend erhöht werden, wenn die Abbildung auf dunklem Grund betrachtet wird.

Mit Hilfe eines Elektronenmikroskops können gute stereoskopische Aufnahmen erhalten werden, da seine Linsen über eine sehr hohe Tiefenschärfe verfügen.

Der Aufbau des Geräts gewährleistet vollen Schutz der Bedienungskraft gegen Röntgenstrahlung.

Dem Aufbau nach besteht das Elektronenmikroskop aus Stand, Röhre, Vakuumanlage, Steuerpulten und Speisungsanlageblöcken.

Die Mikroskopröhre (Bild 3.) schließt das ganze elektronenoptische System ein, das aus Elektronenkanone, Kondensorlinsen, Objektiv mit Objektschleuse, Projektivblock und Aufnahmekammer besteht, die starr miteinander verbunden sind, was das Gerät schwingungsfester macht. In der Mikroskopröhre ist auch die goniometrische Einrichtung GC-1 angeordnet.

Die Elektronenkanone mit bewehrter Kabeleinführung ist konstruktiv im Gehäuse angeordnet, in dem sich der Hochspannungsisolator mit dem Kathodenbaugruppe befindet. Porzellanisolator nebst Hochspannungseinführung sind im oberen Kanonengehäuse eingebaut, das mittels drei Schrauben mit dem unteren Gehäuse verbunden ist. Vakuumdichtheit der Verbindung wird durch einen Gummidichtring gewährleistet.

Zum Wechseln und Justieren der Kathode kann das obere Kanonengehäuse an einer Achse abgekippt werden. Der Kathodenwechsel besteht darin, die Tafel mit dem durchgebrannten Faden auszubauen und durch eine neue zu ersetzen.

Der Kondensorlinsenblock besteht aus zwei elektromagnetischen Linsen, die in einem Gehäuse eingeschlossen sind. Er gestattet die Beleuchtung des Objekts in weitem Bereich zu ändern. Die Verwendung eines Zweilinsen Kondensors gestattet, die Thermobelastung des Objekts wesentlich herabzusetzen. Die Verbindung des Kondensorblocks mit der Elektronenkanone und dem Objektiv ist starr ausgeführt. Dichtheit der Verbindung mit Elektronenkanone und Objektiv ist durch Dichtungen sichergestellt.

Der erste Kondensor kann mit Schrauben in zwei zueinander senkrechten Richtungen in horizontaler Ebene zur Elektronenkanone und zweitem Kondensor bewegt werden.

Die zweite Kondensorlinse ist am Gehäuse unbeweglich befestigt und besitzt einen Halter für auswechselbare Blenden. Die Blenden können zur Symmetrieachse des Mikroskops zentriert werden.

Das Ablenssystem stellt eine gesonderte Baugruppe dar, die mit einer Mutter am unteren Teil des Kondensorblocks befestigt ist. Das Ablenssystem dient zum Justieren der Beleuchtungsvorrichtung bezüglich Objektiv. Das System ist im Gehäuse eingebaut und besteht aus drei Paaren elektromagnetischer Spulen und zwei Paaren elektrostatischer Ablenkplatten.

Dank der Zusammenwirkung der magnetischen und elektrostatischen Ablenssysteme besteht die Möglichkeit den Elektronenstrahl um beliebigen Azimutwinkel zu neigen.

Der Objektivblock besteht aus Linse, Objektisch und Objektschleuse. Die Objektivlinse ist eine der Hauptbaugruppen, die die Arbeit des Geräts bestimmt. Im oberen Teil der Linse (Objektkammer) ist die Objektschleuse mit der Einrichtung zum Einstellen und Wechseln der Objekte angeordnet.

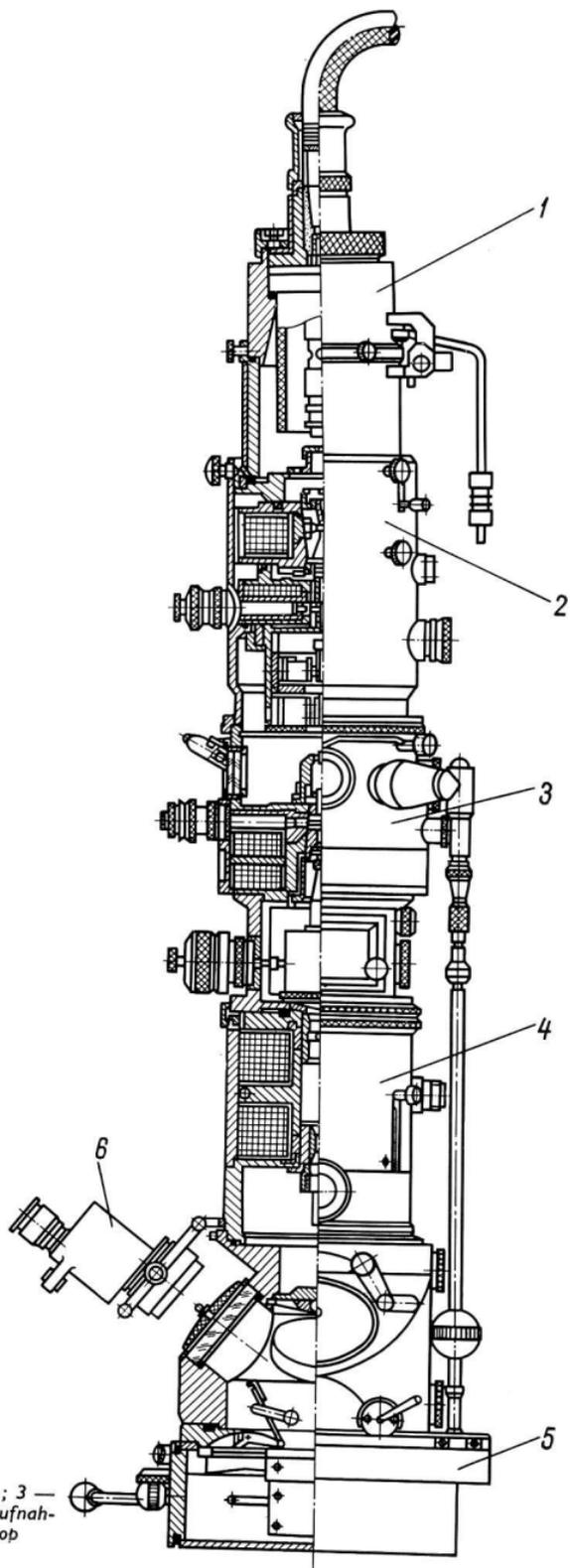


Bild 3. Mikroskopröhre:

- 1 — Elektronenkanone; 2 — Kondensator; 3 — Objektiv; 4 — Projektivblock; 5 — Aufnahmekammer; 6 — Binokularmikroskop

Die Einrichtung zum Einstellen und Wechseln des Objekts stellt eine Linse dar, in der an einem Schieber sich die Vorrichtung der Objektpatrone verschiebt. Die Hülse wird mit Hilfe einer Mutter über einen Dichtungsring an der Objektkammer angeschraubt.

Hierbei entsteht in der Hülse ein Gasvolumen mit einer Luftportion. Die Objektpatrone gleitet in einen besonderen Kegelsitz der Brücke, die unbeweglich am Schieber befestigt ist.

Wird der Stangenkopf bis zum Anschlag im Uhrzeigersinn gedreht, so gleitet die Objektpatrone in den Kegelsitz der Brücke, auf dem sie dicht aufsitzt. Darauf muß der Stangenkopf gegen Uhrzeigersinn gedreht werden, was die Objektpatrone befreit, damit sie zur Untersuchung des Objekts mit dem Schieber bewegt werden kann.

Um das zu untersuchende Objekt ohne Störung des Vakuums in der Mikroskopröhre auswechseln zu können, ist die Objektschleuse mit dem Objekthalter vorgesehen.

Für stereoskopische Aufnahmen wird eine spezielle Vorrichtung verwendet, die zum Einstellen einer speziell vorgesehenen Stereopatrone dient. Zur Orientierung des Objekts in der Ebene dient ein Schlitten, der die Möglichkeit gibt, das Objekt in beliebigem Punkt der Ebene im Bereich des zu untersuchenden Probestücks einzustellen.

Über hermetische Einführungen und Klemmleiste wird die Anlage zum Erwärmen und Strecken der Probestücke mit elektrischer Spannung eingespeist.

Im oberen Teil des Objektivs befindet sich eine Einrichtung zum Schutz des Objekts gegen Verschmutzung.

Im mittleren Teil der Linse liegt die Erregerwicklung, der Polschuh und die Vorrichtung der Aperturblende. Einstellen der Aperturblenden zur optischen Achse des Elektronenmikroskops sowie die schnelle Ein- und Herausführung des Blendenhalters aus dem Polschuhkanal wird ruckweise mit Hilfe des Aufschiebers, in dem Nuten mit Fixierbohrungen vorhanden sind, und der Fixierungsschraube ausgeführt.

Die Aperturblende (Kontrastblende) kann zur Strahlsymmetrieachse justiert werden.

Bei Betrieb mit Objekten, die durch Thermobelastung leicht zerstört werden, wird eine Schutzblende verwendet, die im Halter befestigt ist.

Im unteren Teil des Objektivs (Tubus) ist die Mikrobeugungsanlage, Stigmator der Objektivlinse, Stigmator der Zwischenlinse und die Justieranlage angeordnet.

Auf diesem Abschnitt wird der Elektronenstrahl mit Hilfe zylindrischer Schirme abgeschirmt.

Zur Auswahl eines Teilabschnitts des zu untersuchenden Objekts in der Mikrobeugungsarbeitsweise dienen Wahlblenden, die in besonderen Nuten einer Γ -artigen Platte angeordnet sind.

Platte samt Blenden kann in Quer- und Längsrichtung verstellt werden. Auf diese Weise kann die Blende in einer der Bündelachse senkrechten Ebene verstellt. d. h. der nötige Teilabschnitt bei Mikrobeugung gewählt und eine beliebige der sechs Blenden eingestellt werden.

Der elektromagnetische Stigmator der Zwischenlinse besteht aus vier Wicklungen. Die gegenüberliegenden Wicklungen sind paarweise verbunden.

Zu dieser Gruppe gehört auch die Justiereinrichtung. Sie besteht aus einem Dauermagneten, das ein Magnetfeld erzeugt, welches senkrecht zur optischen Mikroskopachse liegt.

Der elektromagnetische Stigmator der Objektivlinse stellt zwei geschlitzte Röhren dar, mit Flanschen zur Einspeisung. Die Röhren sind ineinandergeschoben und elektrisch voneinander und dem Polschuh isoliert.

Der Projektivblock besteht aus zwei Linsen: Zwischenlinse und Projektivlinse, die konstruktiv in einem Gehäuse vereinigt sind. Die Zwischenlinse gewährleistet zusammen mit den anderen Linsen eine 200000fache Vergrößerung der zu untersuchenden Objekte und gestattet eine stufenlose Änderung der Vergrößerung. In der Zwischenlinse ist ein Polschuh mit großem Innenkanaldurchmesser eingebaut, was die Möglichkeit gibt, ein Mikrobeugungsbild des Objekts auf Durchstrahlung (voller Beugungswinkel — 6°) zu erhalten.

Die Projektivlinse ist mit einer Einrichtung versehen, die das Entfernen des Polschuhs aus der Linse zuläßt, ohne das Vakuum im Gerät zu stören.

Der Zurtitt zu den Objektiv- und Projektivpolschuhen und dem Projektivblock ist über besondere Luken vorgesehen.

Der Projektivblock ist am Tubus der Aufnahmekammer befestigt, der als Grundplatte der Mikroskopröhre dient.

Die Aufnahmekammer dient zum visuellen Betrachten und Aufnehmen des Endbildes des Objekts. Sie besteht aus dem Tubus und dem Kasettenteil. Der Tubus ist über dem Tisch des Mikroskopstands angeordnet; der Kasettenteil der Aufnahmekammer befindet sich unter dem Tubus und ist im Tisch auf gleicher Höhe mit den Armstützen versenkt.

Im Tubus sind drei Fenster zum Betrachten des vergrößerten Endbildes des Objekts vorhanden. Um das Endbild besser betrachten zu können und zu seinem genaueren Scharfstellen, ist ein auf einem Ring schwenkbares Binokularmikroskop vorgesehen, das zusätzliche eine sechsfache Vergrößerung des Endbildes gibt.

Im unteren Teil des Tubus ist eine Öffnung vorhanden, die zum Evakuieren der Röhre aufs Vorvakuum sowie zum Evakuieren der Aufnahmekammer aufs Vorvakuum bei ihrem Schließen dient.

Im oberen Teil des Tubus ist eine Öffnung vorhanden, über die die Aufnahmekammer bei offener Schleusenklappe auf hohes Vakuum evakuiert wird.

Im Deckel der Aufnahmekammer ist ein Fenster vorhanden, unter dem in einem speziellen Magazin die Kassetten mit den Platten angeordnet sind.

An der Vorderseite der Aufnahmekammer ist eine Luke angeordnet, die zum Wechseln des Kassettenmagazins dient.

Das Kassettenmagazin stellt eine lichtdichte Schachtel dar, die durch eine senkrechte Scheidewand in zwei Teile geteilt ist. In der linken Hälfte des Magazins liegen auf einer besonderen gefederten Unterlage vierundzwanzig Fotoplatten in offenen Kassetten. Diese Hälfte des Magazins ist durch einen beweglichen Deckel verschlossen. Beim Öffnen des Magazins faßt der am Deckel befestigte federnde Greifer den Rand der oberen Kasette und verschiebt sie in die zweite Abteilung des Magazins. Die federnde Unterlage hebt darauf das Kassettenpaket um die Dicke einer Kasette nach oben, und die nächste Kasette nimmt die Stelle der abgeworfenen Kasette ein. An der Vorderwand des Magazins ist ein Handgriff angeordnet, der zum Tragen und Herausziehen des Magazins aus der Aufnahmekammer dient.

Das Goniometer ГС-1 dient zur visuellen und fotografischen Untersuchung von Objekten, die unter verschiedenem Winkel zum Elektronenstrahl geneigt werden, bei einer Beschleunigungsspannung bis 100 kV. Mit Hilfe des Goniometers wird das Objekt im Elektronenmikroskop geneigt und gedreht.

Die Vakuumanlage (Bild 6.) gestattet während des Betriebes in der Mikroskopröhre ein Arbeitsvakuum von $1 \dots 2 \cdot 10^{-4}$ mm HgS zu erzeugen und aufrechtzuerhalten, die Objekt- und Aufnahmekammer während des Plattenwechsels zu durchschleusen. Außerdem gewährleistet die Vakuumanlage den Betrieb des Geräts im Laufe von nicht weniger als 8 Stunden bei ausgeschalteter mechanischer Pumpe, was notwendig ist, um Schwingungen der Mikroskopröhre während des Aufnehmens und Beobachtung der Abbildung zu verhüten.

Die Vakuumanlage ist auf einer Platte montiert. Dieses gestattet sie nötigenfalls von der Befestigung zu lösen und aus dem Stand herauszuführen. Der Zutritt zu allen Teilen der Vakuumanlage wird ermöglicht, indem die Rückwand des Standes und das obere Ventil abgenommen werden.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Montage und Justierung der Geräte werden in speziell ausgerüsteten und hierzu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

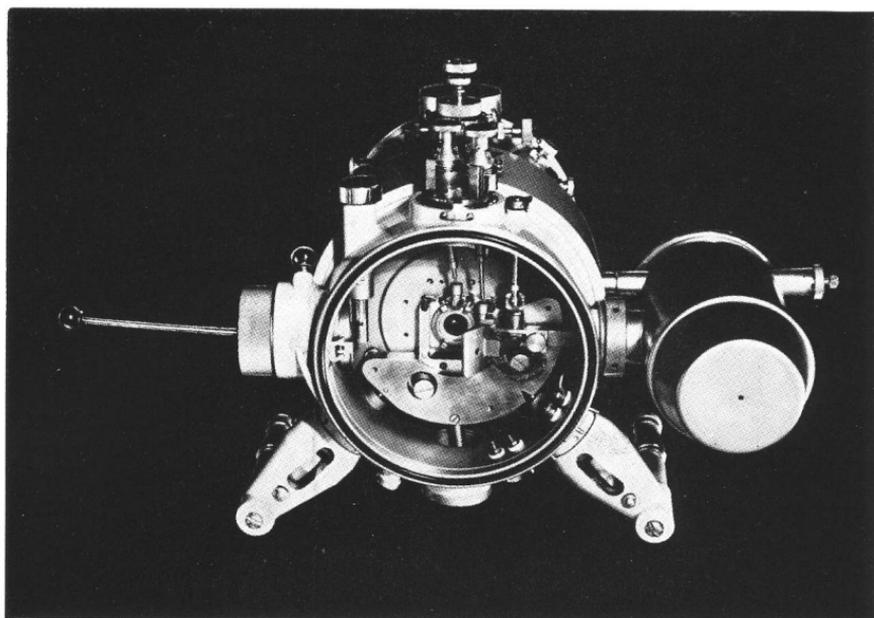


Bild 4. Goniometer, in Objektivlinse des Elektronenmikroskops aufgestellt

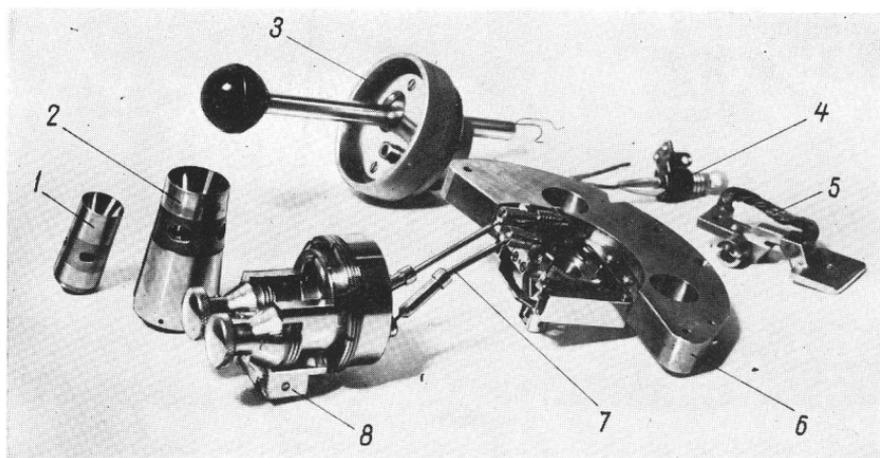


Bild 5. Aufbau des Goniometers:

1 — Spezialpolschuh der Projektivlinse; 2 — Spezialpolschuh der Objektivlinse; 3 — Schleusvorrichtung;
 4 — Leuchte; 5 — Neigungsvorrichtung zum Schutz des Objekts gegen Verschmutzung; 6 — Objektisch-
 schlitten; 7 — goniometrische Einrichtung; 8 — Ablesevorrichtung

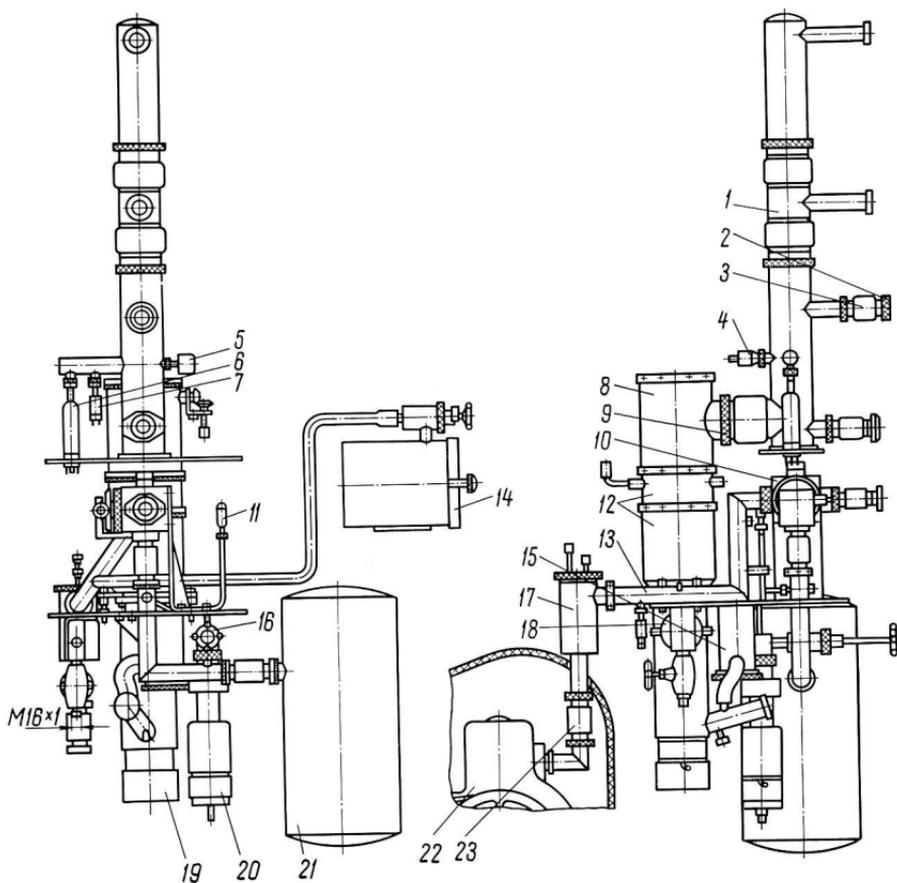


Bild 6. Vakuumanlage:

1 — Ständer; 2 — Überwurfmutter; 3 — Reduzierstück; 4 — magnetischer Ionengeber; 5 — Vakuumrelais; 6 — Geber ПМ-2; 7 — Geber ЛТ-4М; 8 — Hochvakuumventil; 9 — Mutter; 10 — Steuerungsventil; 11 — Gasentladungsröhre; 12 — kombinierte Falle; 13 — Vakuumleitung; 14 — Vakuumkammer; 15 — Teilungsbehälter; 16 — Umleitungsventil; 17 — Vorentladungsfalle; 18 — Hydrorelais; 19 — Diffusionspumpe H-1C-2; 20 — Hilfs-Diffusionspumpe H-005; 21 — Vorvakuumbehälter; 22 — mechanische Pumpe PBH-20; 23 — Faltenbalgreduzierstück

HAUPTDATEN

Auflösungsvermögen, \AA	8
Elektronische Vergrößerung	300 . . . 200000×
Arbeitsvakuum, mm HgS	$1 \dots 2 \cdot 10^{-4}$
Kühlwasserdurchflußmenge, l/min	5
Anzahl der Platten im Magazin	24
Ausmaß der Platten, cm	$6,5 \times 9$
Beschleunigungsspannung, kV	50, 75, 100
Instabilität der Beschleunigungsspannung während einer Minute	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Speisung:	
Spannung, V	380/220 oder 220/127
Frequenz, Hz	50
Leistungsaufnahme, $\text{kV} \cdot \text{A}$	4
Aufrechterhaltung des Arbeitsvakuums bei ausgeschalteter me- chanischer Pumpe (ohne Objektwechsel), h	8
Auflösungsvermögen bei Objektuntersuchungen im Elektronen- mikroskop mit Hilfe des Goniometers, \AA	40
Neigung des Probestücks zur Achse, die in der Objektebene liegt	$\pm 10^\circ$
Genauigkeit der Neigung	$\pm 0,05^\circ$
Drehung des Probestücks um Achse der Objektpatrone	360°
Genauigkeit der Drehung	$\pm 1^\circ$
Bereich der elektronenoptischen Vergrößerung	300 . . . 25000×
Ausmaß des zu beobachtenden Teilabschnitts des Objekts von der Polschuhkanalachse, mm	$\pm 1,0$
Skalenteilung des Neigungslimbus	3'
Skalenteilung des Drehungslimbus	1°
Durchmesser des zu untersuchenden Objekts, mm	3
Hauptabmessungen, mm :	
Mikroskop	$1500 \times 1200 \times 2200$
Energieversorgungsschrank	$640 \times 550 \times 1600$
Hochspannungsgleichrichter	$615 \times 750 \times 1160$
Masse, kg :	
Mikroskop	500
Energieversorgungsschrank	200
Hochspannungsgleichrichter	300
Gesamtmasse des Geräts mit Energieversorgungseinrichtung, kg	1050

LIEFERSATZ

Elektronenmikroskop mit Goniometer GC-1
Elektrizitätsversorgung des Mikroskops
Einrichtung zum Schutz des Objekts gegen Verschmutzung
Objektschleuse
Reservewerkzeug- und Zubehörsatz
Transportkistensatz für Teile und Baugruppen
Technische Beilagen von Mikroskop und Goniometer, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA-SSSR

ELEKTRONENMIKROSKOP 3M-9

ELEKTRONENMIKROSKOP ЭМ-9

Das Elektronenmikroskop ЭМ-9 ist für Labor- und Untersuchungsarbeiten vorgesehen, die kein hohes Auflösungsvermögen benötigen. Das Mikroskop kann in verschiedenen Gebieten der Wissenschaft und Technik angewendet werden.

Das Mikroskop gibt die Möglichkeit die vergrößerte Objektabbildung im Durchstrahlungsverfahren visuell zu beobachten oder zu fotografieren.

Das Mikroskop ЭМ-9 ist für Betrieb in stationären Arbeitsbedingungen vorgesehen, in geschlossenen Räumen, bei Umgebungstemperatur $+ 25 \pm 10^{\circ}\text{C}$, relativer Luftfeuchtigkeit $65 \pm 15\%$ und atmosphärischem Druck $720 \dots 780 \text{ mm HgS}$.

Das umgebende Medium muß staubfrei sein und keine chemischen Mittel enthalten. Das grundsätzliche optische Schema des Mikroskops ЭМ-9, das in Bild 2 gezeigt ist, unterscheidet sich vom Schema eines üblichen Lichtmikroskops dadurch, daß alle optischen Elemente durch entsprechende elektrische Elemente ersetzt sind; Lichtquelle — durch Elektronenquelle, optische Linsen — durch elektronische Linsen.

Als Elektronenstrahlquelle dient eine Elektronenkanone, die aus Kathode, Steuerelektrode, Anode und Anodenblende besteht.

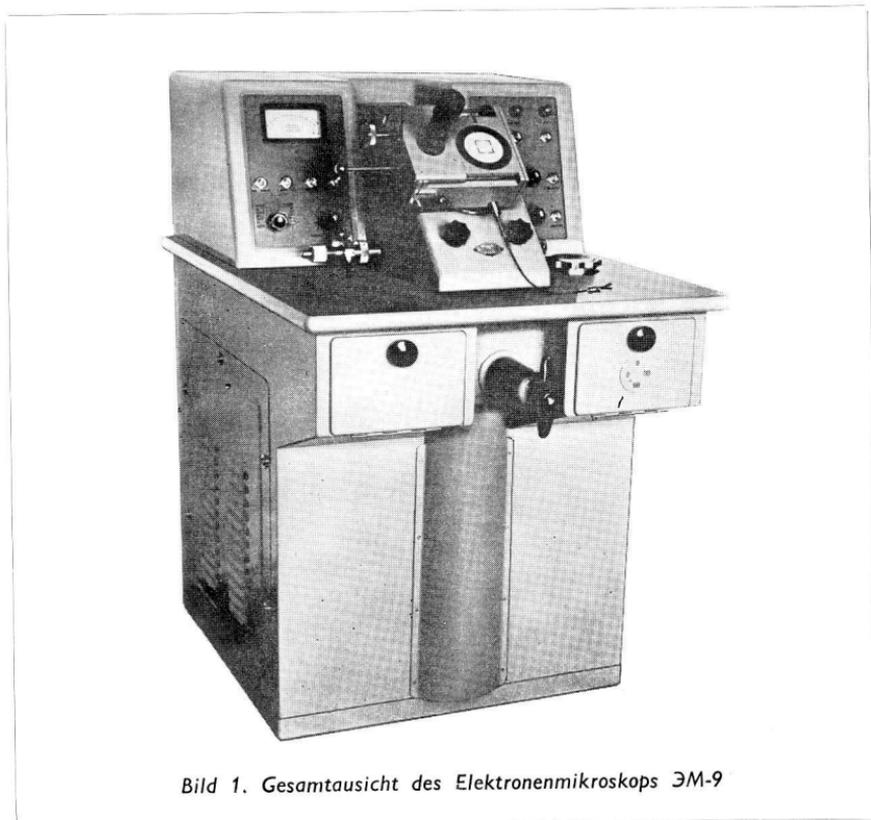


Bild 1. Gesamtaussicht des Elektronenmikroskops ЭМ-9

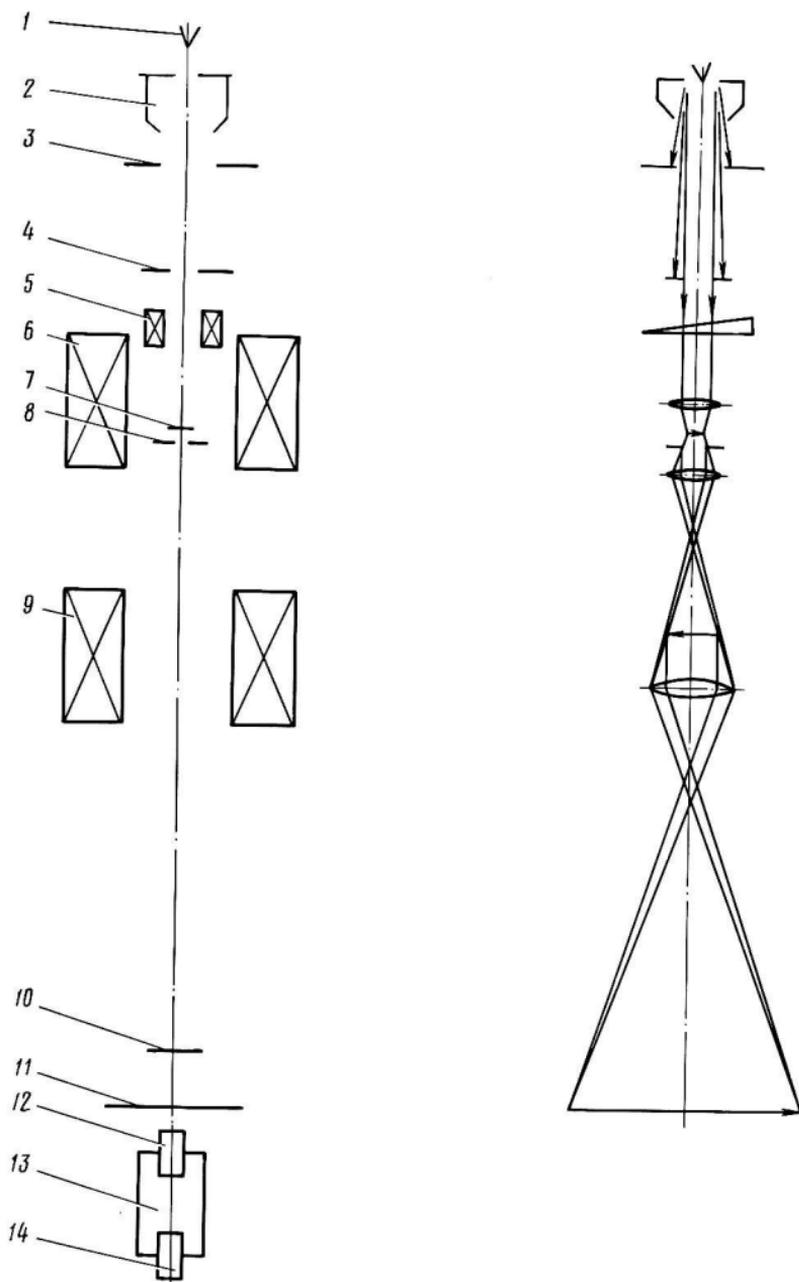


Bild 2. Optisches Schema des Elektronenmikroskops ЭМ-9:

1 — Kathode; 2 — Steuerelektrode; 3 — Anode; 4 — Begrenzungsblende; 5 — Ablenssystem; 6 — Objektiv; 7 — Objekt; 8 — Aperturblende; 9 — Projektiv; 10 — Fotofilm; 11 — Bildschirm; 12 — Objektiv; 13 — Lichtmikroskop; 14 — Okular

Die Elektronenkanone erzeugt einen schmalen Elektronenstrahl, der aufs Objekt gerichtet wird. Der Elektronenstrahl, der durch das Objekt hindurchgegangen ist, gelangt in die Objektivlinse, die die erste vergrößerte Abbildung des Objekts entwirft. Alsdann gelangen die Elektronen in die Projektivlinse, die die elektronische Abbildung des Objekts auf den Leuchtschirm überträgt. Unter Einwirkung der Elektronen leuchtet der Bildschirm auf und erzeugt ein sichtbares Bild des Objekts, das durch ein Lichtmikroskop oder Lupe betrachtet werden kann.

Der Bildkontrast im Elektronenmikroskop ist dadurch bedingt, daß verschiedene Teile des zu untersuchenden Objekts die durch sie dringenden Elektronen verschieden streuen.

Durch die Aperturblende der Objektivlinse werden nur diejenigen Elektronen gehen, die beim Durchdringen des Objekts um verhältnismäßig kleine Winkel abgelenkt werden (z. B. Winkel α in Bild 3). Die entsprechenden Abschnitte auf dem Bildschirm werden hell sein. Der gesamte Streuwinkel der Elektronen $\beta > \alpha$, und darum gelangen auf die Stellen, die im Bereich des größeren Streuwinkels liegen, nicht alle Elek-

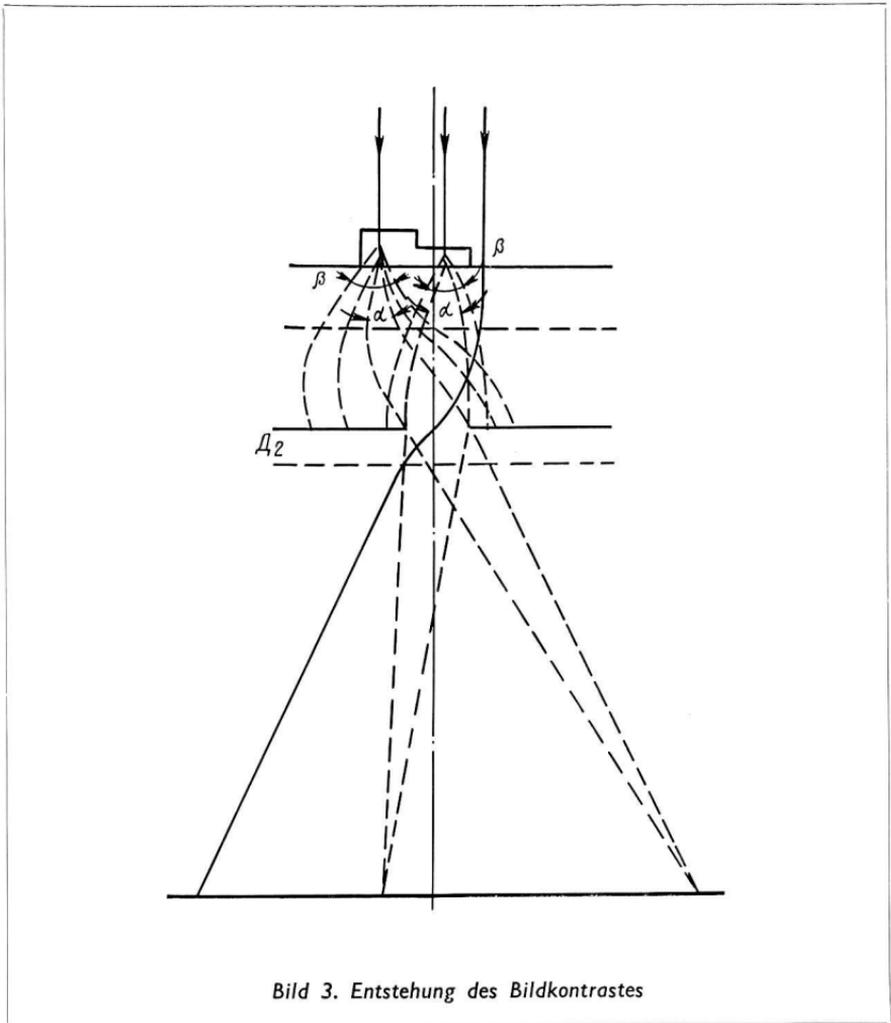


Bild 3. Entstehung des Bildkontrastes

tronen, die durch das Objekt durchgedrungen sind, und die entsprechenden Elemente der Abbildung auf dem Bildschirm sind dunkler. Da die Elektronen von der Luft gestreut werden, muß sie während des Betriebes des Mikroskops dauernd evakuiert werden, um in der Mikroskopröhre einen Unterdruck von $3 \cdot 10^{-4}$ mm HgS aufrechtzuerhalten.

Das Elektronenmikroskop besteht aus folgenden Hauptteilen:

Ständer;

Aufnahmekammer;

Vakuumanlage;

Speisungsanlage mit Steuerpult.

Der Ständer des Elektronenmikroskops wird als selbständige Baugruppe zusammengebaut und am Mikroskoptisch mit Hilfe von vier Schrauben befestigt. Er ist unter 45° geneigt.

In der Mikroskopröhre (Bild 4) sind folgende Hauptbaugruppen angeordnet (von unten nach oben gehend):

In der Beleuchtungsanlage des Mikroskops dient als Elektronenquelle die Kathode 1 der langbrennweitigen Elektronenkanone. Sie ist aus Wolframdraht $\varnothing 0,1$ mm gefertigt und in Kontakten 3 mit Keilen 4 verspannt. Die Kathode wird durch Wechselstrom 50 Hz zum Glühen gebracht.

Die Kathode ist in der Steuerelektrode 2 angeordnet. Wird der Elektrode ein Minuspotential bezüglich der Kathode zugeführt und dieses Potential geregelt, so kann hierdurch die Intensität des Elektronenstrahls und dementsprechend die Helligkeit der Abbildung auf dem Bildschirm gesteuert werden.

Die Kathode mit der Steuerelektrode bilden konstruktiv den Kopf der Elektronenkanone, die am Hochspannungsisolator 5 befestigt ist. Der Isolator ist aus Steatit gefertigt und besitzt ein geerdetes Metallgehäuse 6. Mit Handgriffen 22, die zum Vorderteil der Mikroskopröhre 23 herausgeführt sind, kann der Kopf der Elektronenkanone zur Anode 9 in einer Ebene verstellt werden, die zur optischen Achse senkrecht ist.

Die Anode 9 wird in die Mikroskopröhre hereingeschraubt. Unmittelbar hinter ihr ist in Strahlrichtung die Baugruppe der Anodenblende 11 angeordnet, deren Aufbau gestattet, das Blendenblättchen in zwei zueinander senkrechten Richtungen in einer Ebene zu verstellen, die senkrecht zur optischen Achse ist.

Das Blendenblättchen ist aus Kupferfolie gefertigt, Dicke 0,1 mm, Ausmaß 4×21 mm, mit zwei durchgeätzten Öffnungen $\varnothing 70$ μ m.

Das elektromagnetische Ablenssystem dient zum genaueren Justieren des Elektronenstrahls zur optischen Achse. Mit ihrer Hilfe kann der Elektronenstrahl in zwei zueinander senkrechten Richtungen in einer Ebene verstellt werden, die senkrecht zur optischen Achse ist.

Konstruktiv ist das Ablenssystem als gesonderte Baugruppe ausgeführt und am Linsenblockgehäuse befestigt. Die Steuergriffe des Ablenssystems sind in der Mitte des Steuerpults angeordnet.

Der Elektronenlinsenblock, der aus zwei elektromagnetischen Linsen besteht — Objektivlinse 12 und Projektivlinse 14, ist in einem gemeinsamen Gehäuse 15 eingebaut. In die Objektivlinse werden eingeführt: Objektisch, Objektschleuse und Baugruppe der Aperturblende 13, die der Konstruktion nach der Gruppe der Anodenblende gleicht.

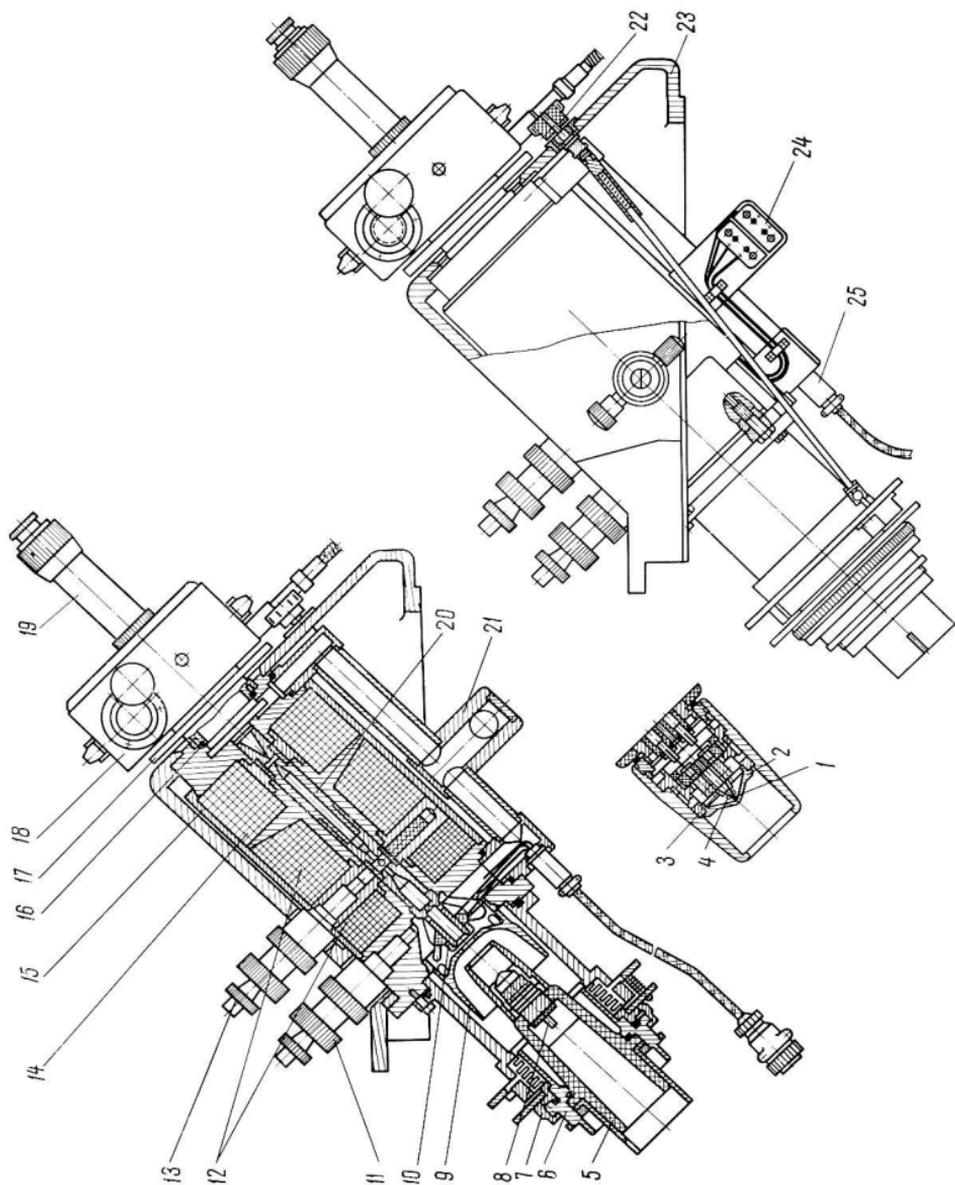
Die Probestücke werden ins Gerät durch die Objektschleuse eingeführt. Sie sind in besonderen Patronen am Patronenhalter befestigt. Steuergriffe ermöglichen die Verstellung des Patronenhalters nebst Probestück in zwei zueinander senkrechten Richtungen in einer Ebene, die zur optischen Achse des Mikroskops senkrecht ist.

Um die zu untersuchenden Objekte gegen Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe und andere Gase zu verhüten, werden Patronen mit Zeolith verwendet, die diese Beimengungen absorbieren.

Die Abbildung des zu untersuchenden Objekts wird mit einer speziellen Kamera 18 fotografiert, die auf der Mikroskopröhre montiert ist. Sie besteht aus Gehäuse, Leuchtschirm, Verstellungstrieb und Auslöser. Zum genauen Scharfstellen der Ab-

Bild 4. Mikroskopröhre:

- 1 — Kathode; 2 — Steuerelektrode,
 3 — Kontakte; 4 — Keile; 5 — Hochspannungsisolator; 6 — Überwurfmutter; 8 — Gehäuse; 7 — Anode; 10 — Blätchen der Anodenblende; 11 — Gruppe der Anodenblende; 12 — Objektivlinse; 13 — Gruppe der Aperturblende; 14 — Projektivlinse; 15 — gemeinsames Gehäuse von Objektiv und Projektivlinse; 16 — Dichtung; 17 — Anpreßmutter 18 — Kamera; 19 — Lichtmikroskop 2facher Vergrößerung; 20 — Ablenkensystem; 21 — Klotz; 22 — Steuergriffe der Elektronenkanone; 23 — Mikroskopröhre; 24 — Steckverbindung; 25 — Zuleitungsschnur



bildung kann das zweifache Lichtmikroskop 19 oder eine Lupe mit 3facher Vergrößerung verwendet werden.

Zur Vakuumanlage gehören:

mechanische Pumpe, die zum Erzeugen des Vorvakuums $5 \cdot 10^{-2} \text{ mm HgS}$ dient;

Öldiffusionspumpe, die im System das Arbeitsvakuum $3 \cdot 10^{-4} \text{ mm HgS}$ erzeugt;

Vorvakuumbehälter, der die Möglichkeit gewährleistet, bei ausgeschalteter mechanischer Pumpe zu arbeiten;

Blockierung für Elektroheizer der Öldiffusionspumpe, die den Elektroheizer ausschaltet und ein Schallsignal einschaltet, sobald die Wasserzufuhr zur Kühlanlage unterbrochen wird;

Steueranlage, die dazu dient, die nötigen Vakuumverhältnisse zu schaffen. Dieses wird durch Umschalten von Ventilen mit entsprechendem Schaltgriff während des Betriebes des Mikroskops erzielt.

Um beim Aufnehmen des Objektbildes Vibrationen zu verhüten, muß die mechanische Pumpe ausgeschaltet werden. Bei ausgeschalteter mechanischer Pumpe wird das Arbeitsvakuum in der Mikroskopsäule im Laufe von mindestens 9 min aufrechterhalten.

Zur Elektrospeisungsanlage gehören: Hochspannungsblock, Niederspannungsblöcke, Verteilerkasten, Leitungssystem und Steuerpult.

Das Mikroskop wird durch einen Dreiphasen- Wechselstromkreis gespeist; Frequenz 50 Hz, Spannung 220 V oder 380 V mit Nulleitung.

Der Aufbau des Geräts gewährleistet Schutz des Bedienungspersonals gegen Röntgenstrahlen, die während des Betriebes entstehen.

Die Konstruktion des Elektronenmikroskops ЭМ-9 bürgt für höchste Zuverlässigkeit und Handlichkeit im Betrieb.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte werden in besonders ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

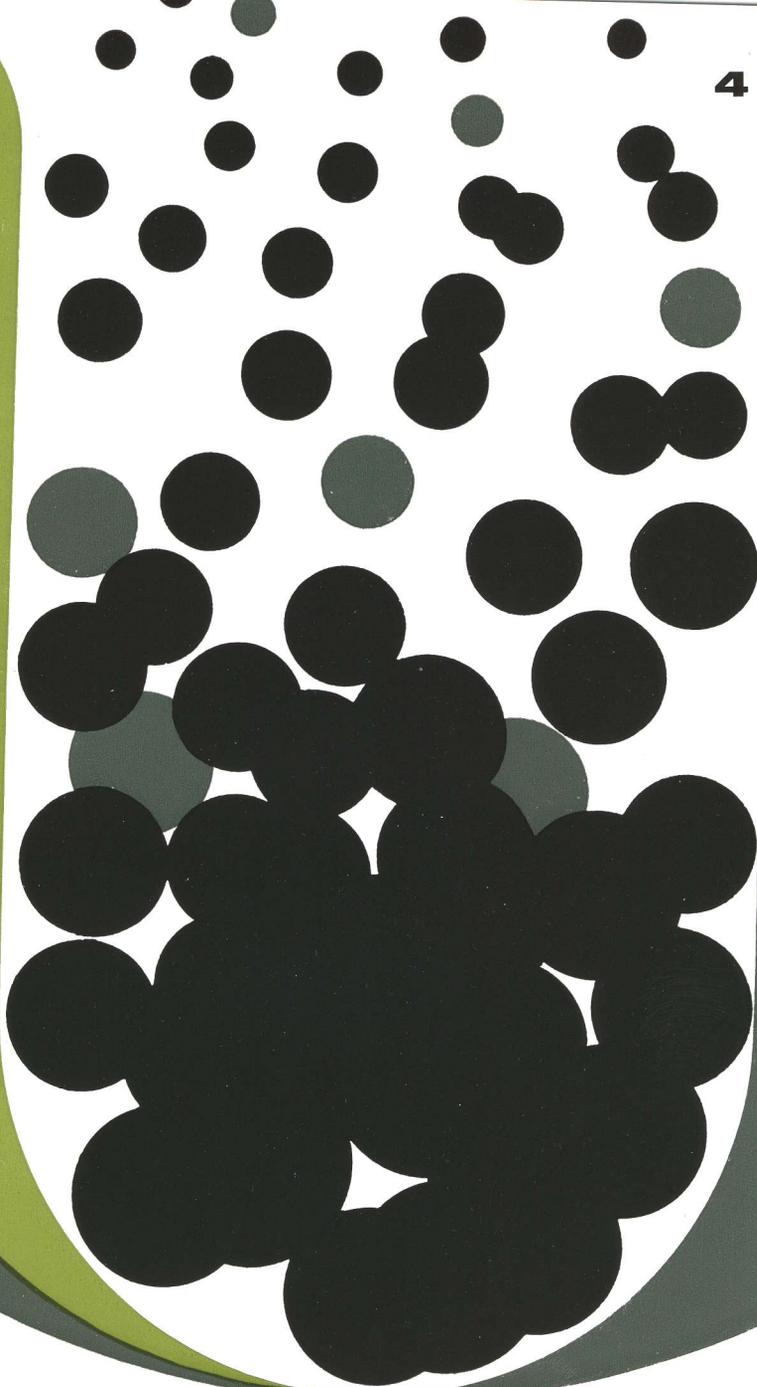
A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Auflösungsvermögen, Å	50
Elektronische Vergrößerung (stufenweise)	2500 \times , 5500 \times , 7000 \times
Vergrößerung des Lichtmikroskops	20 \times
Vergrößerung der Lupe	3 . . . 4 \times
Ausmaß des Films, mm	36
Ausmaß der Aufnahme, mm	24 \times 24
Anzahl der Aufnahmen	45
Beschleunigungsspannung, kV	35
Arbeitsvakuum in der Mikroskopröhre, mm HgS	3 · 10 ⁻⁴
Pumpzeit zum Erreichen des Arbeitsvakuum in der Mikroskopröhre (vom Einschaltmoment der Pumpen gerechnet), min	40 . . . 50
Pumpzeit nach Druckausgleich in der Mikroskopröhre bei warmer Öldiffusionspumpe, min	≤ 10
Aufrechterhaltung des Arbeitsvakuum in der Mikroskopröhre bei ausgeschalteter mechanischer Pumpe, min	≥ 9
Speisungsspannung des Dreiphasenstromkreises mit Nulleitung, V	220/380
Frequenz, Hz	50
Leistungsaufnahme, kW	1,8
Hauptausmaße des Mikroskops, mm	1100 \times 700 \times 950
Masse des Mikroskops, kg	300

LIEFERSATZ

Mikroskop ЭМ-9 in transportbarem Zustand
Ersatzteil- und Werkzeugsatz
Zubehör- und Werkzeugsatz
Reserveteilsatz
Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
OBJEKTHALTER DO-2 ZUM
ELEKTRONENMIKROSKOP УЭМБ-100К

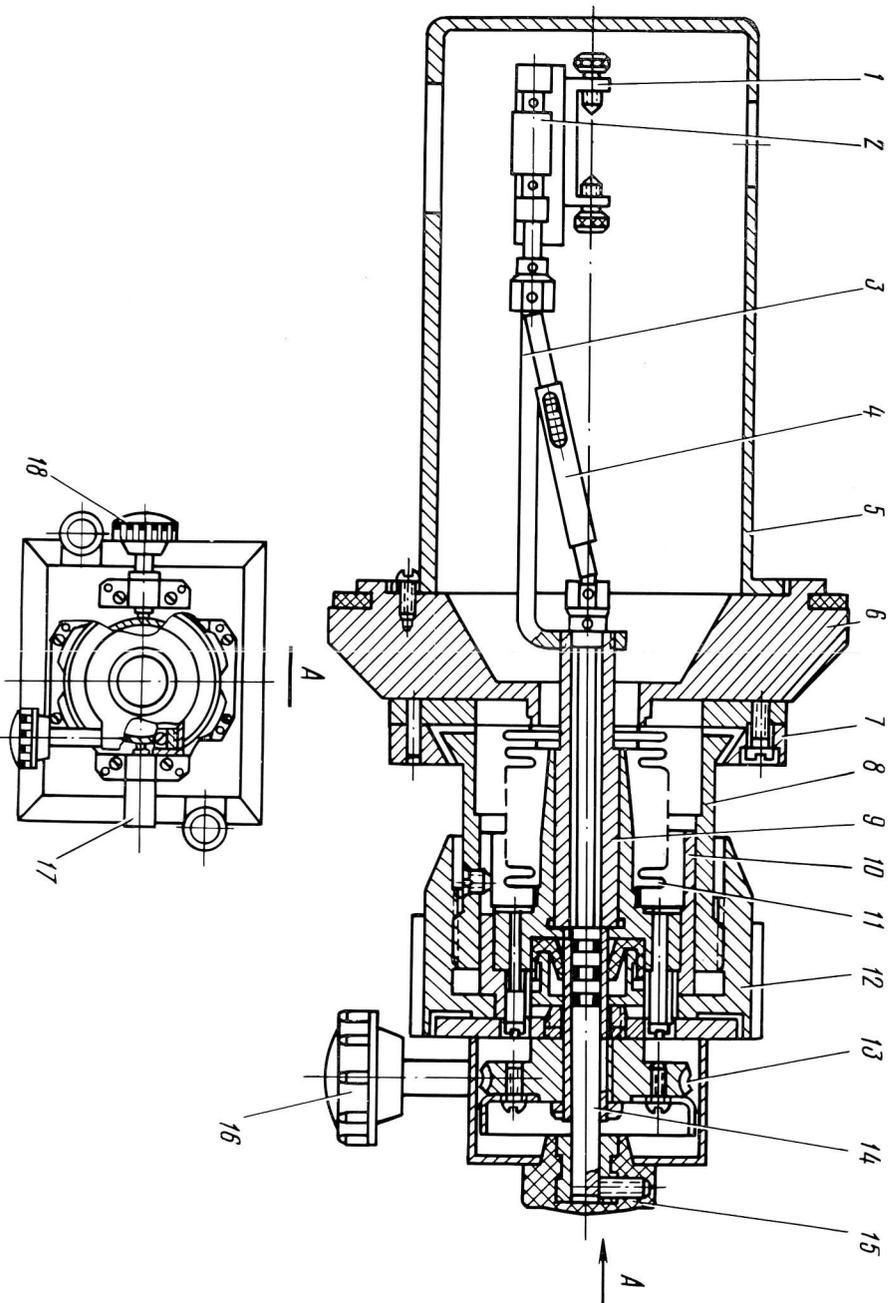


OBJEKTHALTER DO-2 ZUM ELEKTRONENMIKROSKOP Y3MB-100K

Der Objekthalter dient dazu, um im Elektronenmikroskop Beugungsbilder der Objektoberfläche in reflektierten Strahlen zu erhalten.

Gesamtansicht des Objekthalters gibt das Bild. Der Objekthalter wird an der Grundplatte 6 in der Luke der Objektivlinse des Elektronenmikroskops eingesetzt und mit Schrauben befestigt. Der Tisch 1 des Objekthalters kann in horizontaler Ebene am Griff 15 um 360° gedreht werden.

Diese Drehung wird über Welle 14 auf Gelenkwelle 4 und weiter über Schneckenradpaar 2 dem Tisch des Objekthalters übertragen. Die Drehung des Tisches um 360° um die Achse der Welle 14, die durch die Klemmschrauben des Tisches geht, wird am Griff 16 verwirklicht. Die Drehung des Griffs 16 wird über Schneckenrad 13 und Hohlwelle 9 auf Platte 3 übertragen, die den Tisch trägt.



Außer den beiden obengenannten Verstellungen kann das Objekt, das sich auf dem Tisch befindet, in zwei zueinander senkrechten Richtungen in einer Ebene bewegen, die zur Mikroskopachse senkrecht ist.

Die Längsverstellung wird an der Mutter 12 verwirklicht, die auf die unbewegliche Buchse 8 aufgeschraubt wird.

Die Innenbuchse 10 (bewegliche), die mit der gesamten Vorrichtung der Platte 3 starr verbunden ist, verstellt sich fortschreitend gleichzeitig mit Mutter 12, infolgedessen auch die Platte samt Objekttrisch sich in genannter Richtung bewegt.

Der Faltenbalg 11 gewährleistet diese Bewegung ohne Störung des Vakuums. Die Buchse 8 endet als Schlitten mit Schwalbenschwanzführungen. Der Schlitten wird durch Platten 7 gehalten und kann sich senkrecht zur Längsbewegung verstellen. Die Verstellung des Schlittens in einer Richtung wird am Griff 18 ausgeführt, die Rückkehr des Schlittens gewährleistet der federnde Anschlag 17.

Zum Schutz gegen Anfangsstrahlung ist der Objekthaltertrisch durch eine Glasglocke 5 abgeschirmt.

Anmerkung. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog ausgewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Verstellung des Objekts in horizontaler Ebene, mm:

Längsverstellung	$\pm 4,5$
Querverstellung	± 3

Drehwinkel des Objektisches:

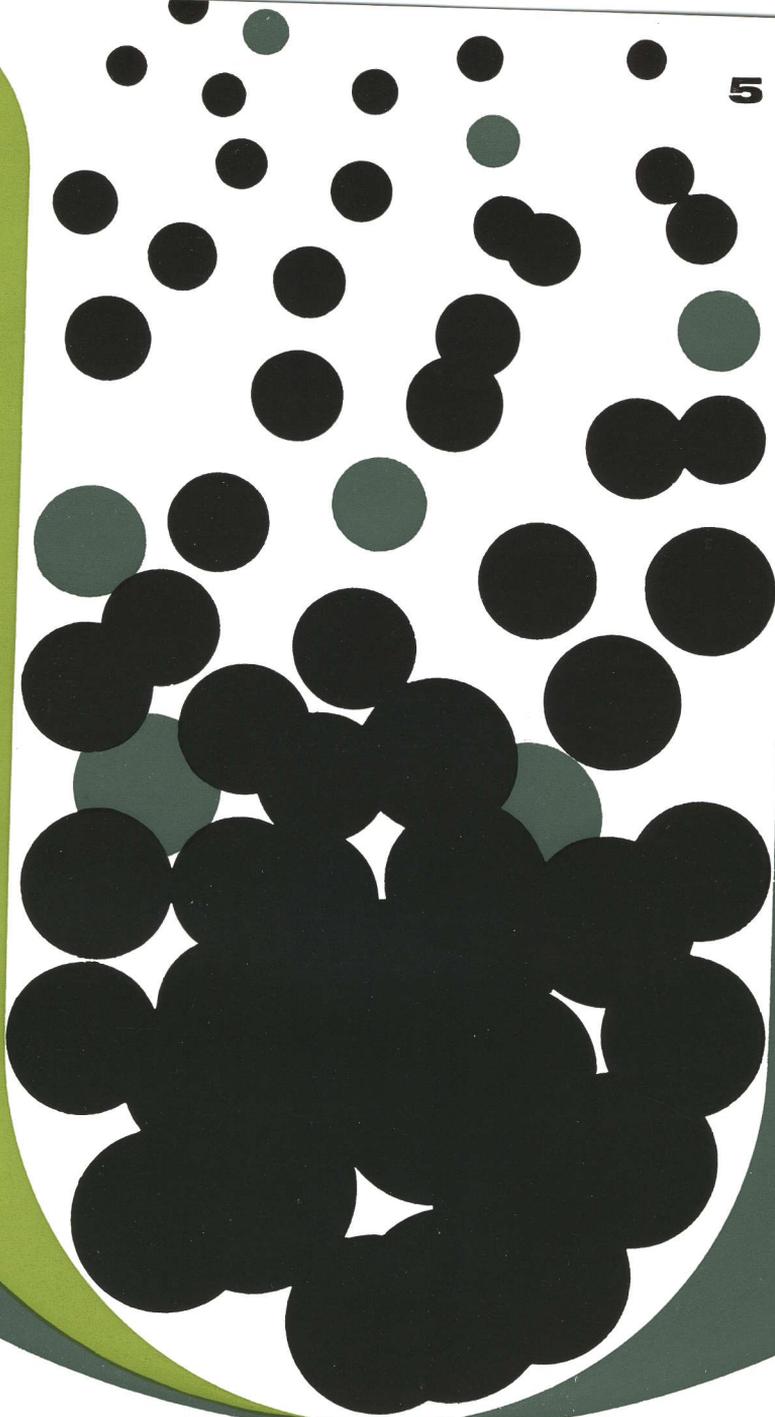
in horizontaler Ebene	360°
in vertikaler Ebene	360°

LIEFERSATZ

Objekthalter ДО-2

Ersatzteil-, Werkzeug- und Zubehörsatz

Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
EINRICHTUNG ГУ-2 ZUR UNTERSUCHUNG
VON OBJEKTEN IN GASATMOSPHERE



EINRICHTUNG ГY-2 ZUM ELEKTRONENMIKROSKOP УЭМБ-100K ZUR UNTERSUCHUNG VON OBJEKTEN IN GASATMOSPHERE

Einrichtung ГY-2 dient zur Untersuchung lebendiger Mikroorganismen, feuchter Objekte und Prozesse chemischer Reaktionen im Elektronenmikroskop УЭМБ-100K.

Die Möglichkeit nicht ausgetrocknete Objekte untersuchen zu können wird dadurch gewährleistet, daß das Objekt sich in einer Atmosphäre von Gas und Feuchtigkeitdämpfen befindet. Druck und Zusammensetzung des Gases in der Kammer wird durch ein spezielles Vermittlungssystem geregelt.

Das Auflösungsvermögen der Einrichtung ist ein wenig niedriger, als bei Untersuchung des Objekts im Vakuum. Dieses ist dadurch zu erklären, daß der Elektronenstrahl zusätzlich eine Gasschicht und zwei Schutzschichten durchdringen muß, die den Raum der Gasatmosphäre vom Vakuum der Mikroskopröhre scheidet.

Zur Einrichtung gehören:

Einrichtung zur Untersuchung eines Objekts in Gasatmosphäre;

Schutzblendentrieb;

Vakutmanlage;

Polstuh;

Tragarm.

Der Gasraum in der Objektivlinse, in dem sich das zu untersuchende Objekt ubefindet, ist in einer hermetischen Mikrokammer eingeschlossen. Die konstruktive Ausführung der Patrone mit der Mikrokammer zeigt Bild 1.

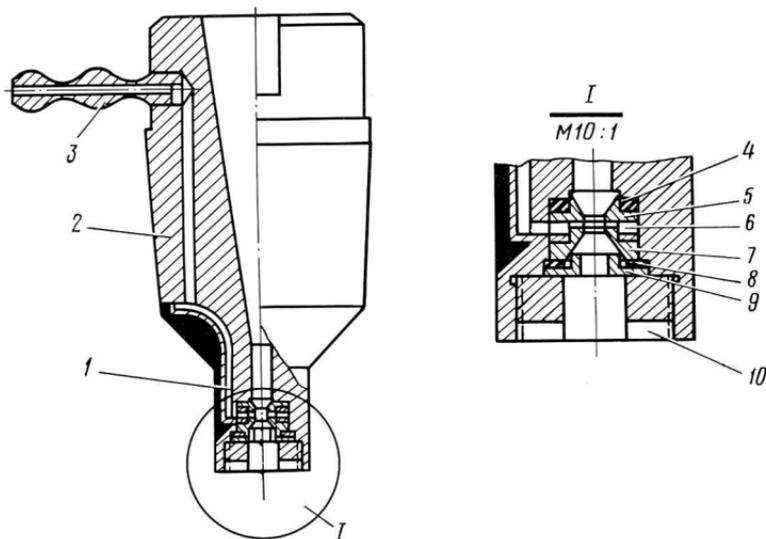


Bild 1. Patrone mit Mikrogaskammer:

- 1 — Kanal; 2 — Objektpatrone; 3 — Stutzen; 4 — Gummidichtung; 5 — Blende; 6 — geschlitzter Ring; 7 — Blende; 8 — Gummidichtung; 9 — Buchse; 10 — Mutter

Die Mikrokammer ist im unteren Teil der Objektpatrone 2 angeordnet.

Die Mikrokammer ist in Strahlrichtung oben und unten durch zwei Blenden 5 und 7 begrenzt. Die zueinander gerichteten Oberflächen der Blenden sind mit einem Schutzfilm bedeckt, der das Ausströmen des Gases in die Mikroskopröhre verhindert.

Zwischen den Blenden ist der geschlitzte Ring 6 angeordnet, durch den das Gas in die Mikrokammer einströmt. Durch die Höhe des Ringes wird die Höhe der Gasschicht in der Mikrokammer geregelt (ca. 0,2 mm).

Die Mikrokammer wird mittels Gummidichtungen abgedichtet. Um Ladungskonzentration auf den Dichtungen zu verhüten, die in unmittelbarer Nähe des Strahlenbündels liegen, werden diese Dichtungen abgeschirmt.

Ein wesentliches Element der Konstruktion bilden die Formwarschutzfilme. Sie sind so dünn (250 Å), daß sie keine wesentliche Streuung der Elektronen hervorrufen, sind aber widerstandsfähig genug, um der nötigen Druckdifferenz bei der Elektronenbestrahlung zu widerstehen und durch Kontakt mit der Feuchtigkeit nicht zerstört zu werden.

Formwarfilme, die mit einer Kohlenwasserstoffschicht bedeckt sind, lassen in der Kammer Drücke im Bereich 0,01 . . . 760 mm HgS zu. Der Lochdurchmesser der Blende beträgt 0,3 mm.

Der Formwarfilm wird auf das elektrolytische Netz (30 Lin/mm) aufgetragen, das zuvor mit der Blende zusammengeschweißt wurde.

Das zu untersuchende Objekt wird auf den Schutzfilm der unteren Blende 7 aufgetragen.

Die Verstellung des Objekts in horizontaler Ebene in zwei zueinander senkrechten Richtungen wird durch den Objektstisch des Mikroskops verwirklicht. Einführung des Objekts unter den Strahl und seine Herausführung wird durch die Stelleinrichtung der Patrone ausgeführt.

Die Stelleinrichtung der Patrone ist im Gehäuse untergebracht, welches mittels einer Buchse am Stutzen der Objektschleuse angeschraubt ist.

Zum Schutz des Objekts gegen Einwirkung des Elektronenstrahls (technische und Strahlungseinwirkung) ist in der Einrichtung zur Untersuchung von Objekten in Gasatmosphäre eine Schutzblende vorgesehen.

Der Blendenhalter kann sich in horizontaler Ebene in zwei zueinander senkrechten Richtungen verstellen.

Die über dem Objektiv, in unmittelbarer Nähe der Mikrokammer angeordnete Schutzblende schirmt das gesamte Präparat ab und öffnet der Bestrahlung nur einen Teilbereich des Objekts (Durchmesser 0,02 . . . 0,6 mm), an dem die Scharfeinstellung ausgeführt wird. Um einen interessierenden Teilabschnitt des Objekts aufzunehmen, wird die Scharfeinstellung am benachbarten Abschnitt ausgeführt (den die Blende offen läßt).

Genau so wie bei Untersuchungen gewöhnlicher Objekte im Vakuum, wird bei Verwendung der Einrichtung für Untersuchung von Objekten in Gasatmosphäre in den Polschuhspalt mit Hilfe der Aperturblendeneinrichtung die Aperturblende eingeführt.

Bei Untersuchungen von Objekten in Gasatmosphäre ist die Rolle der Aperturblende von besonderer Bedeutung, da der Kontrast der biologischen Objekte, der gewöhnlich nicht hoch ist, noch dadurch verschlechtert wird, daß der Elektronenstrahl zwei Schutzfilme und eine Gasschicht durchdringen muß, die einen zusätzlichen Störhintergrund erzeugen.

Das Objektiv kann ausgewechselt werden, ohne das Vakuum in der Mikroskopröhre zu stören.

Beim Schleusen wird die Objektschleuse über die Vermittlungseinrichtung evakuiert.

Das Gasverteilsystem der Einrichtung zum Untersuchen von Objekten in Gasatmosphäre erlaubt:

- die Mikrokammer mit Luft, irgendeinem Gas oder einer Gasmischung aufzufüllen;
- die Mikrokammer bis auf nötiges Vakuum zu evakuieren;
- die Objektschleuse beim Einführen oder Wechseln des Objekts zu evakuieren.

Das Vermittlungssystem ist als herausragbarer Pult ausgeführt, der am Mikroskopstand befestigt wird.

Auf dem Pult sind drei Steuerungshähne, die miteinander über Gummischläuchen verbunden sind, und zwei Vakuummeter angeordnet. Gesamtschaltplan der Kommutation zeigt Bild 2. Alle Hähne sind der Kückenhahnbauart, was die Möglichkeit gibt, die Pumpzeit in Abhängigkeit von der Größe der Durchlaßöffnung zu regeln. Der Hauptteil des Hahns ist der hohle Hahnkegel (Bild 3). Im Hahnkegel sind drei Bohrungen vorhanden. Zwei dieser Öffnungen sind auf einer Höhe angeordnet, die im Hahngehäuse dem Stutzen 3 entspricht, der den Hahn mit der Mikrokammer verbindet, die dritte Öffnung liegt auf der Höhe des Stutzens 4, der zur Objektschleuse führt. Eine der Öffnungen ist keilförmig, wodurch das Pumpzeitverhältnis von Objektschleuse und Kammer geändert werden kann. Die andere Öffnung ist länger in der Horizontale. Dieses erlaubt nur die Objektschleuse zu evakuieren, wenn der Hahn um 15° gedreht wird und aus der Stellung „шлюз. камера“ (Objektschleuse) in Stellung „шлюз“ (Schleuse) gebracht wird, da hierbei die Öffnung im Hahngehäuse, die zur Mikrokammer führt, überdeckt wird.

Die dritte Öffnung dient zur Zuführung von Gas in die Mikrokammer.

Der Druck in der Schleuse und in der Kammer wird mit zwei Vakuummetern vermessen; der eine zeigt den Druck in der Kammer, der zweite — in der Schleuse an. Die Differenz der Vakuummeterangaben während der Evakuierung der Objektschleuse gibt die Druckdifferenz auf den Schutzfilmen der Objektkammer an.

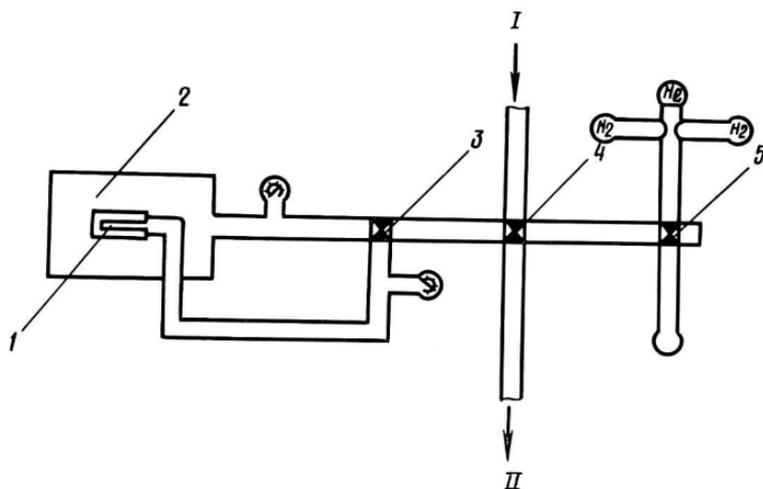


Bild 2. Kommutationsschaltplan:

1 — Kammer; 2 — Schleuse; 3, 4, 5 — Hahn. I — Luft; II — Evakuierung

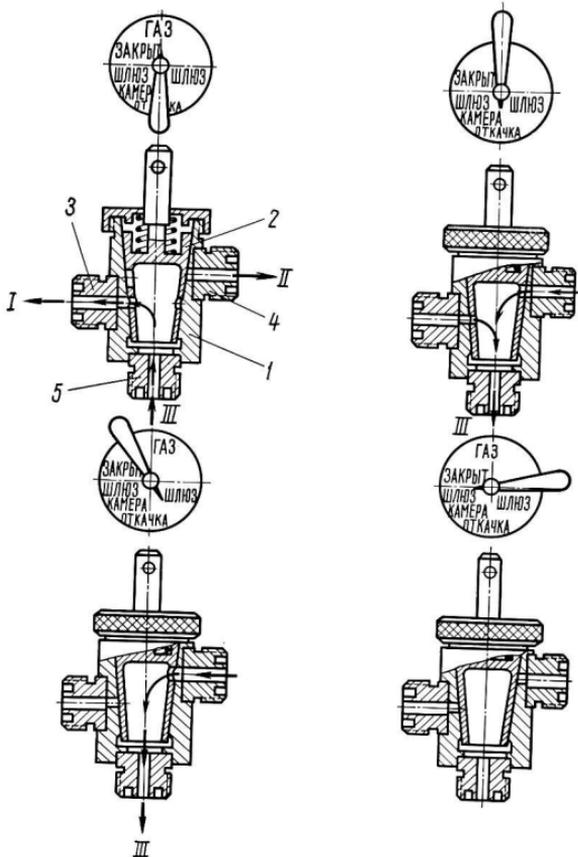


Bild 3. Umschalten des Hahns:

1 — Gehäuse; 2 — hohler Hahnkegel; 3, 4, 5 — Stützen. I — zur Kammer; II — zur Schleuse; III — zum Hahn

Polschuh.

Zur Untersuchung von Objekten in Gasatmosphäre wird ein Polschuh mit vergrößerter Öffnung (8 mm) verwendet. Alle anderen Ausmaße entsprechen einem üblichen Polschuh.

Der geschweißte Tragarm trägt die Vakuumanlage. Der Tragarm ist an der Rückseite des rechten Mikroskoppults befestigt.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und

Justierung der Geräte wird in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

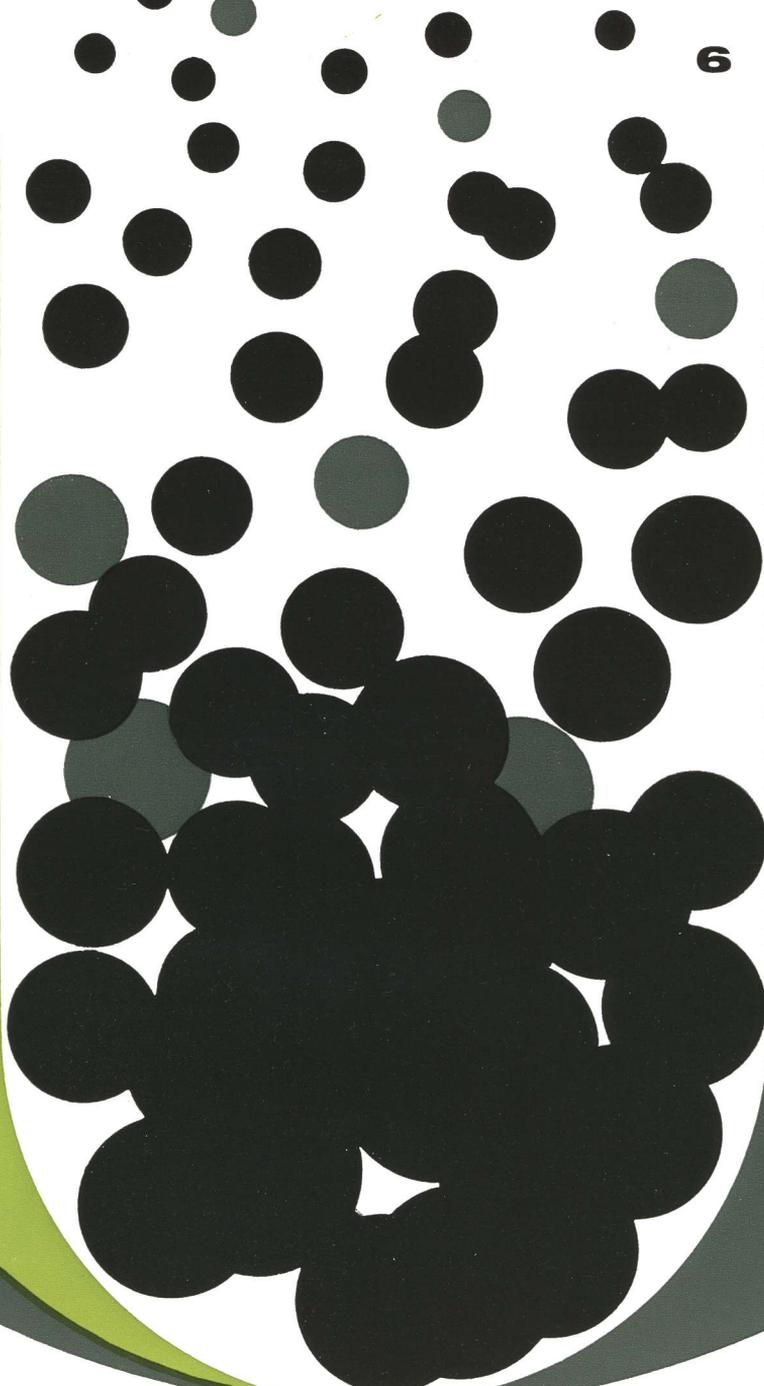
Auflösungsvermögen bei Untersuchungen von Objekten in Gasatmosphäre, Å	30 . . . 40
Vergrößerungsbereich	300 . . . 30000*
Gasdruck bei unmittelbarer Beobachtung lebendiger Mikroorganismen, feuchter Objekte, chemischer Reaktionen zwischen festen, flüssigen und gasartigen Phasen, mm HgS	50
Ausmaß des zu betrachtenden Teilabschnitts des Objekts, mm:	
ohne Mikronetz	∅ 0,03
mit Mikronetz	∅ 0,3

LIEFERSATZ

Einrichtung zur Untersuchung von Objekten in Gasatmosphäre

Ersatzteil-, Werkzeug- und Vorrichtungssatz

Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
EINRICHTUNG ПРОИ-2

EINRICHTUNG ПРОИ-2

Die Einrichtung ПРОИ-2 zur Streckung und Erwärmung eines Objekts im Elektronenmikroskop УЭМБ-100К dient zur Untersuchung dünner metallischer und anderer Folien-Objekte bei ihrer Streckung sowie zur Untersuchung von Objekten während des Erhitzungsvorgangs.

WIRKUNGSPRINZIP

Das Objekt, das auf zwei Bimetallplättchen befestigt ist, wird infolge der Verformung dieser Plättchen gestreckt, wenn sie durch den durchgehenden Strom erhitzt werden.

Das Objekt wird während der Untersuchung mittels eines elektrischen Mikroofens erwärmt.

Zur Einrichtung ПРОИ-2 gehören:

Einrichtung zur Streckung des Objekts;

Einrichtung zur Erwärmung des Objekts;

Speisungsblock und Polschuh.

Einrichtung zur Streckung des Objekts stellt einen speziellen Halter dar, der in Bild 1 gezeigt ist. Am Gehäuse 2 ist Einsatz 4 mittels Permalloybuchse 3 befestigt, die dazu dient, den Elektronenstrahl gegen Einwirkung der Magnetfelder abzuschirmen, die in den Wicklungen der Heizer erzeugt werden.

Am Einsatz 4 der Einrichtung sind mit Schrauben 5 die Halter 6 mit zwei Bimetallplättchen befestigt, auf denen die bifilaren Heizwicklungen angeordnet sind, die

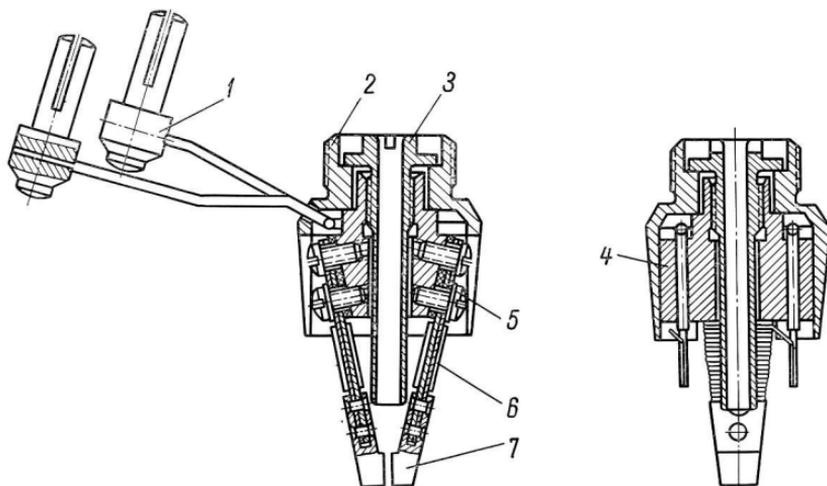


Bild 1. Einrichtung zur Streckung von Objekten.

von den Bimetallplättchen isoliert sind. Die Wicklungsenden sind an Leitungen 1 mit Steckerstiften angeschlossen, die in die Buchsen der Vorrichtung zum Aufstellen und Wechseln des Objekts gesteckt werden. Die Wicklungsmitten werden über Schrauben 5 und Einsatz 4 an den Körper angeschlossen.

Wird die Einrichtung zur Streckung des Objekts auf die Brücke herabgelassen, so kommen die Steckerstifte mit den Federn der Objektivlinsenklemmleiste in Berührung, die über hermetische Einführung des Objektivs vom Speisungsblock eingespeist sind. An den Enden der Bimetallplättchen sind die Objekthalterschuhe 7 befestigt, an denen das Objekt angeklebt wird.

Die Einrichtung zur Streckung des Objekts sieht zwei Arbeitsweisen vor: ohne Kompensation des Schwindens des zu untersuchenden Teilabschnitts aus dem Gesichtsfeld und mit Kompensation des Schwindens des Teilabschnitts des Objekts beim Strecken.

Die Einrichtung zur Erwärmung des Objekts stellt einen speziellen Halter dar, den Bild 2 zeigt. Am Gehäuse 4 ist mittels Permalloybuchse 3, die zur magnetischen Abschirmung des Elektronenstrahls dient, Einsatz 7 befestigt.

Das zu erwärmende Objekt wird am Ende des Rohrs 2 mittels Mutter 11 befestigt. Auf Rohr 2 wird der Mikroofen 10 aufgesetzt. Die Enden der Wolframspirale des Mikroofens werden mittels Schrauben 12 an Stäbe 13 angepreßt. Von den Stäben führen Leitungen 1 mit Steckerstiften, die in die Buchsen der Vorrichtung zum Aufstellen und Wechseln des Objekts gesteckt werden. Wird die Einrichtung zur Erwärmung in die Brücke herabgelassen, so kommen die Steckerstifte mit den Klemmleistenfedern der Objektivlinse in Berührung, die über hermetische Einführungen des Objektivs vom Speisungsblock eingespeist sind.

Die Temperatur des Objekts kann stufenlos mit Hilfe von Potentiometern grober und feiner Abstimmung geändert werden.

Der Speisungsblock ist universal und dient zum Betrieb mit Einrichtungen zur Streckung und Erwärmung. Der grundsätzliche Schaltplan des Speisungsblocks stellt einen zweipulsigen Gleichrichter dar bei Netzspeisung unter Verwendung eines Π -artigen Filters. Die Schaltung kann auch von einer Batterie eingespeist werden, wozu der Kippschalter entsprechend umgeschaltet werden muß.

Der Polschuh, der in der Einrichtung verwendet ist, unterscheidet sich von einem üblichen Polschuh nur durch seine vergrößerte Öffnung ($\varnothing 8 \text{ mm}$).

Alle Ersatz- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte erfolgt in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

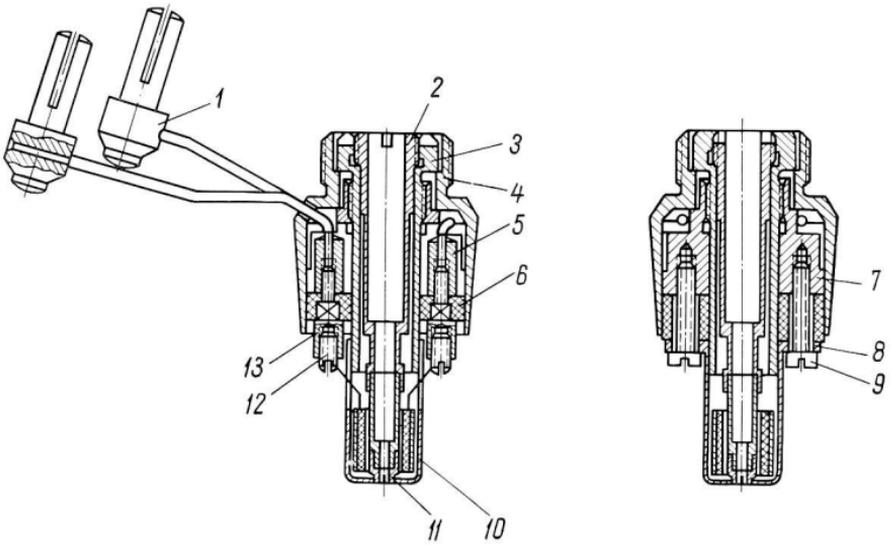


Bild 2. Einrichtung zur Erwärmung von Objekten:

1 — Leitungen mit Steckerstiften; 2 — Rohr; 3 — Permalloybuchse; 4 — Gehäuse; 5 — Buchse; 6 —
 Platte; 7 — Einsatz; 8 — Kämpchen; 9 — Schraube; 10 — Mikroofen; 11 — Mutter; 12 — Schrau-
 be; 13 — Stab

HAUPTDATEN

Auflösungsvermögen, \AA	40 ... 50
Maximale Vergrößerung des Objekts bei Betrieb mit Einrichtung zur Streckung, μm	75
Relative Dehnung des Objekts bei Abstand zwischen Objekthalterschuhen 0,5 mm, %	≤ 15
Maximale Kraft an Objekthalterschuhen bei Strom 500 mA, g	80
Ausmaß des zu beobachtenden Objektteilabschnitts, mm	0,5 x 1
Höchste Erwärmungstemperatur des Objekts, $^{\circ}C$	1000
Arbeitsdauer der Einrichtung bei Temperatur des Mikroofens 1000 $^{\circ}C$, h	≤ 2
Speisung der Einrichtung:	
Frequenz, Hz	50
Spannung, V	220
Speisung von Akkumulator:	
Kapazität, A/h	10
Spannung, V	12 ... 15
Leistungsaufnahme bei Streckung, W	≤ 15
Speisungsblock der Einrichtung soll Stromänderung gewährleisten:	
bei Betrieb mit Streckeinrichtung, mA	0 ... 500
bei Betrieb mit Heizeinrichtung, A	0 ... 2,5

Hauptausmaße, mm:

Einrichtung zur Streckung und Erwärmung	Ø 14 × 27,7
Speisungsblock	282 × 179 × 217

Masse, kg:

Einrichtung zur Streckung und Erwärmung	≤ 0,03
Speisungsblock	≤ 3,5

LIEFERSATZ

Einrichtung zur Streckung und Erwärmung
Ersatzteil-, Werkzeug- und Vorrichtungssatz
Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA·SSSR
NIEDERSPANNUNGS-ELEKTRONENRASTER-
MIKROSKOP PЭMH



NIEDERSpannungs-ELEKTRONENRASTER MIKROSKOP PЭMH

Das Mikroskop dient zur Untersuchung von Oberflächen massiver Probestücke, die keine Licht- und Elektronenstrahlen durchlassen.

Das Gerät kann für Laboruntersuchungen verwendet werden sowie zur technologischen Betriebskontrolle einiger Bauelemente von Funkanlagen (z. B. Halbleiterdioden, Trioden, Mikromodulschaltungen, Nichtleitern u. a.).

Das Gerät erlaubt zu beobachten und aufzunehmen:

Geometrie und Mikrometrie der Oberfläche, darunter ihre Bearbeitungsgüte (glatt, rau, porös);

Verteilung einiger Stoffe auf dem Hintergrund anderer, dünne Oberflächenfilme und Verschmutzungen;

Potentialrelief;

magnetische Mikrofelder.

Das Wirkungsprinzip des Rastermikroskops beruht auf nacheinanderfolgender Übertragung der Abbildungselemente der zu untersuchenden Oberfläche und ihrer Wiederabbildung auf dem Bildschirm der Bildkontrolleinrichtung.

Die Elektronensonde tastet die zu untersuchende Oberfläche Punkt nach Punkt ab. Von jedem Punkt, entsprechend seiner Struktur, elektrischem Potential und chemischer Zusammensetzung werden Signale erhalten — vom Objekt absorbierte oder zurückgestrahlte Elektronen. Nach entsprechender Verstärkung wird das Signal dem Modulator der Fernsehröhre zugeführt, um die Leuchthelligkeit des Bildschirms zu modulieren. Der Elektronenstrahl wird synchron der Ablenkung der Elektronensonde auf der Objektoberfläche abgelenkt.

Das Gerät besteht aus dem Stand mit der Vakuumanlage, Röhre, Fernseheinrichtung mit Signalvorverstärkung, Zusatzgerät zum Erwärmen und Abkühlen des Objekts, elektrischen Blöcken und Steuerpulten.

Das Rohr des Rastermikroskops stellt eine elektronenoptische Anlage dar, die dazu dient, auf der Oberfläche des zu untersuchenden Objekts einen Elektronenfleck zu erzeugen, von dessen Durchmesser das Auflösungsvermögen des Geräts abhängt.

Das optische System besteht aus der Elektronenquelle (Elektronenkanone) und elektromagnetischen Elektronenlinsen, die einen scharfen Elektronenstrahl bilden — die Elektronensonde.

Zur optischen Anlage gehören die Spulen der elektromagnetischen Justierung sowie das elektromagnetische Ablenssystem, das das Elektronenbündel in den Fernsehraster auf der Objektoberfläche zerlegt.

Das Elektronenbündel wird in der Kanone erzeugt, in der die Elektronen, die durch die glühende Wolframelektrode emittiert werden, vom Beschleunigungsfeld zwischen Anode und Kathode beschleunigt werden und aus der Anodenblende als scharfer, etwas divergierender Strahl heraustreten.

Der Modulator, der die Kathode umfaßt, dient zur Regelung des Stromes und Erleichterung der Elektronenstrahlformung.

Bei normaler Arbeitsweise werden die Elektronen des Bündels aus der Raumladungswolke abgelenkt und die Spur des Strahls auf dem Bildschirm weist in der Mitte höchste Helligkeit auf, die zum Rande des Flecks allmählich abfällt. Infolge der Biegung der Kathode ist der emittierende Abschnitt sowie die Spur des Flecks auf dem Bildschirm immer etwas elliptisch.

Das Elektronenbündel wird mittels elektromagnetischer Linsen fokussiert. Die Linse besteht aus einer Erregerwicklung, die von einem Magnetleiter eingeschlossen ist. Der Magnetleiter dient dazu, die optische Leistung der Linse mittels Konzentration des Magnetfeldes im schmalen unmagnetischen Spalt, der im Innenkanal der Linse liegt, zu steigern.

Im Mikroskop PЭMH kann das Objekt nicht nur in der speziellen Objektkammer, sondern auch unmittelbar im Innenkanal der zweiten Linse angeordnet werden.

Die Bauelemente des Mikroskoprohrs können mechanisch justiert werden.

Die Industriefernsehanlage ПТУ-26М ist dazu bestimmt, eine Abbildung des zu untersuchenden Objekts zu geben.

Das Steuerpult der Vakuumanlage ist als selbständiger Block ausgeführt, der in der Mitte des Gerätestandes so angeordnet ist, daß die Steuertafeln unmittelbar vor der Bedienungskraft liegen. Eine spezielle Zusatzeinrichtung gibt die Möglichkeit zur

Untersuchung von Halbleiterübergängen am Objekt eine Gleichspannung anzulegen, die im Bereich 0...8 V geregelt werden kann.

Um Schwingungen zu dämpfen, ist der Mikroskopstand auf vier Gummistoßdämpfern aufgestellt. Vorne am Mikroskopstand ist ein kleiner technologischer Tisch angeordnet.

Zur Vakuumanlage gehören: Vorvakuumpumpe, Öldiffusionspumpe, Stickstoffalle, Vakuumverteiler, Vorvakuumbehälter und Vakuumleitungen.

Der Vorvakuumbehälter gewährleistet einige Zeit den Betrieb der Öldiffusionspumpe bei ausgeschalteter mechanischer Pumpe.

Der Vakuumverteiler dient zum Umschalten der Vakuumventile während des Betriebes des Mikroskops.

Die Stickstoffalle ist dazu bestimmt, zu verhüten, daß Öldämpfe in die Mikroskopröhre eindringen.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischem Zubehör sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte erfolgen in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

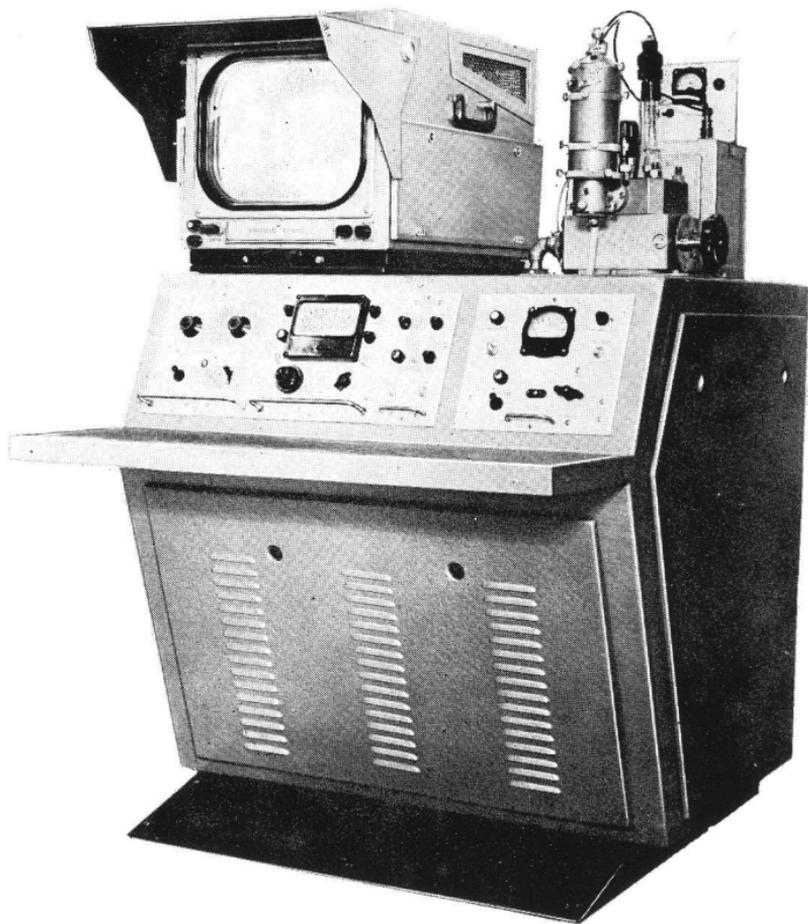


Bild 1. Niederspannungs-Elektronenraster mikroskop P3MH

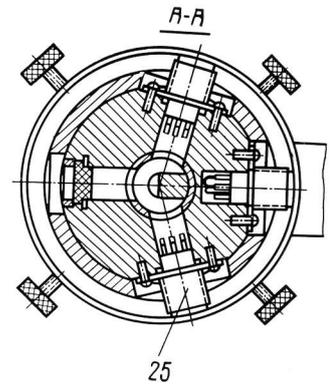
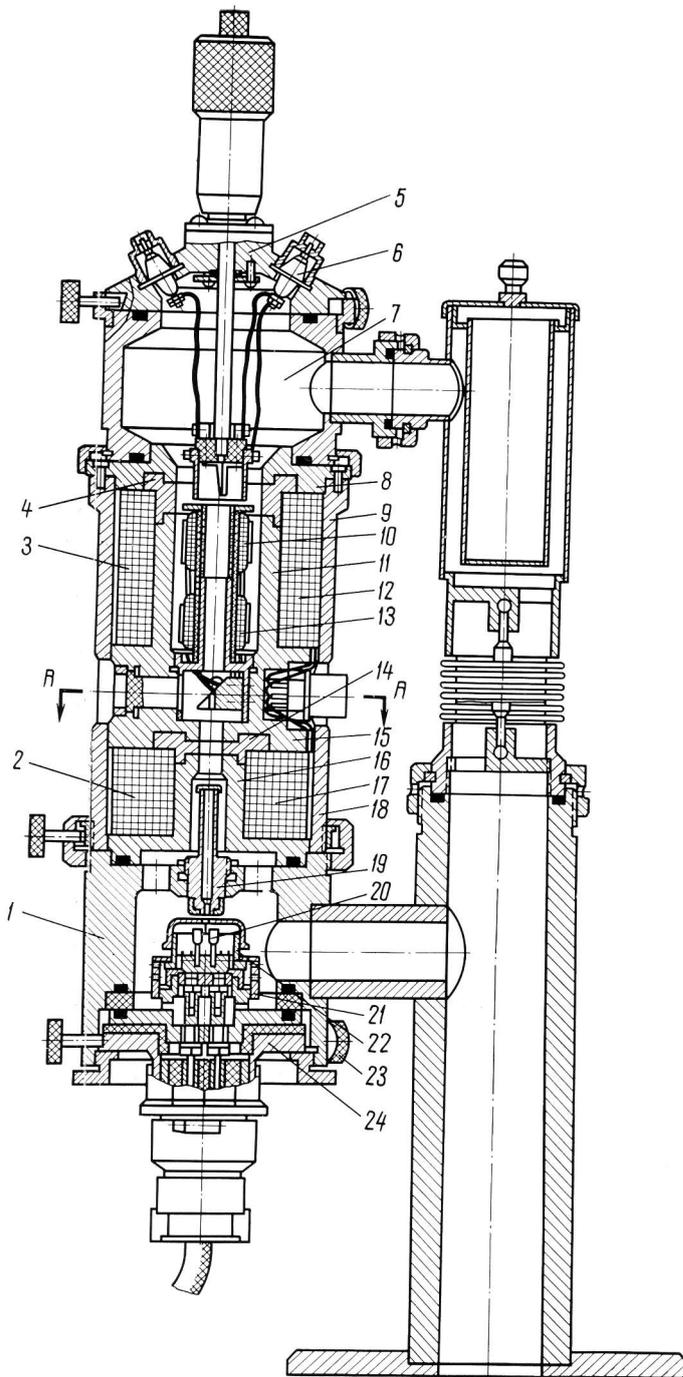


Bild 2 Mikroskopröhre:

- 1 — Gehäuse;
- 2 — Spule;
- 3 — Spule;
- 4 — Buchse;
- 5 — Deckel mit Objekthalter;
- 6 — Herausführungen;
- 7 — Objektkammer;
- 8 — Polschuh;
- 9 — Magnetleiter;
- 10 — Ablenssystem;
- 11 — Polschuh;
- 12 — zweite Linse;
- 13 — Justierschule;
- 14 — Buchse;
- 15 — Polschuh;
- 16 — Polschuh;
- 17 — erste Linse;
- 18 — äußerer Magnetleiter;
- 19 — Anode;
- 20 — Steckerstifte;
- 21 — Mutter;
- 22 — fokussierende Elektrode;
- 23 — Schrauben;
- 24 — Elektronenpuhle;
- 25 — Steckverbindungen

HAUPTDATEN

Auflösungsvermögen, μm	≤ 3
Vergrößerung auf dem Bildschirm:	
kleinste	20 \times
höchste	1000 \times
Strom der Elektronensonde am Objekt, A	$(1 \dots 5) \cdot 10^{-7}$
Beschleunigungsspannung, V:	
kleinste	500
höchste	2500
Temperatur, °C:	
der Objekterwärmung	bis + 200
der Objektabkühlung	bis — 150
Arbeitsvakuum in der Röhre, mm HgS	$\leq 5 \cdot 10^{-5}$
Speisung:	
Spannung, V	380/220
Frequenz, Hz	50
Leistungsaufnahme des Geräts, kW	$\leq 1,2$
Hauptabmessungen, mm	1320 \times 1070 \times 920
Masse des Geräts, kg	≤ 450

LIEFERSATZ

Niederspannungs-Elektronenrastermikroskop Typ PЭMH
Zusatzeinrichtung zur Erwärmung und Abkühlung des Objekts
Ersatzteil-, Werkzeug- und Vorrichtungssatz
Ersatzteilkiste
Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA·SSSR

ELEKTRONENBEUGUNGSKAMMER 3P-100

ELEKTRONENBEUGUNGSKAMMER ЭР-100

Die Elektronenbeugungskammer ЭР-100 dient zu Strukturuntersuchungen kristalliner und amorpher Stoffe im Elektronenbeugungsverfahren.

Die Elektronenbeugungskammer läßt zu:

Strukturuntersuchungen von Stoffen in durchgehenden und reflektierten Strahlen;
Strukturuntersuchungen von Stoffen bei Erwärmung, Abkühlung und Streckung;
den zu untersuchenden Stoff im Geräterohr aufzustäuben.

Das Wirkungsprinzip der Elektronenbeugungskammer beruht auf der Erscheinung der Beugung und Interferenz der Elektronenstrahlen an der Atomstruktur von Stoffen. Der optische Schaltplan des Geräts ist in Bild 2 gezeigt.

Der Charakter des Beugungsbildes hängt von der gegenseitigen Orientierung der Kristalle und der kristallinen Struktur des Stoffes ab.

Der Elektronenstrahl wird in einer Elektronenkanone erzeugt, die eine aus Kathode, Steuerelektrode und Anode bestehende elektrostatische Linse darstellt. Der Elektronenstrahl, der von der Kathode emittiert wird, wird von der Beschleunigungsspannung 25, 50, 75 und 100 kV beschleunigt, die zwischen Kathode und Anode angelegt ist, und zu einem scharfen Strahl formiert, dessen Durchmesser ca. 100 ... 150 μm beträgt.

Zwei Linsen, die hinter der Anode angeordnet sind, entwerfen die Abbildung des kleinsten Strahldurchmessers, der in der elektrostatischen Linse erhalten wurde, auf dem Leuchtschirm.

Das Objekt wird in den konvergenten Elektronenstrahl gestellt. Das vom Objekt erhaltene Beugungsbild wird auf dem Leuchtschirm beobachtet.

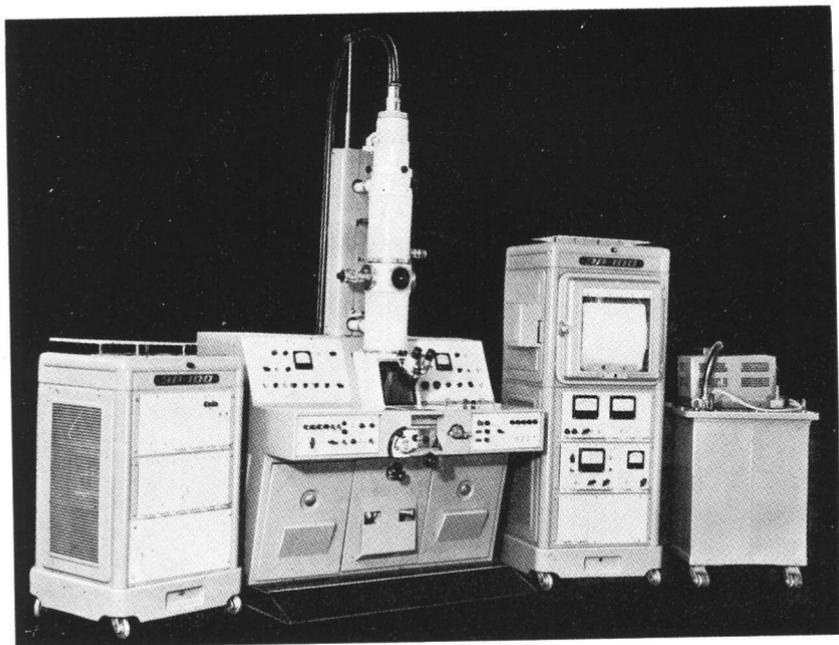


Bild 1. Gesamtansicht der Elektronenbeugungskammer ЭР-100

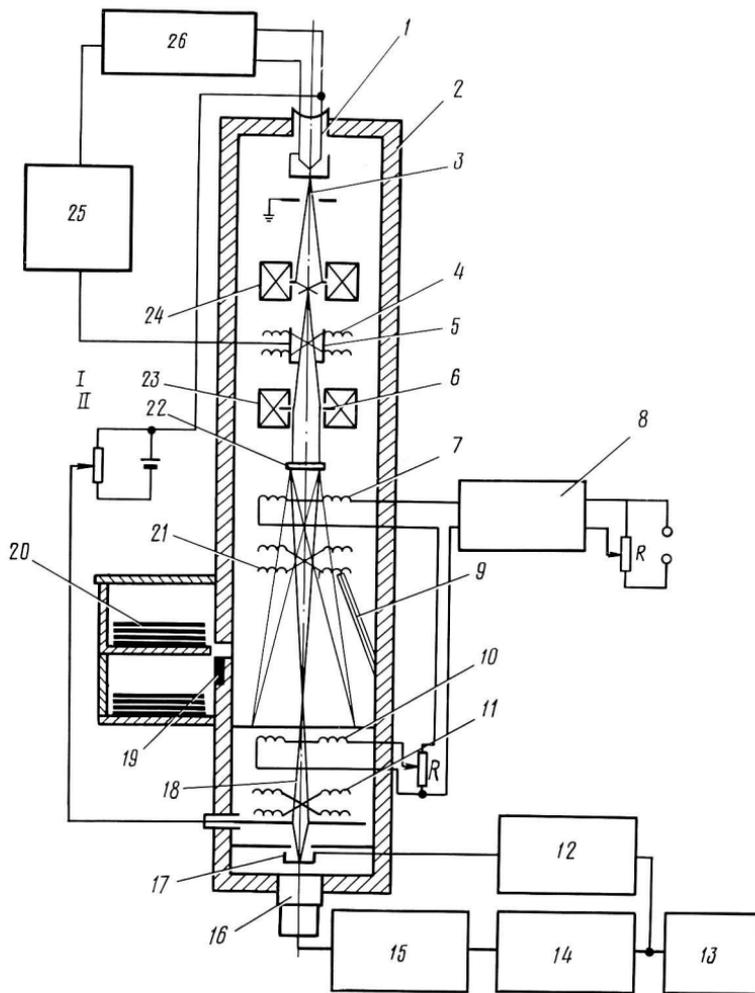


Bild 2. Optisches Schema der Elektronenbeugungskammer EP-100: 1 — Elektronenkanone; 2 — Rohr der Elektronenbeugungskammer; 3 — Elektronenstrahl; 4 — Justierspulen; 5 — Kollektor; 6 — bewegliche Blende; 7 — Hauptablenkspulen; 8 — lineare Stromverstärker; 9 — Schirm; 10 — Korrekturspulen; 11 — Justierspulen; 12 — Gleichstromverstärker; 13 — Selbstschreiber; 14 — Zählungsgeschwindigkeitsmesser; 15 — Impulsverstärker mit Diskriminator; 16 — Fotovervielfacher; 17 — Faraday-Zylinder; 18 — Elektronenfilter; 19 — Aufnahmekammerschleuse; 20 — Aufnahmeplatten; 21 — Zusatzspulen; 22 — Probestück; 23 — zweite Linse; 24 — erste Linse; 25 — Stromstabilisator; 26 — Hochspannungsquelle

Zwei elektromagnetische Linsen gewährleisten die Möglichkeit, das Objekt in einigen Arbeitsweisen des Geräts zu untersuchen.

Arbeitsweise mit kleinem Strom der ersten Linse. In dieser Arbeitsweise überträgt die erste Linse den Cross-over (kleinster Durchmesser des Strahls nach der elektrostatischen Linse) ohne Verkleinerung in die Objektebene der zweiten Linse. Die zweite Linse fokussiert diese Abbildung bei geringer Vergrößerung auf den Endschirm. In dieser Arbeitsweise ist die Intensität des Elektronenstrahls maximal, das Auflösungsvermögen niedriger, als in der Kennkarte angegeben, aber vollkommen genug für die meisten Untersuchungen.

Arbeitsweise mit großem Strom der ersten Linse. In dieser Arbeitsweise verkleinert die erste Linse den Cross-over um etliche 10 Mal, wobei jedoch die Intensität des Elektronenstrahls sinkt. Diese Arbeitsweise gibt maximales Auflösungsvermögen.

Die übrigen Arbeitsweisen bei Mittelwerten des Stromes der ersten Linse, geben der Bedienung die Möglichkeit, nötige Auflösung des Beugungsbildes und ihre Intensität zu wählen.

Das Beugungsbild wird auf einer Fotoplatte oder von einem Elektronenempfänger aufgenommen, mit nachfolgender Aufzeichnung auf einem Selbstschreiberband.

Die Elektronenbeugungskammer besteht aus:

Stand mit Vakuumanlage und Rohr;

Hochspannungsquelle;

Speisungsschrank.

Das Rohr der Elektronenbeugungskammer (Bild 3) ist auf dem Stand aufgebaut und enthält Elektronenkanone 1, Elektronenlinsenblock 2, Kammer 4, in der der Trieb des Objektisches 3 eingebaut ist, Tubus mit Segmenteinrichtung 6, auf der das Mikroskop 5 zum Betrachten der Objekte aufgestellt ist, und Aufnahmekammer 7 mit Bildschirm zur Beobachtung.

Speisespannung wird der Elektronenkanone über ein dreiadriges Hochspannungskabel mit bewehrter Einführung zugeführt, was stabilen und gefahrlosen Betrieb des Geräts unabhängig von der Luftfeuchtigkeit im Raum gewährleistet.

Zum Wechsel der Kathode wird das obere Gehäuse der Kanone um eine Achse bis zum Anschlag abgekippt. Im Gerät ist die Möglichkeit vorausgesehen, die Elektronenquelle in zwei zueinander senkrechten Richtungen bezüglich der Anodenöffnung zu verstellen.

Die Kathodengruppe vereinigt Steuerelektrode und Kathode. Als Kathode dient ein Faden, der an den Haltern angeschweißt ist. Die Halter sind in Steckerstiften befestigt, die auf einer Tafel montiert sind. Beim Wechsel der Kathode wird die Tafel mit dem durchgebrannten Faden abgenommen und durch eine neue ersetzt. Damit die Kathode zur Achse der Steuerelektrodenöffnung justiert werden kann, ist die Möglichkeit vorgesehen, die Steuerelektrode zur Kathode in zwei zueinander senkrechten Richtungen zu verstellen. Der Abstand zwischen Kathode und Steuerelektrode wird mit Hilfe einer Gewindeverbindung eingestellt.

Die Elektronenkanone wird mit dem Linsenblock verbunden.

Der Linsenblock besteht aus zwei elektromagnetischen Linsen, die miteinander unbeweglich verbunden sind.

Die erste Linse arbeitet mit einem Polschuh, der in der magnetischen Unterbrechung der Linse eingestellt wird und eine beständige Blende \varnothing 0,8 mm besitzt. Die zweite Linse besitzt einen Polschuh mit großem Durchmesser (40 mm) der Innenöffnung. Der Polschuh wird in die Linse mit Spiel eingebaut. Im unmagnetischen Spalt des Polschuhs wird eine auswechselbare Blende angeordnet, die eine Platte mit Öffnungen darstellt, deren Dmr. 0,2; 0,3 und 0,4 mm beträgt. Die Einführung von Blenden verschiedenen Durchmessers unter den Elektronenstrahl wird ohne Störung des Vakuums ausgeführt.

Unterhalb der auswechselbaren Blende ist eine beständige Blende angeordnet, deren Durchmesser 1 mm beträgt. In Betriebsweise als Schattenmikroskop wird im magnetischen Spalt des Polschuhs der zweiten Linse ein Polschuh mit beständiger Blende \varnothing 0,8 mm hineingestellt.

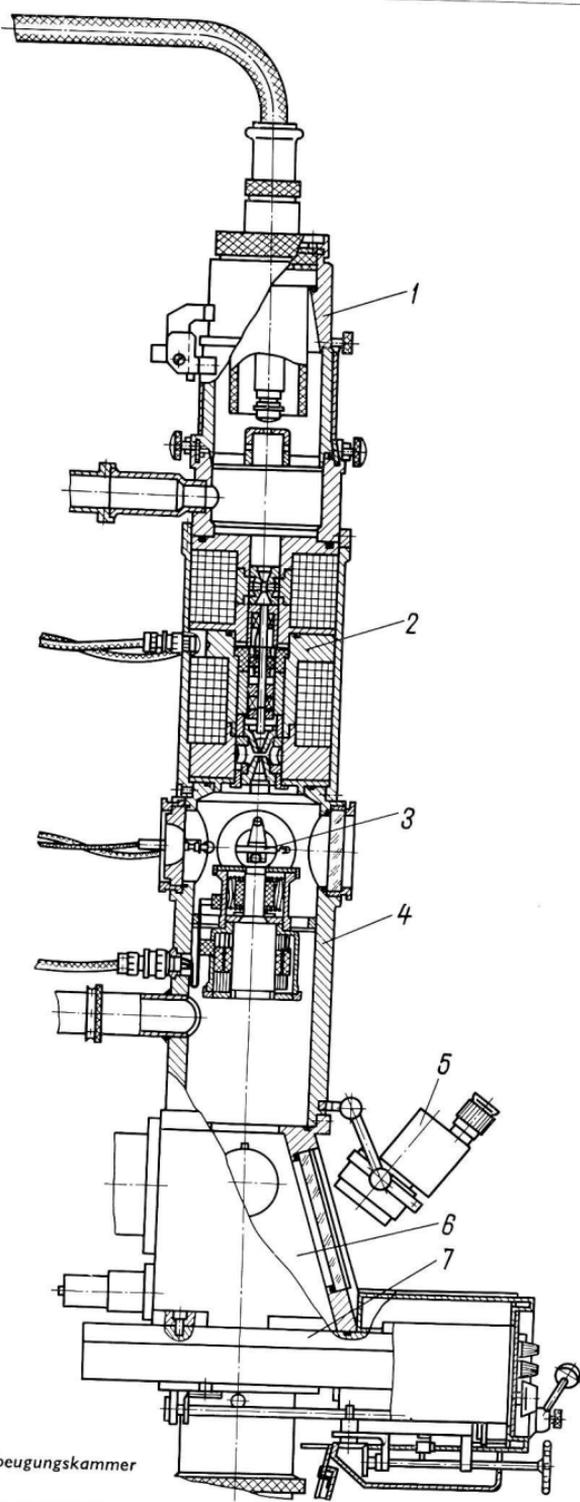


Bild 3. Rohr der Elektronenbeugungskammer

Der Linsenblock ist starr an der Objektkammer befestigt. Die Objektkammer stellt einen Hohlzylinder dar, in dessen oberen Teil vier Fenster ausgeschnitten sind.

In diesen Fenstern werden eingebaut: Schauglas, Trieb für Objektisch, Blindflansch mit Aufhellung, Quelle langsamer Elektronen (Entladekanone).

In diesen Fenstern können auch Einrichtungen zur Erwärmung und Abkühlung, Aufdämpfung und Dehnung von Objekten eingebaut werden.

Zum Beobachten und Aufnehmen des Beugungsbildes des Objekts wird die Aufnahmekammer des Geräts verwendet. Das Gehäuse der Aufnahmekammer ist in zwei Teile geteilt, dem Kassettenteil und dem Teil, der zum Aufnehmen dient.

Der Kassettenteil kann hermetisch von Aufnahmeteil isoliert werden.

Zur Untersuchung von Objekten auf Durchstrahlung und Reflexion sind verschiedene Objekthalter vorgesehen. Der Objekthalter ist auf der Welle des Steuertriebs befestigt.

Der Steuertrieb gewährleistet folgende Bewegungen des Objekts, die mit Hilfe der äußeren Steuergriffe ausgeführt werden:

Neigung des Objekthalters um $\pm 90^\circ$;

Längsverstellung um $\pm 10 \text{ mm}$;

Querverstellung um $\pm 10 \text{ mm}$;

Drehung um die Zentralachse des Objekthalters.

Zum Betrachten und Aufnehmen des Elektronenbeugungsdiagramms des Objekts ist im Gerät eine Aufnahmekammer mit einer Platte vorgesehen. Die Vorrichtung der Aufnahmekammer erlaubt, auf dieser Platte zwei Aufnahmen $9 \times 12 \text{ cm}$ oder 18 Aufnahmen $1 \times 12 \text{ cm}$ oder eine kinematische Aufnahme des Elektronenbeugungsdiagramms zu machen.

Die Vakuumanlage dient dazu, im Betriebsverlauf das Arbeitsvakuum $5 \cdot 10^{-5} \text{ mm HgS}$ in der Röhre der Elektronenbeugungskammer und $5 \cdot 10^{-6} \text{ mm HgS}$ im Zusatzregistriergerät zu erzeugen und aufrechtzuerhalten. Außerdem gewährleistet die Vakuumanlage den Betrieb des Geräts bei ausgeschalteter mechanischer Pumpe im Laufe von zwei Stunden.

Hermetische Abdichtung der Vakuumanlage und des Rohrs der Elektronenbeugungskammer in den Verbindungsstellen gewährleisten Gummidichtungen.

Die Vakuumanlage besteht aus folgenden Hauptbaugruppen: elektromagnetischem Hochvakuumventil, elektromagnetischem Ventil, Hilfsdiffusionspumpe H-005, Öldiffusionspumpe H5C-M1, Hochvakuumfalle, elektromagnetischem Ventilblock und Vorvakuumbehälter.

Die Öldiffusionspumpe H5C-M1 wird an der Vakuumfalle in Reihe mit der Hilfsdiffusionspumpe angeschlossen. Der Austrittsdruck beträgt 4 mm HgS . Die Verwendung der Hilfspumpe gibt die Möglichkeit, bei auf längere Dauer ausgeschalteter mechanischer Pumpe das Arbeitsvakuum $5 \cdot 10^{-5} \text{ mm HgS}$ in der Röhre der Elektronenbeugungskammer sicherzustellen.

Die Diffusionspumpe wird auf Vakuumöl BM-1 oder BM-5 betrieben, die Hilfspumpe — auf Silikonöl ПФМС-2.

Im Gerät ist eine Vakuumsperre vorhanden, und eine Wasserkühlanlage, die dazu dient, die Temperatur der Fallengehäuse und der Diffusionspumpen herabzusetzen, um die Dampfkondensation zu steigern. Das in der Anlage eingebaute Hydrorelais schließt bei Abfall des Wasserdrucks selbsttätig die Speisung der Diffusionspumpenheizer ab und gibt ein entsprechendes Signal aus.

Die elektrische Speiseanlage besteht aus folgenden Hauptkreisen:

Speisekreis der Kanone;

Speisekreis der ersten Kondensorlinse;

Speisekreis der zweiten Kondensorlinse;

Speisekreis des Stigmators und der Justierspulen;

Speisekreis der Vakuumsperre;

Speisekreis der Hilfseinrichtungen;

Speisekreis der Elektronenbeugungskammer.

Die Elektronenbeugungskammer kann mit Hilfsgerät П-100 komplettiert werden, das den Betriebsbereich des Geräts erweitert.

Alle Ersatz- und Komplettierungsteile werden aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte erfolgen in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner.

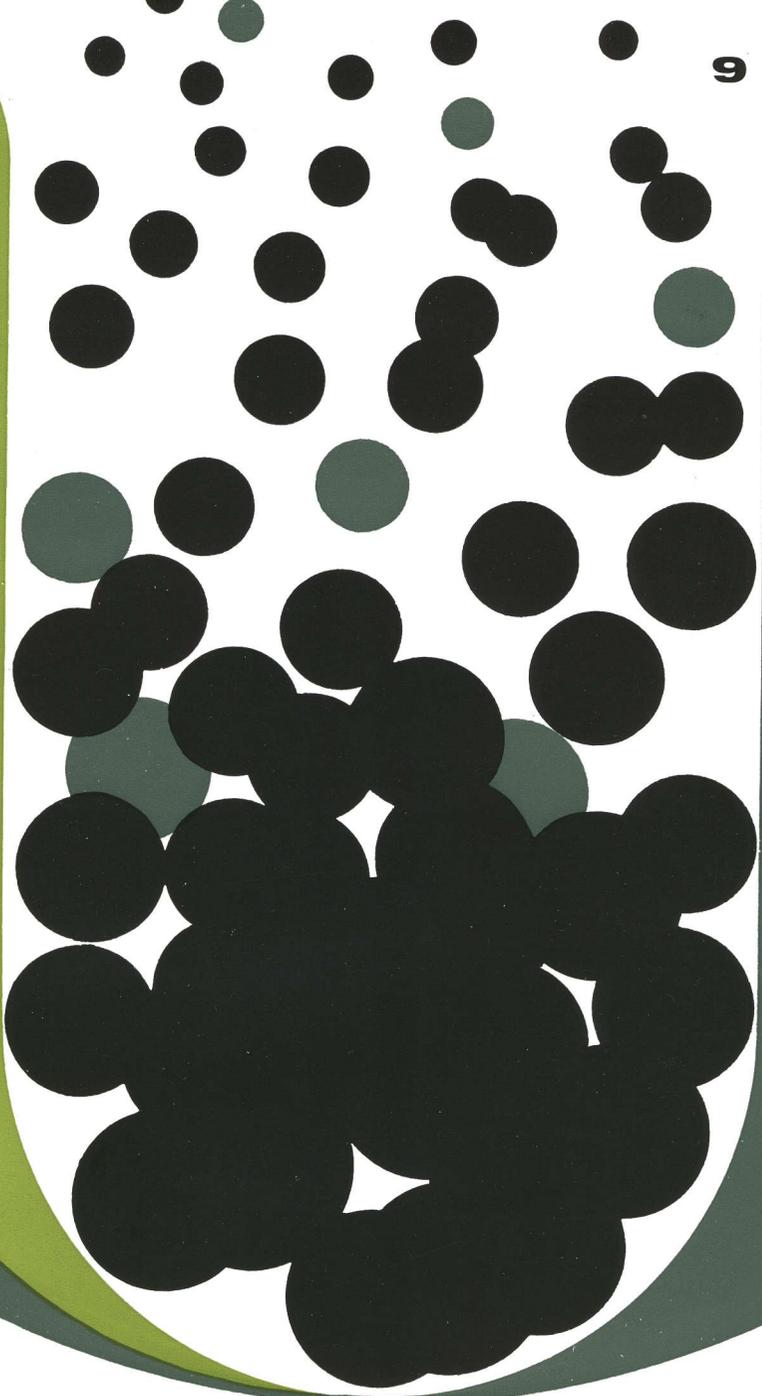
A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Die Elektronenbeugungskammer teilt Reflexe mit Differenz der Ebenenabstände (bei $d = 1 \text{ \AA}$, wo d — Ebenenabstand)	. . .	0,002
Elliptizität der Ringe des Elektronenbeugungsdiagramms, %	. . .	0,3
beschleunigungsspannung, kV	. . . . .	25; 50; 75; 100
Pulsation der Beschleunigungsspannung, mV	≤ 300
Strom der ersten Kondensorlinse, mA	. . . . .	40; 60; 80; 110; 140; 160
Strom der zweiten Kondensorlinse, mA	. . . . .	18 . . . 160
Strom der Ablenspulen, mA	. . . . .	bis 200
Vakuum im Rohr des Geräts, $mm \text{ HgS}$	. . . . .	$5 \cdot 10^{-5}$
Pumpzeit bis Arbeitsvakuum im Rohr, min	. . . . .	10
Abstand vom Objekt bis zur Platte, mm	. . . . .	600 und 200
Stabilität des Emissionsstroms während 30 min , %	≥ 2
Abtastzeit, min	. . . . .	2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60
Anstiegslinearität des Abtastwinkels, %	± 1
Erwärmungstemperatur des Objekts, bis $^{\circ}C$	± 1000
Abkühlungstemperatur des Objekts, bis $^{\circ}C$	. . . . .	-150
Dehnung des Objekts, mm	. . . . .	0,1 . . . 20
Speisung:		
Spannung, V	. . . . .	380/220
Frequenz, Hz	. . . . .	50
Leistungsaufnahme, kW	. . . . .	4
Hauptabmessungen, mm :		
Elektronenbeugungskammer	. . . . .	2300 \times 1220 \times 908
Hochspannungsquelle	. . . . .	1036 \times 620 \times 731
Speisungsschrank	. . . . .	1030 \times 621 \times 731
Masse (ohne Ersatzteil-, Werkzeug- und Zubehörsatz und Transportkisten), kg	≤ 1000

LIEFERSATZ

Elektronenbeugungskammer ЭР-100	1
Hochspannungsquelle	2
Speisungsschrank	3
Speisungsquelle der Hilfsgeräte	1
Registrierstand	1
Kabelsatz	1
Vakuummeter ВИТ-2	1
Lüfter BH-8, 220 V	1
Ersatzteil- und Werkzeugsatz	1
Technische Beilagen, Satz	1



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
KOMBINIERTE VAKUUMANLAGE ВУП-2К

KOMBINIERTE VAKUUMANLAGE ВУП-2К

Die kombinierte Vakuumanlage ВУП-2К dient zur Verwirklichung von Arbeitsgängen elektronenmikroskopischen Präparierens, die mit Zerstäuben von Stoffe im Vakuum verbunden sind. Das Gerät kann zu physikalisch-chemischen Untersuchungen von Diffusionsmetallisierung im Vakuum und zur Lösung einer ganzen Reihe anderer Aufgaben verwendet werden.

Das Gerät gestattet:

- die Vorbereitung von Tragfilmen und Oberflächenabdrücken der zu untersuchenden Objekte;
- mit Kohlenstoff oder „schweren“ Metallen Objekte mit schwacher Kontrastwirkung abzutönen;
- die Erwärmung und Abkühlung von Probestücken beim Aufstäuben;

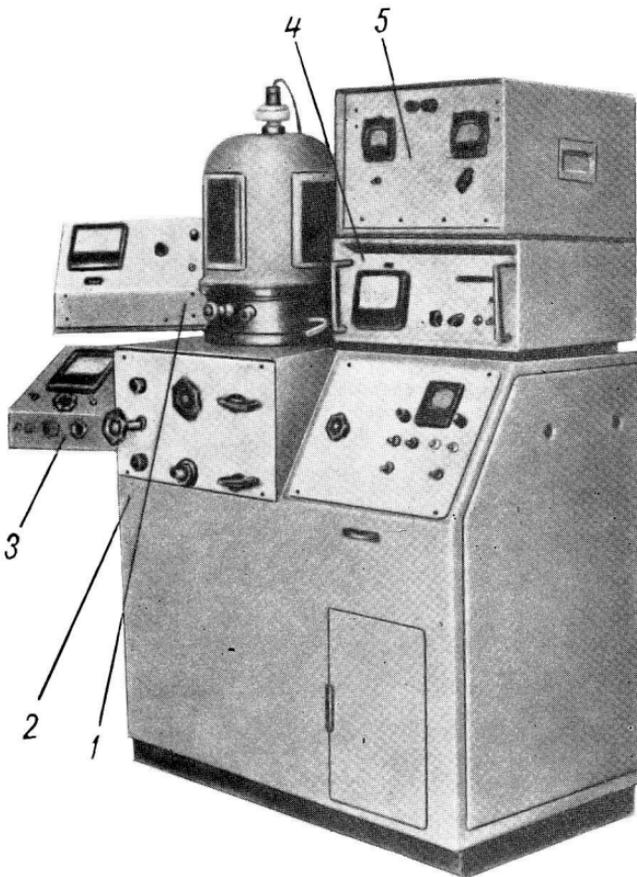


Bild 1. Kombiniertes Vakuumgerät ВУП-2К (Gesamtansicht): 1 — Heiz- und Kühlblock; 2 — Vakuumständer; 3 — Vakuummeter; 4 — Quarz-Dickenmesser; 5 — Hochspannungsgleichrichter

Rechts am Gestell sind angeordnet: Quarz-Dickenmesser, Hochspannungs-
gleichrichter und Vakuummeter.

Speisungsblock für Heiz- und Kühlanlage ist auf einem Schwenkarm an der
linken Seite montiert.

Die Vakuumanlage, die zum Erzeugen und Aufrechterhalten des nötigen Vakuums
im Arbeitsraum und in der Vakuumkammer des Geräts dient, gibt die Möglichkeit,
beim Betrieb des Geräts sechs verschiedene Arbeitsweisen einzuhalten.

1. „BK“ — Luft in der Glocke.
2. „Колпак“ (Glocke) — Evakuieren der Glocke auf Vorvakuum.
3. „BB“ — Evakuieren der Glocke auf Hochvakuum.
4. „O“ — Stillstand.
5. Evakuieren der Vakuumkammer auf Vorvakuum.
6. „BH“ — Belüften der Vorvakuumpumpe.

Die nötige Vakuumbetriebsweise wird durch Einstellen der Handgriffe in ent-
sprechende Stellung erzielt.

Die Schalttafel ist in einem selbständigen Gehäuse montiert und ins Gerät
eingebaut.

Auf der Schalttafel sind Netzanschlußklemmen, Überbrückungen zum Um-
schalten in Abhängigkeit von der Netzspannung, Schmelzsicherungen, einige Signa-
lisations- und Schutzelemente der Hochvakuumpumpe angeordnet.

Zugang zur Schalttafel beim Wechsel von Sicherungen wird über eine Tür an
der Vorderwand des Gerätegestells gewährleistet. Schalttafel und Baugruppen und
Blöcke des Geräts sind miteinander durch Kabel und Steckverbindungen verbunden.

Steuerung und Kontrolle des Geräts im Betrieb wird vom Steuerpult aus ausge-
führt.

Der elektrische Schaltplan des Geräts gewährleistet Speisung der Baugruppen
und Blöcke des Geräts, Signalisation, Kontrolle der Hauptvorgänge und Betriebsweisen.
Elektrische Baugruppen und Blöcke sind über Kabel mit Steckverbindungen, die durch
entsprechende Gravierungen bezeichnet sind, verbunden.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und
elektronischen Bauelementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und
Justierung der Geräte werden in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen
unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut
Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Druck in der Vakuumkammer zum Trocknen, <i>mm HgS</i>	$8 \cdot 10^{-2}$
Pumpzeit, <i>min</i>	8
Arbeitsdruck unter der Glocke bei Abkühlung der Vakuumanlage mittels Wasser und flüssigen Stickstoffs, <i>mm HgS</i>	$5 \cdot 10^{-6}$
Verdampferanzahl	3
Abstand zwischen Verdampfer und Objektstisch beim Aufdampfen, <i>mm</i>	30 ... 150
Verdampferheizstrom, A:	
bei Spannung 12 V	0 ... 100
bei Spannung 24 V	0 ... 50
Neigungswinkel des Tisches bezüglich Verdampfer	0 ... 90°
Anzahl der Objekte ($\varnothing 2 \text{ mm}$) bei gleichzeitigem Aufstäuben	≤ 25

die Kathodenzerstäubung von Stoffen;
die Ionenätzung der zu untersuchenden Objekte und die Ionenreinigung des Arbeitsraums;
die Vorbereitung von Kohlenwasserstofffilmen mittels Entladung in Benzoldämpfen;
Aufdampfen der zu untersuchenden Objekte nach Ionenätzung (ohne Störung des Vakuums);
Entgasung, Trocknung und Aufbewahrung im Vakuum von Präparaten und Fotomaterial;
Messung der aufzustäubenden Filmdicke.

Das Gerät besitzt eine Reihe von Einrichtungen zur Vorbereitung dünner Filme verschiedener Stoffe im Vakuum.

Aufdampfen. Das Verfahren des Aufdampfens beruht auf Kondensation der Dämpfe dieser Stoffe auf Oberflächen von Gegenständen, die sie umströmen.

Das Aufdampfen geschieht im Arbeitsraum 1 (Bild 2), der auf ein hohes Vakuum evakuiert ist. Der zu verdampfende Stoff wird in den Verdampfer 2 untergebracht, durch den Strom durchgelassen wird, der den Stoff bis zur Verdampfungstemperatur erhitzt. Die Dicke der aufzustäubenden Schicht hängt von der Menge des zu verdampfenden Stoffes und dem Abstand zwischen Verdampfer und Probestück 3 ab. Das Gefüge der aufgestäubten Schicht hängt weitgehend von der Temperatur der Oberfläche ab, auf die der Stoff aufgedämpft wird. Im Gerät ist die Möglichkeit vorgesehen, die Erwärmungs- oder Abkühlungstemperatur des Objektisches zu regeln.

Kohlenstoffaufdampfen. Das Aufdampfen von Kohlenstoff wird im Gerät mit Hilfe einer Einrichtung verwirklicht, die gestattet, die Enden der sich berührenden Kohlenstäbe infolge des großen Übergangswiderstandes der Berührungsstelle bis auf Verdampfungstemperatur zu erhitzen, wenn durch sie Strom durchgelassen wird. Die Kohlenstäbe werden mittels Federn gegeneinander gedrückt.

Ionenätzung und Kathodenzerstäubung. Ionenätzung von Stoffen, Ionenreinigung von Unterlagen, Zerstäubung abgekühlter Stoffe u. a. wird im Hilfsgerät verwirklicht, das in Bild 3 gezeigt ist.

Als Ionenquelle dient das Plasma einer Gasentladung, die in Entladungskammer 6 durch ein beständiges elektrisches Hochspannungsfeld gehalten wird, das zwischen Anode 5 und Kathode 2 angelegt ist. Das Gas wird über Rohr 1 in die Entladungskammer eingelassen.

Das Objekt 3 wird auf der Kathode angeordnet, der Objekthalter 4 in der Nähe der Kathode.

Die Konstruktion des Tisches sieht die Möglichkeit vor, Höhenlage und Aufstäubungswinkel des Objekts zu ändern.

Durch hermetische Abdichtung der Entladungskammer 6 wird ein Druckgefälle zwischen dem Raum unter der Glocke 7 und der Entladungskammer sichergestellt, wodurch die Gasentladung in der Entladungskammer lokalisiert werden kann.

Zur Vorbereitung von Abdrücken geätzter Oberflächen ist in der Entladungskammer ein Verdampfer aufgestellt. Kathode und Objekte, die auf ihm angeordnet werden, können auf niedrige Temperaturen abgekühlt werden. Dazu wird die Kathode über eine Kälteleitung mit einem Dewarschem Gefäß verbunden, in das flüssiger Stickstoff eingefüllt wird.

Vorbereitung von Kohlenwasserstofffilmen. Das Verfahren beruht auf dem Niederschlagen von Kohlenwasserstoffspittern aus dem Gasentladungs- und Benzoldämpfplasma auf eine Unterlage, die in der Entladungskammer des Hilfsgeräts zur Ionenätzung untergebracht ist.

Konstruktiv besteht das Gerät aus einigen selbständigen Blöcken und Geräten, die Bild 1 zeigt. Im Vakuumbüchse ist das Vakuumsystem, Speisungsblöcke, Einlaßsystem und Verbindungskabel angeordnet.

An der linken Seite des Gestells ist der Arbeitstisch zum Vakuumpräparieren aufgestellt, am Vorderteil — die Steuertafeln und Tür zu den Sicherungen der Schalttafel angeordnet. An den Seitenwänden und Rückwand des Gestells sind abnehmbare Tafeln vorhanden, die freien Zugang zu Innenteilen des Geräts bei Durchprüfungen und Reparaturen gewährleisten.

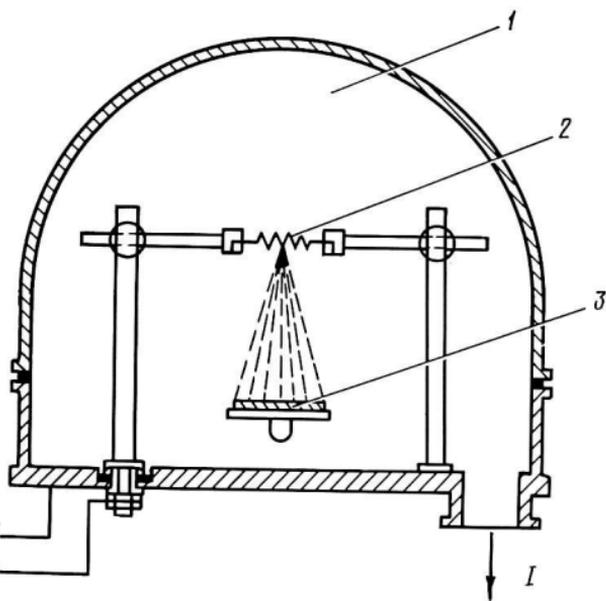
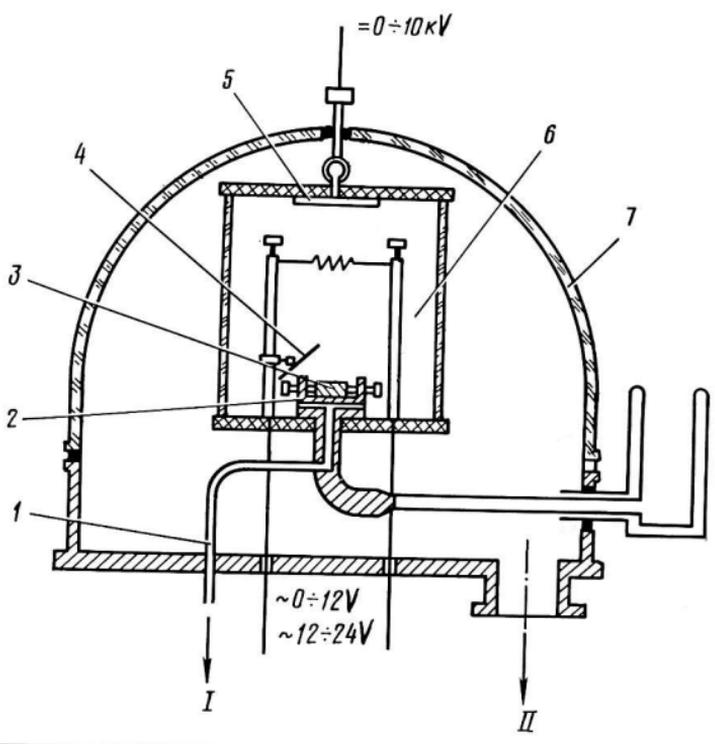


Bild 2. Aufdampfen:
i — Belüften

$\sim 0 \div 12V$
 $12 \div 24V$

Bild 3. Ionenätzung:
I — zum Einlaßsystem;
II — Evakuieren



$= 0 \div 10kV$

$\sim 0 \div 12V$
 $\sim 12 \div 24V$

Rechts am Gestell sind angeordnet: Quarz-Dickenmesser, Hochspannungs-
gleichrichter und Vakuummeter.

Speisungsblock für Heiz- und Kühlanlage ist auf einem Schwenkarm an der
linken Seite montiert.

Die Vakuumanlage, die zum Erzeugen und Aufrechterhalten des nötigen Vakuums
im Arbeitsraum und in der Vakuumkammer des Geräts dient, gibt die Möglichkeit,
beim Betrieb des Geräts sechs verschiedene Arbeitsweisen einzuhalten.

1. „BK“ — Luft in der Glocke.
2. „Konnak“ (Glocke) — Evakuieren der Glocke auf Vorvakuum.
3. „BB“ — Evakuieren der Glocke auf Hochvakuum.
4. „O“ — Stillstand.
5. Evakuieren der Vakuumkammer auf Vorvakuum.
6. „BH“ — Belüften der Vorvakuumpumpe.

Die nötige Vakuumbetriebsweise wird durch Einstellen der Handgriffe in ent-
sprechende Stellung erzielt.

Die Schalttafel ist in einem selbständigen Gehäuse montiert und ins Gerät
eingebaut.

Auf der Schalttafel sind Netzanschlußklemmen, Überbrückungen zum Um-
schalten in Abhängigkeit von der Netzspannung, Schmelzsicherungen, einige Signa-
lisations- und Schutzelemente der Hochvakuumpumpe angeordnet.

Zugang zur Schalttafel beim Wechsel von Sicherungen wird über eine Tür an
der Vorderwand des Gerätegestells gewährleistet. Schalttafel und Baugruppen und
Blöcke des Geräts sind miteinander durch Kabel und Steckverbindungen verbunden.

Steuerung und Kontrolle des Geräts im Betrieb wird vom Steuerpult aus ausge-
führt.

Der elektrische Schaltplan des Geräts gewährleistet Speisung der Baugruppen
und Blöcke des Geräts, Signalisation, Kontrolle der Hauptvorgänge und Betriebsweisen.
Elektrische Baugruppen und Blöcke sind über Kabel mit Steckverbindungen, die durch
entsprechende Gravierungen bezeichnet sind, verbunden.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und
elektronischen Bauelementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und
Justierung der Geräte werden in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen
unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut
Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

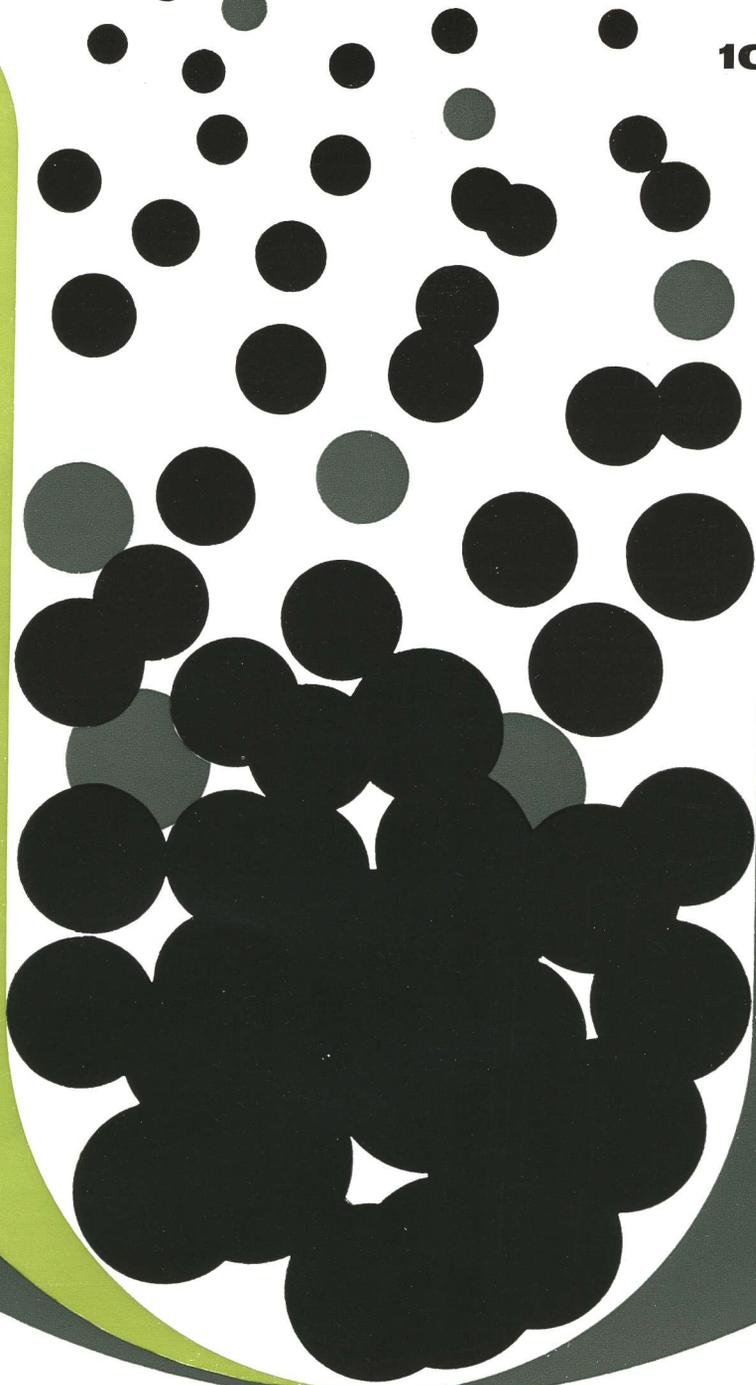
HAUPTDATEN

Druck in der Vakuumkammer zum Trocknen, <i>mm</i> HgS	$8 \cdot 10^{-2}$
Pumpzeit, <i>min</i>	8
Arbeitsdruck unter der Glocke bei Abkühlung der Vakuumanla- gefallens mittels Wasser und flüssigen Stickstoffs, <i>mm</i> HgS	$5 \cdot 10^{-6}$
Verdampferanzahl	3
Abstand zwischen Verdampfer und Objektstisch beim Aufdampfen, <i>mm</i>	30 ... 150
Verdampferheizstrom, A:	
bei Spannung 12 V	0 ... 100
bei Spannung 24 V	0 ... 50
Neigungswinkel des Tisches bezüglich Verdampfer	0 ... 90°
Anzahl der Objekte (\varnothing 2 mm) bei gleichzeitigem Aufstäuben	< 25

Abkühlungstemperatur des Tisches zum Aufdampfen von Objekten, °C	≤ - 150
Abkühlungszeit, min	30
Abkühlungstemperatur des Tisches für Ionenätzung, °C	≤ - 150
Abkühlungszeit, min	45
Heiztemperatur des Objektisches des Heizers, °C	≤ + 1000
Heizzeit, min	15
Glühentladungsstrom, mA	0 ... 50
Bereich der zu vermessenden Filmdicke, Å	100 ... 500 000
Speisung:	
Spannung, V	220/380
Frequenz, Hz	50
Leistungsaufnahme, kV·A	≤ 3
Hauptausmaße, mm:	
Vakuumstand	1130 × 610 × 1300
Hochspannungsgleichrichter	400 × 270 × 395
Speisungsblock des Heizers und Kühlers	355 × 260 × 270
Masse, kg	325

LIEFERSATZ

Kombinierte Vakuumanlage ВУГ-2К, komplett
 Ersatzteilsatz
 Werkzeug- und Zubehörsatz
 Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
NIEDERFREQUENZ-ULTRASCHALLDISPERGATOR
УЗДН-1

NIEDERFREQUENZ-ULTRASCHALLDISPERGATOR УЗДН-1

Der Dispergator УЗДН-1 dient zum Präparieren elektronenmikroskopischer Objekte aus kristallinen, pulverförmigen, faserigen und anderen Stoffen und zu ihrem Auftragen auf eine Filmunterlage.

Außer der Elektronenmikroskopie kann das Gerät УЗДН-1 zum Vorbereiten von Suspensionen und Emulsionen aus verschiedenen Stoffen, Abschlämmen kleiner Teile, Bearbeiten harter und spröder Stoffe mittels beigelegten Strahlers verwendet werden.

Der Ultraschalldispergator УЗДН-1 stellt ein Tischgerät dar, das aus einem Elektronenstrahlgenerator, sieben Ultraschallstrahlern mit exponentiellen und Rohrkonzentratoren und Stativ besteht.

Die vom Röhrengenerator erzeugten elektrischen Schwingungen mit Arbeitsfrequenzen 15, 22 und 35 kHz werden vom magnetostriktiven Wandler der Dispergatoren in mechanische elastische Schwingungen entsprechender Frequenz umgesetzt, die auf das zu dispergierende Medium einwirken.

Weiter Frequenzbereich und verschiedene Bauarten der Strahler geben die Möglichkeit, den Einsatz des Geräts zu erweitern. Die Verwendung einer exponentiellen Strahlerform gestattet, die akustische Leistung bis auf 100 W/cm^2 zu konzentrieren und das Arbeitsteil — Zapfen (Bild 2) ins Gefäß mit dem zu dispergierenden Stoff zu tauchen. Falls Vorschriften der Hygiene besonders streng eingehalten werden müssen und sogar unbedeutende Beimengung von Fremdstoffen unzulässig ist, wird das Dispergieren in einem chemisch reinen, Gefäß ausgeführt, das in einem Rohrkonzentrator (Bild 3) mit sphärischem Boden untergebracht wird, um die akustischen Schwingungen im Reagenzglas zu fokussieren.



Bild 1. Gesamtansicht des Geräts

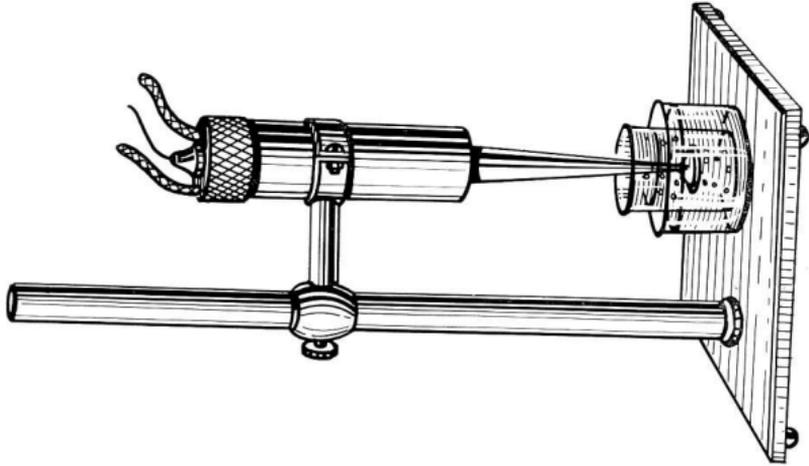


Bild 2. Anwendung des Strahlers in einem Gefäß mit zu dispergierendem Stoff

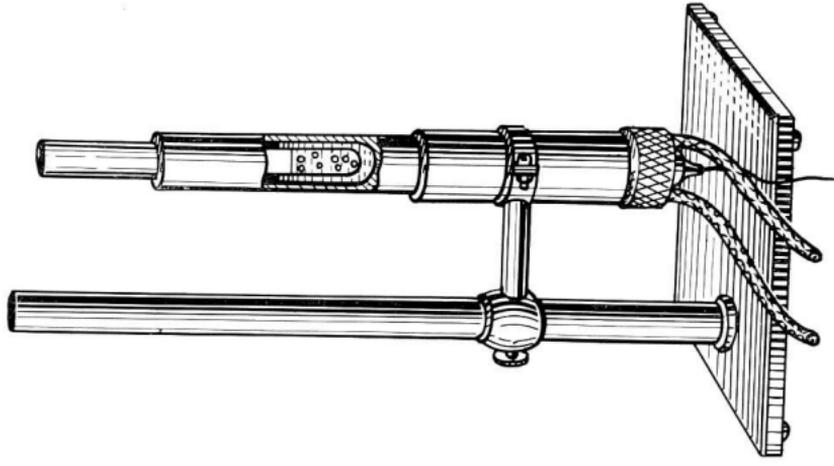


Bild 3. Anwendung des Rohrkonzentrators beim Betrieb unter besonders hygienischen Bedingungen

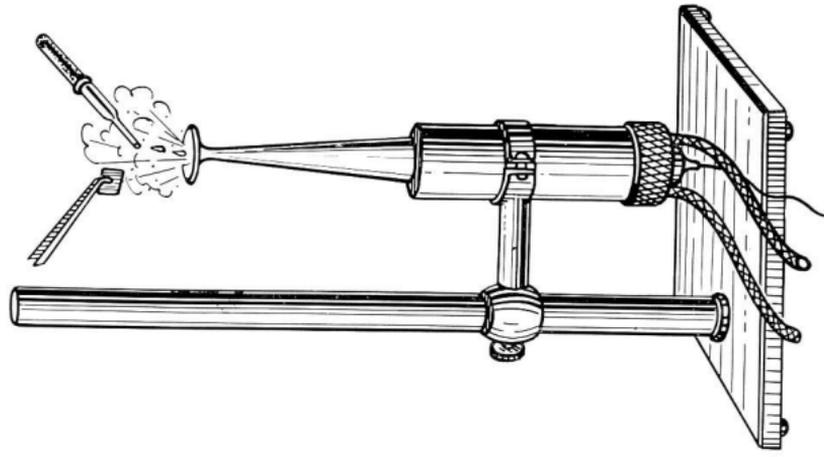


Bild 4. Anwendung des Konzentrators zum Auftragen einer Suspension auf eine Filmlinse

Der exponentielle Konzentrator gestattet die erhaltene Suspension auf dem Filmtäger als Nebel aufzutragen, um die Aggregation der Teilchen beim Verdampfen der Flüssigkeit zu verhüten (Bild 4).

Der Röhrengenerator wird zur Erzeugung elektrischer Schwingungen im Frequenzbereich 12... 40 kHz und Ausgangsleistung 400 W verwendet. Der Generator besteht aus dem Muttergenerator, Leistungsverstärker, dem Vormagnetisierungs- und Speisungsblock.

Der Bereich der vom Generator erzeugten Schwingungen ist in drei Unterbereiche — 15, 22 und 35 kHz unterteilt, mit stufenloser Regelung der Frequenz in jedem Unterbereich. Die Unterbereiche werden am entsprechenden Schalter umgeschaltet.

Der Leistungsverstärker stellt die Ausgangsstufe des Generators dar. Er ist auf zwei Röhren in Gegentaktschaltung montiert. Als Verbraucher des Leistungsverstärkers dient der Ausgangstransformator, dessen Sekundärwicklung zur Steckverbindung herausgeführt ist, die zum Anschließen der Wicklung der magnetostriktiven Wandler dient.

Um Verluste im Ultraschallfrequenzbereich zu verhüten, ist der Kern des Ausgangstransformators aus Stahlband XBП, Dicke 0,08 mm gefertigt.

Die stufenlose Regelung der Ausgangsleistung wird mit Hilfe eines Regelwiderstands verwirklicht. Konstruktiv ist der Röhrengenerator auf einer horizontalen Montageplatte montiert und in einem Metallgehäuse eingeschlossen, aus dem er an Griffen, die an der vorderen Tafel angeordnet sind, herausgezogen wird. Das Gehäuse ist mit zwei Handgriffen zum Tragen versehen.

Die Lüftung ist zwangsläufig und wird durch einen Lüfter BH-8 verwirklicht, der sich gleichzeitig mit der Röhrenaufheizung einschaltet.

Die Luft wird über Jalousien an den Seitenluken der hinteren Gerätegläser eingesaugt. Die warme Luft wird über eine Öffnung im oberen Deckel des Geräts, die durch ein Netz abgedeckt ist, herausgeführt. Alle Steuergriffe sind auf der Vordertafel des Geräts angeordnet.

Die Dispergatoren dienen zum Umsetzen der elektrischen Schwingungen in mechanische.

Drei der sieben Strahler (Frequenz 15, 22 und 35 kHz) sind mit exponentiellen Konzentratoren ausgerüstet, die in die auszustrahlende Flüssigkeit eingetaucht werden; drei andere (Frequenz 15, 22 und 35 kHz) — mit Rohrkonzentratoren zur Bestrahlung von Stoffen, die im Reagenzglas untergebracht sind; der letzte Strahler (22 kHz) ist mit einem exponentiellen Konzentrator versehen, an dessen Endstück mittels Gewinde M6 Aufsätze verschiedener Form befestigt werden können. Um Verluste der Ultraschallenergie am Übergang Konzentrator-Werkzeug herabzusetzen, muß man darauf achten, daß zuverlässiger Kontakt über der gesamten Berührungsoberfläche gewährleistet ist.

Als zweckmäßigste Ausmaße des Arbeitsteils des Werkzeugs kann angenommen werden: Länge 10... 12 mm, Durchmesser bis 10 mm.

Als Werkstoff zur Fertigung von Arbeitswerkzeug kann Stahl, Messing usw. verwendet werden.

Dem Aufbau nach besteht der Dispergator aus einem magnetostriktiven Zweistabwandler, einem Konzentrator, der an einer der Magnetostriktorstirnflächen angelötet ist, und einer Gummizwischenlage, die zur Erzeugung einer einseitig gerichteten Strahlung an der entgegengesetzten Magnetostriktorstirnfläche festgeklebt ist. Der Zweistabwandler ist aus 0,15 mm dickem Nickelband gefertigt, das ein 22,5 × 22,5 mm großes Paket bildet, mit aktivem Querschnitt 3 cm².

Die Wicklungen, die auf beiden Kernen des magnetostriktiven Wandlers angeordnet sind, sind in Reihe geschaltet, damit die durch sie im Paket erzeugten Magnetflüsse sich summieren.

Das Stativ dient zur Befestigung des Arbeitsdispergators.

Auf der massiven Grundplatte ist über einem Ring ein Ständer befestigt, auf dem sich der Halter verschiebt. Der Halter wird auf dem Ständer durch eine Sperrschraube fixiert. Auf der Grundplatte des Stativs sind die Erdklemmen angeordnet.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Bauelementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte wird in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

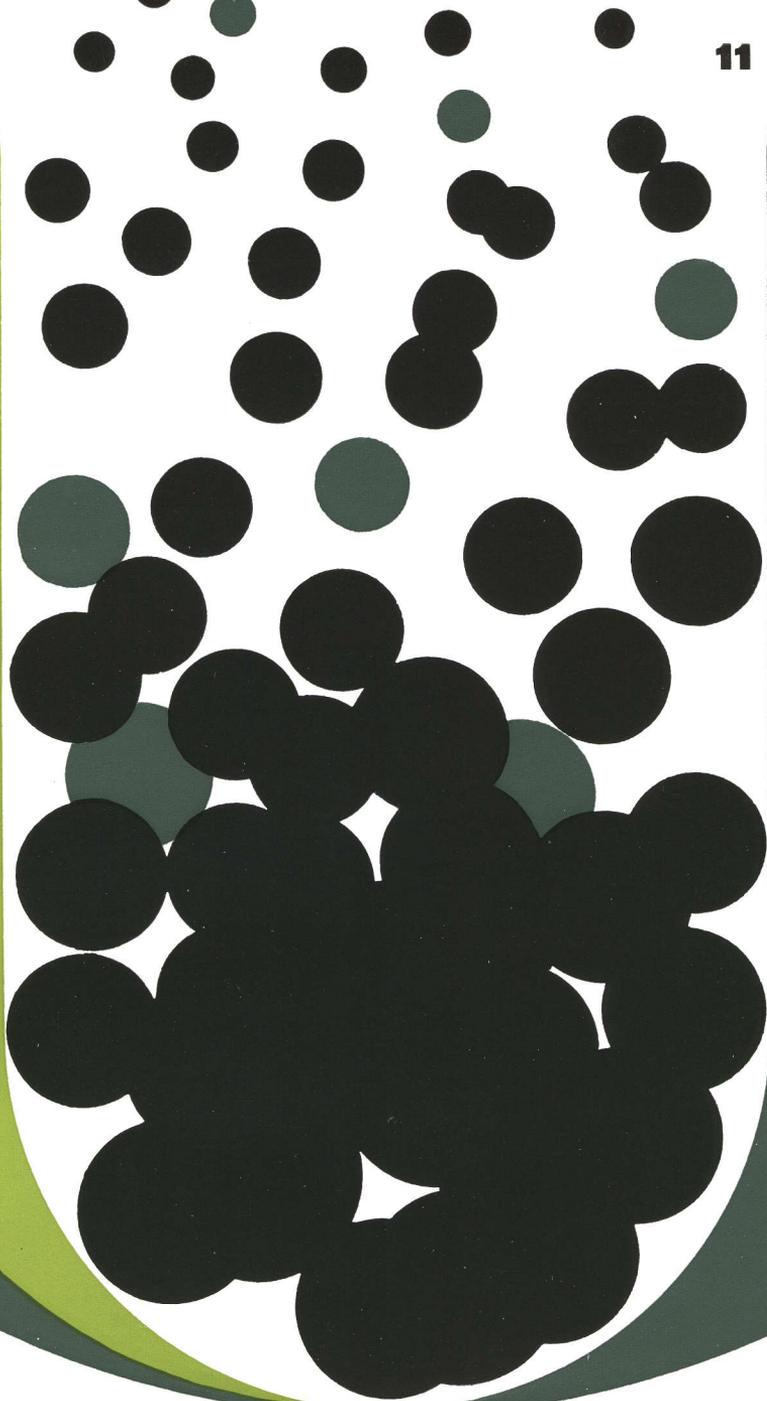
A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Arbeitsfrequenzen, <i>kHz</i>	15, 22, 35
Ausgangsleistung des Generators, <i>W</i>	≥ 400
Resonanzfrequenz der Strahler, <i>kHz</i>	15, 22, 35
Akustische Leistung des Strahlers, <i>W/cm²</i> :	
Rohrstrahler	bis 50
Exponentialstrahler	bis 100
Speisung des Geräts:	
Spannung, <i>V</i>	220
Frequenz, <i>Hz</i>	50
Leistungsaufnahme, <i>W</i>	≤ 1400
Hauptausmaße des Generators, <i>mm</i>	315 × 340 × 501
Masse, <i>kg</i>	≤ 60

LIEFERSATZ

Röhrengenerator	1
Dispergator, komplett	7
Stativ	1
Ersatzteil- und Werkzeugsatz	1
Zubehörsatz	1
Technische Beilagen, Satz	1



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
GERÄT ПТК ZUM ÄTZEN MIT AKTIVEM
SAUERSTOFF



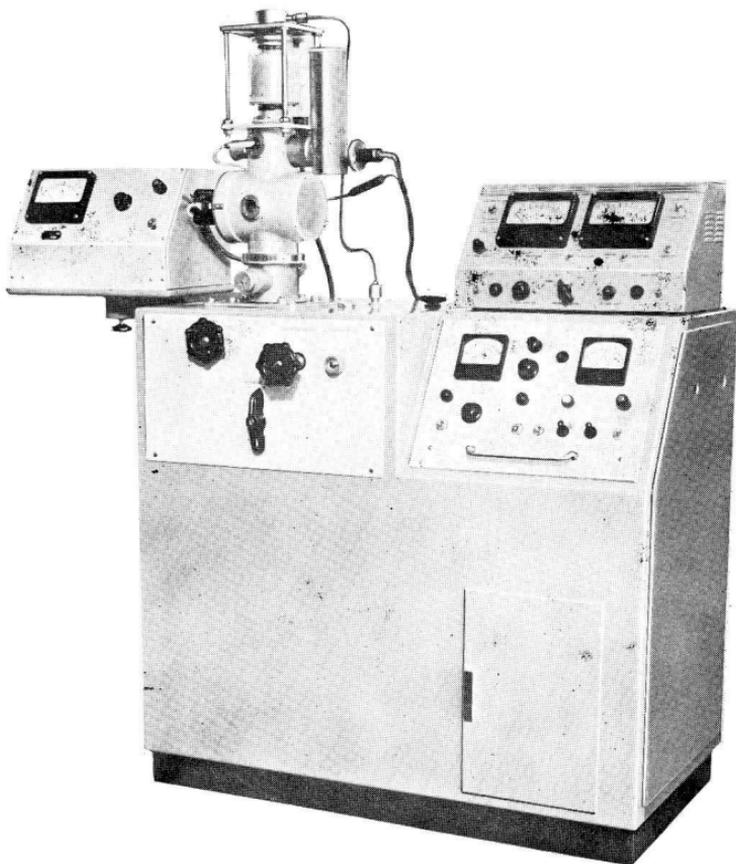
GERÄT ПTK ZUM ÄTZEN MIT AKTIVEM SAUERSTOFF

Das Gerät dient zum elektronenoptischen Präparieren von Gummi, Rohgummi, Polymeren und biologischen Objekten, Untersuchungen in aktiver Sauerstoffatmosphäre, Abscheren von Polymeren und Ionenkristallen im Vakuum, Aufdampfen von Kohle und Metallen im Vakuum.

Das Gerät kann in denjenigen Gebieten der Wissenschaft und Technik eingesetzt werden, die die feine Struktur organischer Verbindungen mittels Elektronenmikroskopie ermitteln müssen.

Der Bestimmung nach ist das Gerät vielseitig und verfügt über eine Reihe von Einrichtungen, deren Wirkungsprinzipien gesondert betrachtet werden müssen.

Ätzen mit aktivem Sauerstoff. Das Wirkungsprinzip der Vorrichtung zum Ätzen organischer Strukturen mit aktivem Sauerstoff besteht darin, daß durch Verbindung



atomaren und ionisierten Sauerstoffs mit einzelnen Molekelelementen organischer Verbindungen gasartige Produkte erhalten werden, die mit Hilfe einer Vakuumanlage evakuiert werden.

Aufdampfen im Vakuum. Vorbereitung dünner Filme verschiedener Stoffe durch Aufdampfen im Vakuum beruht darauf, daß Dämpfe dieser Stoffe, die sich im hohen Vakuum verbreiten, auf der Oberfläche von Gegenständen niederschlagen, die sie umspülen.

Die Dicke der aufgedampften Schicht hängt von der Menge des zu verdampfenden Stoffs und Abstand zwischen Verdampfer und der Kondensationsoberfläche ab.

Aufstäuben von Kohle. Zum Aufstäuben von Kohle ist im Gerät eine Einrichtung vorgesehen, die den Kohlenstab an einer Stelle mit erhöhtem ohmschem Widerstand bis zur Verdampfungstemperatur erhitzt, indem Strom hoher Stromstärke durch ihn geschickt wird.

Beständigkeit des Widerstandes des aufzustäubenden Abschnitts wird erreicht, indem zwei Kohlenstäbe mittels Feder gegeneinander gedrückt werden.

Abscherung. Eine Abscherung des zu untersuchenden Probestücks wird in einer speziellen Einrichtung erhalten, indem zwei dichtanliegende Schichten des Probestücks mechanisch in diametral entgegengesetzten Richtungen verschoben werden.

Abscherung von Objekten aus elastischen Stoffen wird bei niedrigen Temperaturen ausgeführt, die im Bereich $+20 \dots -150^{\circ}\text{C}$ geregelt werden können.

Dem Aufbau nach besteht das Gerät aus einigen selbständigen Blöcken und Geräten (siehe Bild).

Im Gestell des Geräts sind angeordnet: Vakuumanlage, Speisungsblöcke, Einlaßanlage, Verbindungskabel. Auf dem Gestell ist die Entladungskammer aufgestellt, am Vorderteil: links — Steuerpult, rechts — Pult des Hochfrequenzgenerators und Tür, die den Zugang zu Sicherungen der Schalttafel freigibt.

An den Seitenwänden und Rückwand des Gestells sind abnehmbare Tafeln angeordnet, die bequemen Zugang zu inneren Teilen des Geräts bei Durchsichten und Überholungen gewährleisten.

An der Rückwand des Geräts sind Steckverbindungen (zum Umschalten des Geräts und einzelner Blöcke), Anschlußstutzen für Wasserkühlung und Erdklemme angeordnet.

Speisungsblock für Heizer und Kühler ist auf einem Schwenkarm an der linken Seite angebracht, Vakuummeter ВИТ-1 — an der rechten Seite des Gestells.

Die Vakuumanlage dient zur Erzeugung und Aufrechterhaltung des nötigen Vakuums im Arbeitsraum. Hauptteile der Vakuumanlage sind durch Vakuumgummischläuche verbunden.

Die Konstruktion der Vakuumanlage läßt beim Betrieb des Geräts vier verschiedene Arbeitsweisen zu:

1. Luft im Arbeitsraum — „В“;
2. Stillstand — „О“;
3. Evakuieren des Arbeitsraums auf Vorvakuum — „ПВ“;
4. Evakuieren des Arbeitsraums auf Hochvakuum — „ПВП“.

Zum Schutz des Arbeitsraums der Entladungskammer gegen das Eindringen von Öl ist zwischen Flansch und Öldiffusionspumpe eine Falle eingebaut, die aus zwei Teilen besteht: Wasser- und Stickstoffalle.

Die Entladungskammer mit dem Verdampfer wird an der linken Seite des Gestells mittels vier Schrauben an der Vakuumanlage befestigt.

Die Entladungskammer stellt einen Glaszylinder mit an den Enden angelöteten Kovarbechern dar, die in Pilzdichtungen eingesetzt werden. Die trichterartige Glasbecher-Blende in der Entladungskammer dient zum Fokussieren des Plasmadiffusionsstroms auf der Oberfläche des Objekts. Auf der Blende ist ein Ring angeordnet, der dazu dient, das Objekt gegen Einwirkung des Hochfrequenzfeldes zu schützen.

Der obere Gehäuseteil der Entladungskammer ist auf vier Stiftschrauben montiert, um während der Evakuierung keinen Druck auf den Glaszylinder entstehen zu lassen. Zur Beobachtung des Verdampfers und der Abschervorrichtung sind zwei Fenster vorgesehen. Sauerstoff wird der Entladungskammer über einen Stutzen zugeführt.

Im unteren Gehäuseteil der Entladungskammer ist eine bewegliche Klappe eingebaut, an der die Pumpgeschwindigkeit geregelt und ein Druckgefälle zwischen Arbeitsraum und Vakuumanlage gewährleistet wird, das groß genug ist, um normalen Betrieb der Öldiffusionspumpe sicherzustellen beim Einlassen von Sauerstoff in den Arbeitsraum.

Die Schalttafel ist als gesonderter Block ausgeführt und im Inneren des Geräts montiert.

Auf der Schalttafel sind Klemmen zum Anschluß ans Netz, Brücken zum Umschalten in Abhängigkeit von der Netzspannung, Schmelzsicherungen, einige Signalisations- und Schutzelemente der Hochvakuumpumpe u. a. m. angeordnet.

Zugang zur Schalttafel zum Wechsel von Sicherungen wird über eine Tür an der Vorderwand des Gerätegestells gewährleistet.

Elektrische Verbindung der Schalttafel mit Baugruppen und Blöcken des Geräts wird mittels Kabel und Steckverbindungen verwirklicht.

Steuerung und Betriebskontrolle des Geräts wird vom Steuerpult aus ausgeführt.

Der Röhrengenerator ist auf einer selbständigen Montageplatte aufgebaut und wird ins Gestell des Geräts montiert. Die vordere geneigte Tafel des Generators dient gleichzeitig als rechtes Steuerpult des Geräts.

Der Generator wird an der Schalttafel mit Hilfe eines biegsamen Kabels und spezieller Steckverbindung angeschlossen. Steuergriffe zum Regeln der Leistung und Frequenz, Kippschalter zum Einschalten des Anodengenerators und Milliampereometer zum Ändern des Generatorstroms sind an der Vordertafel angeordnet.

Der elektrische Schaltplan gewährleistet Speisung der Blöcke, Signalisation und Kontrolle der Hauptvorgänge und Arbeitsweisen des Geräts.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte erfolgen in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Höchstvakuum in der Entladungskammer bei Abkühlung der Hochvakuumfalle durch Wasser, <i>mm HgS</i>	$1 \cdot 10^{-4}$
Höchstvakuum in der Entladungskammer bei Abkühlung der Hochvakuumfalle durch Wasser und flüssigen Stickstoff, <i>mm HgS</i>	$1 \cdot 10^{-5}$
Frequenzbereich des Generators der ungedämpften Schwingungen, <i>MHz</i>	2,2 . . . 3,3
Amplitudenwert der Hochfrequenzspannung, <i>kV</i>	≥ 1
Leistung des Generators der ungedämpften Schwingungen, <i>V · A</i>	≥ 100
Heizstrom des Verdampfers, <i>A</i> :	
bei Spannung 12 <i>V</i>	0 . . . 100
bei Spannung 24 <i>V</i>	0 . . . 50
zulässige Spannungsschwankungen, %	± 10
Abkühlungstemperatur des Objektisches, $^{\circ}\text{C}$	≤ -150
Neigungswinkel des Objektisches bezüglich Verdampfer . . .	0 . . . 90°
Speisung:	
Spannung, <i>V</i>	220/380
Frequenz, <i>Hz</i>	50
Leistungsaufnahme, <i>kV · A</i>	$\leq 2,5$
Wasserdurchfluß, <i>l/min</i>	1,5 . . . 2
Hauptausmaße, <i>mm</i>	1130 × 640 × 1300
Masse, <i>kg</i>	≤ 300

LIEFERSATZ

Gerät ПTK zum Ätzen mit aktivem Sauerstoff
Ersatzteilsatz
Werkzeug- und Zubehörsatz
Technische Beilagen, Satz

atomaren und ionisierten Sauerstoffs mit einzelnen Molekelelementen organischer Verbindungen gasartige Produkte erhalten werden, die mit Hilfe einer Vakuumanlage evakuiert werden.

Aufdampfen im Vakuum. Vorbereitung dünner Filme verschiedener Stoffe durch Aufdampfen im Vakuum beruht darauf, daß Dämpfe dieser Stoffe, die sich im hohen Vakuum verbreiten, auf der Oberfläche von Gegenständen niederschlagen, die sie umspülen.

Die Dicke der aufgedampften Schicht hängt von der Menge des zu verdampfenden Stoffes und Abstand zwischen Verdampfer und der Kondensationsoberfläche ab.

Aufstäuben von Kohle. Zum Aufstäuben von Kohle ist im Gerät eine Einrichtung vorgesehen, die den Kohlenstab an einer Stelle mit erhöhtem ohmschem Widerstand bis zur Verdampfungstemperatur erhitzt, indem Strom hoher Stromstärke durch ihn geschickt wird.

Beständigkeit des Widerstandes des aufzustäubenden Abschnitts wird erreicht, indem zwei Kohlenstäbe mittels Feder gegeneinander gedrückt werden.

Abscherung. Eine Abscherung des zu untersuchenden Probestücks wird in einer speziellen Einrichtung erhalten, indem zwei dichtenliegende Schichten des Probestücks mechanisch in diametral entgegengesetzten Richtungen verschoben werden.

Abscherung von Objekten aus elastischen Stoffen wird bei niedrigen Temperaturen ausgeführt, die im Bereich $+20 \dots -150^{\circ}\text{C}$ geregelt werden können.

Dem Aufbau nach besteht das Gerät aus einigen selbständigen Blöcken und Geräten (siehe Bild).

Im Gestell des Geräts sind angeordnet: Vakuumanlage, Speisungsblöcke, Einlaßanlage, Verbindungskabel. Auf dem Gestell ist die Entladungskammer aufgestellt, am Vorderteil: links — Steuerpult, rechts — Pult des Hochfrequenzgenerators und Tür, die den Zugang zu Sicherungen der Schalttafel freigibt.

An den Seitenwänden und Rückwand des Gestells sind abnehmbare Tafeln angeordnet, die bequemen Zugang zu inneren Teilen des Geräts bei Durchsichten und Überholungen gewährleisten.

An der Rückwand des Geräts sind Steckverbindungen (zum Umschalten des Geräts und einzelner Blöcke), Anschlußstutzen für Wasserkühlung und Erdklemme angeordnet.

Speisungsblock für Heizer und Kühler ist auf einem Schwenkarm an der linken Seite angebracht, Vakuummeter ВИТ-1 — an der rechten Seite des Gestells.

Die Vakuumanlage dient zur Erzeugung und Aufrechterhaltung des nötigen Vakuums im Arbeitsraum. Hauptteile der Vakuumanlage sind durch Vakuumgummischläuche verbunden.

Die Konstruktion der Vakuumanlage läßt beim Betrieb des Geräts vier verschiedene Arbeitsweisen zu:

1. Luft im Arbeitsraum — „В“;
2. Stillstand — „О“;
3. Evakuieren des Arbeitsraums auf Vorvakuum — „ПВ“;
4. Evakuieren des Arbeitsraums auf Hochvakuum — „ПВП“.

Zum Schutz des Arbeitsraums der Entladungskammer gegen das Eindringen von Öl ist zwischen Flansch und Öldiffusionspumpe eine Falle eingebaut, die aus zwei Teilen besteht: Wasser- und Stickstofffalle.

Die Entladungskammer mit dem Verdampfer wird an der linken Seite des Gestells mittels vier Schrauben an der Vakuumanlage befestigt.

Die Entladungskammer stellt einen Glaszylinder mit an den Enden angelöteten Kovarbechern dar, die in Pilzdichtungen eingesetzt werden. Die trichterartige Glasbecher-Blende in der Entladungskammer dient zum Fokussieren des Plasmodiffusionsstroms auf der Oberfläche des Objekts. Auf der Blende ist ein Ring angeordnet, der dazu dient, das Objekt gegen Einwirkung des Hochfrequenzfeldes zu schützen.

Der obere Gehäuseteil der Entladungskammer ist auf vier Stiftschrauben montiert, um während der Evakuierung keinen Druck auf den Glaszylinder entstehen zu lassen. Zur Beobachtung des Verdampfers und der Abschervorrichtung sind zwei Fenster vorgesehen. Sauerstoff wird der Entladungskammer über einen Stutzen zugeführt.

Im unteren Gehäuseteil der Entladungskammer ist eine bewegliche Klappe eingebaut, an der die Pumpgeschwindigkeit geregelt und ein Druckgefälle zwischen Arbeitsraum und Vakuumanlage gewährleistet wird, das groß genug ist, um normalen Betrieb der Öldiffusionspumpe sicherzustellen beim Einlassen von Sauerstoff in den Arbeitsraum.

Die Schalttafel ist als gesonderter Block ausgeführt und im Inneren des Geräts montiert.

Auf der Schalttafel sind Klemmen zum Anschluß ans Netz, Brücken zum Umschalten in Abhängigkeit von der Netzspannung, Schmelzsicherungen, einige Signalisations- und Schutzelemente der Hochvakuumpumpe u. a. m. angeordnet.

Zugang zur Schalttafel zum Wechsel von Sicherungen wird über eine Tür an der Vorderwand des Gerätegestells gewährleistet.

Elektrische Verbindung der Schalttafel mit Baugruppen und Blöcken des Geräts wird mittels Kabel und Steckverbindungen verwirklicht.

Steuerung und Betriebskontrolle des Geräts wird vom Steuerpult aus ausgeführt.

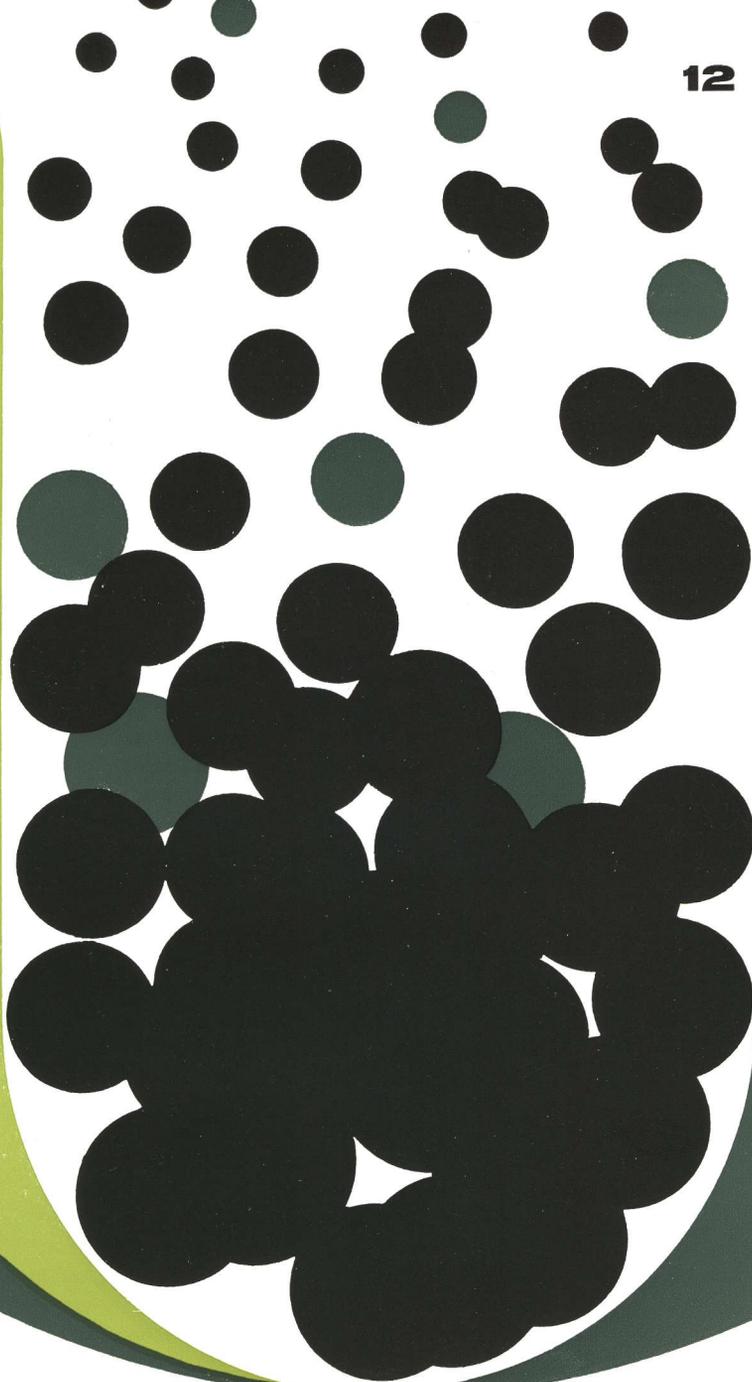
Der Röhrengenerator ist auf einer selbständigen Montageplatte aufgebaut und wird ins Gestell des Geräts montiert. Die vordere geneigte Tafel des Generators dient gleichzeitig als rechtes Steuerpult des Geräts.

Der Generator wird an der Schalttafel mit Hilfe eines biegsamen Kabels und spezieller Steckverbindung angeschlossen. Steuergriffe zum Regeln der Leistung und Frequenz, Kippschalter zum Einschalten des Anodengenerators und Milliampereometer zum Ändern des Generatorstroms sind an der Vordertafel angeordnet.

Der elektrische Schaltplan gewährleistet Speisung der Blöcke, Signalisation und Kontrolle der Hauptvorgänge und Arbeitsweisen des Geräts.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte erfolgen in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
IONEN-PUNKTZERSTÄUBER MTP

IONEN - PUNKTZERSTÄUBER ИТР

Der Ionen-Punktzerstäuber ИТР dient zur Vorbereitung von Testobjekten, die das Auflösungsvermögen von Elektronenmikroskopen bis 4 \AA bestimmen erlauben; Herstellung hochdurchsichtiger Filmunterlagen aus Kohlenstoff, Dicke 10 \AA und mehr; Abschattung von Repliken oder beliebiger elektronenmikroskopischer Präparate mittels „schwerer“ zähflüssiger Metalle; Herstellung mehrschichtiger Objekte zum Registrieren der Spuren von Kernzerfallsplittern schwerer Kerne; Herstellung von Metallprobestücken, deren Dicke $50 \dots 2000 \text{ \AA}$ beträgt, für Durchstrahlungsuntersuchung.

Das Gerät kann auf allen Gebieten der Wissenschaft und Technik eingesetzt werden, die das Aufstäuben dünner durchsichtiger und homogener Schichten von Metallen und Halbleitern benötigen.

Die Wirkung des vollen Punktzerstäubers beruht auf dem Zerstäuben des Kathodenstoffes durch Edelgasionen, die ein elektrisches Feld bis auf einige Kiloelektronenvolt beschleunigt und in Solenoidmagnetfeldern zu einer „Schnur“ fokussiert wurden, deren Durchmesser $0,2 \dots 0,5 \text{ mm}$ beträgt. Der Durchmesser des zerstäubten Abschnitts der Kathode stimmt mit dem Durchmesser der „Ionschnur“ überein. Die große Dichte des Ionenstroms in der „Schnur“ erlaubt hohe Aufstäubungsgeschwindigkeiten „schwerer“ Metalle und unterhält die Gasentladung in höherem Vakuum, als bei gewöhnlicher Glimmentladung.

Die kleine Fläche des Teilabschnitts, von der die Zerstäubung verwirklicht wird, erlaubt die Zerstäubungsstelle sogar bei kleiner Entfernung bis zum aufgestäubten Objekt als Punkt zu betrachten, was bei Aufstäubung unter Winkel sehr wesentlich ist.

Die Vorrichtung der Kathodenzerstäubung erlaubt atomare Strahlenbündel des zu zerstäubenden Stoffes zu erhalten und dünne Filme vorzubereiten, die keine eigene Struktur besitzen.

Zur epitaxialen Züchtung von Filmen ist im Gerät ein Heizer und ein Kühler der Objektkammer vorgesehen.

Hauptelemente des Gerätes sind: Vakuumanlage, Entladungskammer, Einlaßsystem, Hochspannungsgleichrichter und Niederspannungsgleichrichter.

Mit Hilfe der Vakuumanlage wird die Objektkammer auf hohes Vakuum evakuiert.

Der Aufbau der Vakuumanlage läßt den Betrieb des Geräts in fünf verschiedenen Arbeitsweisen zu.

1. „BK“ — Luft in der Kammer.
2. „Камера“ — Evakuieren der Kammer auf Vorvakuum.
3. Evakuieren der Glocke auf Hochvakuum.
4. „O“ — Stillstand.
5. „BH“ — Einlaß von Luft in die Vorvakuumpumpe.

Die nötige Arbeitsweise wird erzeugt, indem die Steuergriffe in entsprechende Stellung gestellt werden.

Das Vakuum in der Arbeitskammer wird mit Hilfe von Manometergebern ИТ-2 und ИМ-2 geändert.

In der Entladungskammer werden die zu fertigenden Objekte aufgestäubt. Das Gehäuse der Kammer (s. Bild 2) ist auf der Vakuumanlage aufgestellt. Der Außenraum,

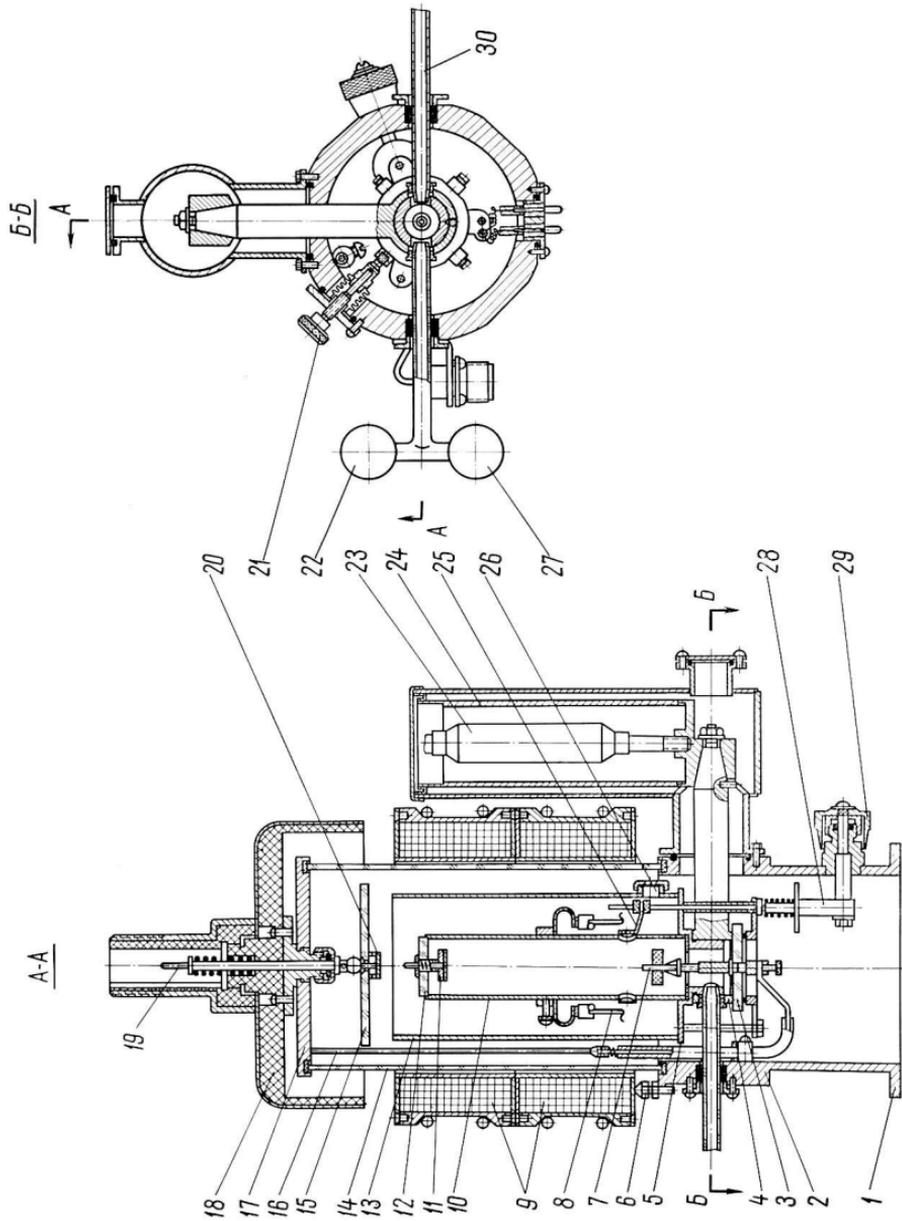


Bild 2. Entladungskammer:

- 1 — Gehäuse;
- 2 — Gehäuse;
- 3 — Isolator;
- 4 — Ständer;
- 5 — Scheibe;
- 6 — Schrauben;
- 7 — Kathode;
- 8 — Objektisch;
- 9 — Solenoide;
- 10 — Anode;
- 11 — Kathode;
- 12 — Isolator;
- 13 — Schirm;
- 14 — Glaszylinder;
- 15 — Ventil;
- 16 — Kontakt;
- 17 — Deckel;
- 18 — Schutzschirm;
- 19 — Kontakt;
- 20 — Kontakt;
- 21 — Handgriffe;
- 22 — Geber ПМ-2;
- 23 — Heizer;
- 24 — Kühler;
- 25 — Jalousie;
- 26 — Schaufenster;
- 27 — Geber ПТ-2;
- 28 — Nocken;
- 29 — Handgr.
- 30 — Rohr

der durch Gehäuse 2, Glaszylinder 14 und Deckel 17 gebildet wird, auf dem der zu erdende Schutzschirm 18 montiert ist, wird auf Hochvakuum evakuiert.

In den Innenraum wird über Rohr 30 Arbeitsgas mit Hilfe der Einlaßanlage eingelassen.

Da die Stoßflächen der Innenraumteile eingeschliffen sind, herrscht während des Betriebes der Entladungskammer im Innenraum ein höherer Druck als im Außenraum. Dieses ist notwendig, um die Entladung anzuzünden und ihre Arbeitsweise zu regeln.

Bei Hochspannung zwischen Kathoden 11 und 7 und zylindrischer Anode 10 entsteht eine Gasentladung, die in eine „Schnur“ zusammengedrückt wird, die mit Hilfe des Magnetfeldes der Solenoide 9 längs der Anodenachse gerichtet wird. Der Höhe nach können die Solenoide eingestellt werden.

Im „Berührungspunkt“ der Entladungsschnur mit der Kathode wird der Kathodenstoff zerstäubt. Teilchen des zerstäubten Stoffes gelangen über die Öffnung in der Anode auf den Objektisch 8.

Die Jalousie 25 schirmt die Objektische vom aufstäubenden Bündel ab.

Die Kathode ist bezüglich Anodenachse beweglich. Sie kann mit Hilfe von vier Griffen 21 in zwei zueinander senkrechten Richtungen um $\pm 3 \text{ mm}$ zur Mitte verstellt werden. Dieses gibt die Möglichkeit, ohne das Vakuum zu stören und den Zerstäubungsprozess zu unterbrechen, die Zerstäubung mehrerer Stoffe nacheinander auszuführen und Mehrschichtobjekte zu fertigen.

Um ein besseres Vakuum im Entladungsraum zu erreichen und die Temperatur der Objekte im nötigen Bereich aufrechtzuerhalten, ist die Entladungskammer mit einem Kühler 24 und Heizer 23 ausgerüstet.

Das Einlaßsystem, das mit der Entladungskammer verbunden ist, dient zum Zuführen vom Arbeitsgas in die Kammer und Regeln der Gaszufuhr.

Das Einlaßsystem besteht aus dem Hochdruckgasballon mit Arbeitsgas, Druckminderer und Dosierventil, das mit dem Druckminderer über ein Rohr verbunden ist. Der Griff des Absperrventils dient zum Öffnen und Schließen des Gasballons. Manometer, die am Ein- und Ausgang des Druckminderers eingebaut sind, zeigen entsprechend den Druck im Gasballon und in der Hauptleitung an, die mit dem Dosierventil verbunden ist.

Der mit der Entladungskammer verbundene Hochspannungsgleichrichter, der als selbständiger Block ausgeführt ist, erzeugt in der Entladungsstrecke eine Beschleunigungsspannung. An der Vordertafel des Blocks sind angeordnet: Kippschalter „Сеть“ (Netz), Anzeigelampe, die eingeschaltetes Netz anzeigt, Kontrollampe „Перегрузка“ (Überlastung), Griff für Spartrafo „Рег. напряжения“ (Spannungsregelung), Mikroamperemeter und Kilovoltmeter.

An der Hinterwand des Blocks sind Steckverbindungen zum Anschluß des Netz- und Blockierungskabels, Sicherung, Klemme „Земля“ (Erde) zum Anschluß des Erdkabels und der Hochspannungssteckverbindung angeordnet. Im Boden des Blocks sind Gummipuffer eingebaut.

Der Hochspannungsgleichrichter wird beim Belüften des Arbeitsraums mit Hilfe einer Vakuumblockierung ausgeschaltet.

Der als selbständiger Block ausgeführte Niederspannungsgleichrichter wird an den Solenoidspulen mit Hilfe eines Kabels angeschlossen und dient zur Einspeisung der elektromagnetischen Fokussierungseinrichtung des Ionenbündels. An der Vordertafel sind alle Steuer- und Regelgriffe und Signallampen angeordnet.

An der Hinterwand befinden sich Steckverbindungen für Kabelanschluß und Klemme „Erde“.

Der Block steht auf Gummipuffern.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile werden aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte werden in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung erstklassiger Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Arbeitsvakuum in der Kammer ohne Stickstoffalle der Vakuumanlage BA-0,5-4 einzuschalten, <i>mm HgS</i>	$1 \cdot 10^{-5}$
Pumpzeit, <i>min</i>	10
Höchste Beschleunigungsspannung am Ausgang des Hochspannungsgleichrichters ohne Belastung, <i>kV</i>	12
Bereich der Solenoidstromregelung, <i>A</i>	0 . . . 7,5
Maximaler Gasentladungsstrom bei Spannung 10 <i>kV</i> , <i>mA</i>	0,2
Gesamtfläche des aufzustäubenden Abschnitts von vier Tischen, <i>mm²</i>	320
Neigungswinkelbereich des Objektisches bezüglich des aufzustäubenden Bündels	0 . . . 90°
Speisung:	
Spannung, <i>V</i>	220/380
Frequenz, <i>Hz</i>	50
Leistungsaufnahme, <i>kV · A</i>	≤ 1,6
Hauptausmaße, <i>mm</i> :	
Ionen-Punktzerstäuber	800 × 700 × 1500
Hochspannungsgleichrichter	460 × 310 × 325
Niederspannungsgleichrichter	440 × 300 × 335
Masse, <i>kg</i> :	
Ionen-Punktzerstäuber	≤ 200
Hochspannungsgleichrichter	≤ 45
Niederspannungsgleichrichter	≤ 35

LIEFERSATZ

Ionen-Punktzerstäuber

Hochspannungsgleichrichter

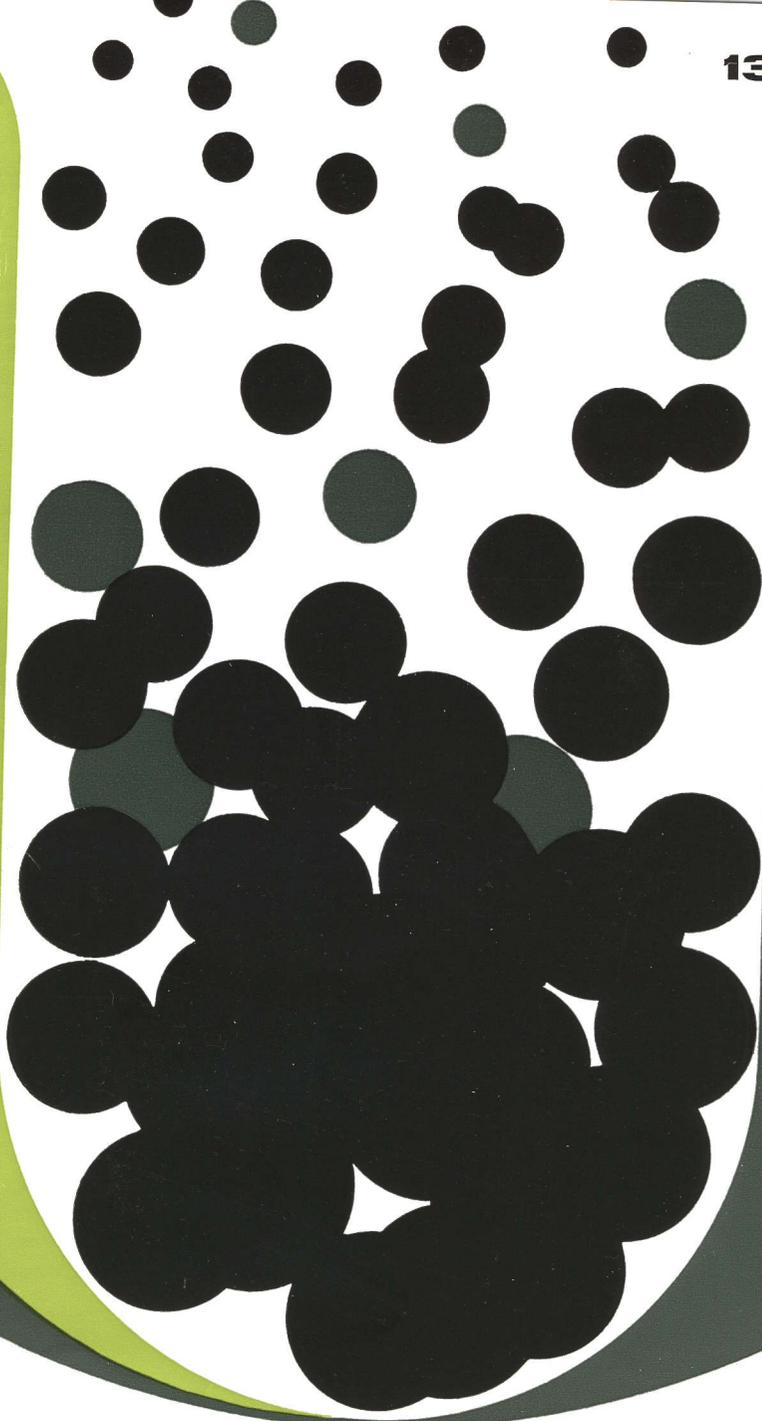
Niederspannungsgleichrichter

Ionisationsvakuummeter mit Thermoelement BIT-1A

Ersatzteil- und Vorrichtungssatz

Werkzeug- und Zubehörsatz

Technische Beilagen, Satz



MASHPRIBORINTORG MOSKVA · SSSR
PJEZOELEKTRISCHES ULTRAMIKROTOM
УМТН-2

PJEZOELEKTRISCHES ULTRAMIKROTOM УМТП-2

Das piezoelektrische Ultramikrotom УМТП-2 (Bild 1) dient zur Erzeugung ultradünner und dünner Schnitte histologischer, biologischer und dichter Objekte zur nachfolgenden Untersuchung und Erforschung ihrer Struktur mit Hilfe von Elektronen- und Lichtmikroskopie.

Der weite Bereich der im Gerät zu erhaltenden Schnitte der zu präparierenden Objekte nach Dicke und Härte gibt die Möglichkeit das Gerät in der Medizin, Biologie und Chemie zum Präparieren zu verwenden, um histologische und biologische Objekte, technische Faser, Absorbionsmittel, Katalisatoren und weiche Mineralien zu untersuchen.

Die goniometrische Einrichtung gibt die Möglichkeit das Objekt beim Schneiden unter verschiedenen Winkeln zu orientieren.

Der überfeine Vorschub der Objektkapsel mit dem Objekt im Ultramikrotom wird dadurch verwirklicht, daß der piezokeramische Block der Mikroverstellungen



Bild 1. Piezoelektrisches Ultramikrotom УМТП-2

unter Einwirkung der zugeführten Treppenspannung seine Länge ändert, d. h. es wird der reziproke Pjezoeffekt ausgenutzt.

Das Wirkungsprinzip des Geräts kann am Getriebeplan des УМТП-2 (Bild 2) verfolgt werden.

Am unbeweglichen Ständer 1 ist an Feder 2 Metallstab 3 befestigt, auf dem der pjezoelektrische Kopf 4 angeordnet ist. Die Schnitte werden ausgeführt, wenn die vom E-Motor angetriebene Patrone 6 des Objekts sich am Messer 7 vorbeibewegt. Bei direktem Gang des Objekts wird dem pjezoelektrischen Kopf 4 beständige Spannung vom Treppenspannungsformer 8 zugeführt. Die Vorschubgröße des Objekts hängt von der zugeführten Spannung ab.

Rückwärtsgang des Objekts vollzieht sich beim Spannungslosmachen des pjezoelektrischen Kopfes.

Der Vorschubwert wird durch die Differenz der Spannungsstufen bei den zu untersuchenden Schnitten bestimmt.

Die Konstruktion des Ultramikrotoms gestattet selbsttätig Schnittserien von je 256 Schnitten sowie Einzelschnitte auszuführen (notigenfalls können Schnitte der Dicke über 0,1 μm erhalten werden). Durch Änderung der Spannungsstufen im Treppenspannungsformer 8 kann der nötige Vorschubwert erzielt werden.

Die Schnittgeschwindigkeit wird durch Änderung der Drehzal des Motors geregelt.

Um maximale Leistungsfähigkeit zu erzielen, bewegt sich der Schwinghebel auf dem Leerlaufabschnitt mit beständiger erhöhter Geschwindigkeit, auf der 5 mm langen Schnittstrecke — mit vorgegebener regelbarer Geschwindigkeit.

Im Konstruktionsprinzip des Geräts liegt die Verwendung der Pjezostriktion der Keramik zur Verwirklichung der Mikroverstellungen, wodurch gewährleistet wird:

Trägheitslosigkeit im Betrieb;

hohe Wiederholungsfähigkeit der Schnittserien;

Unabhängigkeit der Spandicke von der Schnittgeschwindigkeit;

Unempfindlichkeit gegenüber der Umgebungstemperatur;

Teilung der Vorschubwerte unmittelbar in Å .

Das Gerät ist in Form von zwei Blöcken — Schnittblock und Steuerblock — ausgeführt, die auf dem gemeinsamen Tisch montiert sind.

Der Schnittblock stellt eine massive Graugußgrundplatte dar, die speziell dazu entworfen wurde, Schwingungen zu absorbieren und dem gesamten Schnittblock hohe Starrheit zu verleihen.

An der Vorderseite der Grundplatte ist der Werkzeugträger befestigt, der alle möglichen Verstellungen des Messers gewährleistet.

Am Ständer, der am hinteren Teil der Grundplatte angeordnet ist, ist über einer breiten Bandfeder ein Schwinghebel befestigt, an dessen freiem Ende der pjezoelektrische Kopf der Mikroverstellungen mit der goniometrischen Einrichtung und Objekthalter sitzt.

Der besonders konstruierte Schwinghebeltrieb versetzt das Objekt in eine schwingungslose Pendelbewegung.

Der Schwinghebeltrieb besitzt ein Kurvengetriebe, das mit dem Steuerpult über eine Kontaktgruppe blockeiert ist, die die Geschwindigkeit der Schwinghebelbewegung ändern und den Vorschub einschalten kann.

Der Schwinghebel stellt einen stabilen Stahlstab dar, der über eine Feder elastisch mit der Grundplattensäule so verbunden ist, daß sein freies Ende in vertikaler Ebene einen Bogen beschreibt, ohne seitlichen Verschiebungen.

Am freien Schwinghebelende sitzt der Blockhalter für Mikroverstellungen mit dem Kontaktsitz. Der Halter gewährleistet Verstellung des Mikroverstellungsblocks in vertikaler Ebene und ist mit Hilfe des Kurventriebs starr befestigt.

Der pjezokeramische Block für Mikroverstellungen dient zum überfeinen Vorschub der Kapsel mit dem Objekt aufs Messer. Er besteht aus pjezokeramischen Scheiben, \varnothing 25 mm, Dicke 1 mm, die als eine Säule zusammengeklebt sind. An den äußeren Scheiben sind Pfropfen angeklebt; der eine — zum Befestigen am Schwinghebel, der zweite mit dem Kurventrieb — zum Befestigen der goniometrischen Einrichtung.

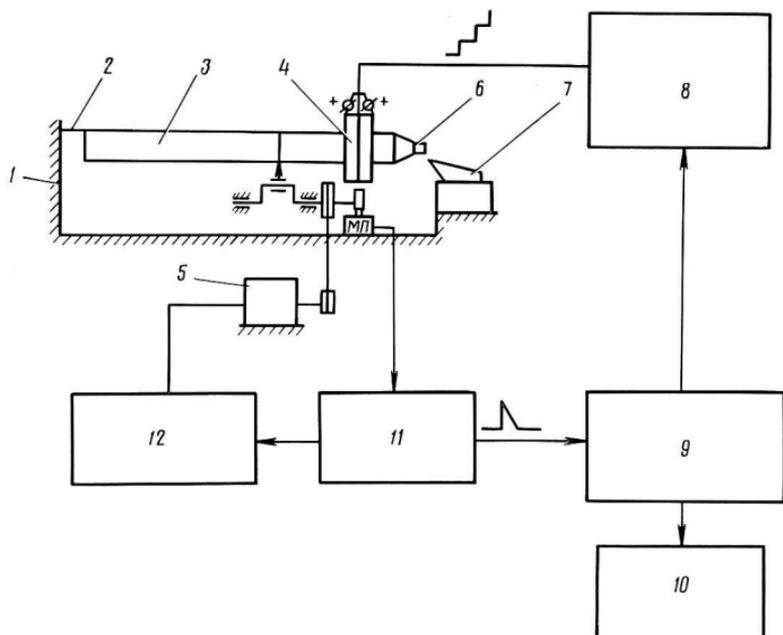


Bild 2. Getriebeplan des Geräts YMTT-2: 1 — Ständer; 2 — Bandfeder; 3 — Stab; 4 — piezoelektrischer Kopf; 5 — E-Motor; 6 — Patrone zum Befestigen des Objekts; 7 — Messer; 8 — Treppenspannungsformer; 9 — Umrechnungsblock auf Binarzellen; 10 — Schnittzähler; 11 — Steuersignalformer; 12 — Regelblock der Schnittgeschwindigkeit

Zur Verleihung mechanischer Festigkeit und Dichtheit ist der völlig zusammengebaute Block für Mikroverstellungen in einem Metallgehäuse untergebracht.

Die goniometrische Einrichtung dient zur Orientierung des Objekts im Raum während des Schnittvorgangs und stellt ein Segment dar, auf dessen Führungen sich der Patronenhalter mit dem Objekt bewegt. Der Krümmungshalbmesser der Führung ist so gewählt, das die Spitze der Objektpyramide sich im Drehpunkt befindet.

Der Objekthalter besteht aus zwei Hälften, die mit einer Schraube verschraubt sind. Die Patronen mit dem zentralen zylindrischen Sitz, Dmr. 5, 7 und 8 mm, gestatten die Befestigung von Blöcken, die in Kapseln ab Nr. 4 bis Nr. 10 geformt wurden.

Der Patronenschaft paßt wie zum Patronenhalter der goniometrischen Einrichtung, so auch zum Spannfutter-Halter, das am Werkzeugträger beim Schleifen des Blocks angebaut wird.

Der Werkzeugträger dient zur Befestigung des Messers und seiner zügigen Verschiebung zum Objekt.

Die Konstruktion erlaubt:

- Einstellungswinkel der hinteren Schnittkante des Messers bezüglich Vertikalebene im Bereich 0 ... 10 Winkelgraden zu ändern;
- das Messer in Vorschubsrichtung grob und fein zu verstellen (Längsvorschub);
- das Messer in Richtung zu bewegen, die senkrecht der Vorschubsrichtung des Objekts (Quervorschub); ist
- das Messer um die Vertikalachse zu drehen.

Um vom Schnittblock Schwingungen möglichst fernzuhalten, wird bei erhöhter Gebäudeschwingung eine besondere schwingungsdämpfende Unterlage verwendet, die auf einer stoßdämpfenden Unterlage aufgestellt wird.

Beobachtung des Schnittvorgangs, der Entfernung der Schnitte von der Lösungsoberfläche und ihre Beförderung aufs Netz, Vorbereitung der Kapsel mit dem Objekt und der Messerschneide, Zustellung des Messers zur Kapsel mit dem Objekt, Entfernung defekter Schnitte usw. werden mit Hilfe eines stereoskopischen Binokularmikroskops ausgeführt, mit fixierter Brennweite.

Das Mikroskop wird auf dem oberen Deckel des Schnittblocks aufgestellt, was sehr bequem ist wie bei unmittelbarer Arbeit am Ultramikrotom, so auch bei Vorbereitung der Kapsel mit dem Objekt für den Schnittvorgang.

Das Nachleuchten des Objekts wird durch eine Leuchtstoffröhre verwirklicht, die im Mikroskophalter eingebaut ist.

Damit beim Schnittvorgang der Kontakt mit dem Schnittblock minimal ist, sind alle Steuergriffe des Geräts in einem gesonderten Steuerblock vereinigt, der in der Tischplatte einmontiert ist.

Die Steuergriffe betätigend, die an der Vordertafel des Blocks angeordnet sind, können Schnittdicke oder Arbeitsgangart genau und schnell geändert werden.

Das Ultramikrotom ist zum Betrieb in Laborbedingungen bei relativer Feuchtigkeit 60...80% und Umgebungstemperatur $+20 \pm 15^\circ\text{C}$ vorgesehen.

Um stabilen Betrieb des Geräts zu gewährleisten, soll es nicht in der Nähe von Fenstern, Heizkörpern, Heizanlagen, Kühlschränken und anderen Wärme- oder Kältequellen aufgestellt werden, die den Arbeitsablauf beeinflussen können.

Alle Einzel- und Komplettierungsteile des Geräts sind aus erstklassigen Werkstoffen und elektronischen Elementen sowjetischer Herstellung gefertigt. Zusammenbau und Justierung der Geräte werden in speziell ausgerüsteten und dazu angepaßten Räumen unter Leitung hochqualifizierter Fachmänner ausgeführt.

A n m e r k u n g. Ersatzteile, die eventuell benötigt werden, können laut Ersatzteilkatalog gewählt und genügend kurzfristig lieferbar bestellt werden.

HAUPTDATEN

Größe der Mikrovorschübe, Å	50...100
Schnittfläche, mm^2	≤ 53
Schnittleistung, Schnitte	8...24
Schnittgeschwindigkeit (lineare), mm/s	1...12
Arbeitsschnttkraft, N	≥ 20
Höchste Schnittzahl pro Zyklus	256
Vertikalhub des Objekts, mm	13 + 3
Wert der Pjezostriktion, μm	≥ 25
Speisung des Geräts:	
Frequenz, Hz	50
Spannung, V	220
Leistungsaufnahme, W	≤ 180
Hauptausmaße, mm	1175 × 610 × 1050
Masse, kg	≤ 90

LIEFERSATZ

Ultramikrotom УМТП-2

Schnittblock УМТП-2

Tafel

Ersatzteil-, Werkzeug- und Zubehörsatz

Technische Beilagen, Satz



