

HL 12 25-26/5170
Cadarache

Paper

Communication N° 53

DISASSEMBLY AND SAMPLING
OF GRAPHITE BALL FUEL ELEMENTS

(H. Erfurth, F. Stockschräder, M. Ullrich)

Kernforschungsanlage Jülich, Germany

Kernforschungsanlage Jülich
Arbeitsgruppe
Institut für Reaktorphysik
Laboratorium für radioaktive Festkörper
Aachen, Charloisstr. 14

The present report arose from the work performed in the scope of the THTR - association contract involving Euratom - Brown Boveri/Krupp Reaktorbau GmbH - Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen e. V.

DISASSEMBLY AND SAMPLING OF GRAPHITE BALL FUEL ELEMENTS

(H. Erfurth, F. Stockschläder, M. Ullrich)

Abstract - Résumé

In the scope of the THTR postirradiation examination program, irradiated ball-type fuel elements must be examined and prepared for advanced experiments. This requires a controlled breaking-open of the graphite shell for taking samples of definite size and dimensions from the inner and outer parts of the fuel element.

In the present report are described two special pieces of equipment which have been developed and constructed for this purpose. They emphasize avoiding contamination of the neighbouring equipment of the box, and diminishing the inevitable cross-contamination of the surfaces of the samples themselves by means of a suitable ventilation procedure.

Dans le cadre du programme d'examen post-irradiatoire du projet THTR, des éléments de combustible du type boulet, doivent être examinés et aussi préparés pour d'autres essais. Ceci requièrent un dédoublage contrôlé de la coquille de graphite; pour prélèvement d'échantillons de grandeur et de dimensions bien déterminées de l'intérieur et de l'extérieur de l'élément combustible.

Dans le présent rapport sont décrits deux pièces d'équipements développés spécialement pour cet objectif.

Une ventilation spéciale permet d'éviter la contamination propre des échantillons par eux même.

A. Part of the fuel element development work performed by Kernforschungsanlage Jülich (KFA-Jülich) in support of the THTR-program is the post-irradiation examination of the various graphite ball fuel element types under consideration. These fuel elements will be irradiated both in test-reactors and in the AVR-reactor which is in an advanced stage of construction at the KFA Jülich, site.

These fuel elements consist of varying configurations of Th-UC₂ coated particles inclosed within a graphite shell of 6 cm outside diameter. This report discusses disassembly and sampling procedures used for the following three types:

- 1.) Hollow sphere - Fig. 1 (a)
- 2.) Homogeneous kernel - Fig. (b)
- 3.) Ring gap - Fig. 1 (c)

The irradiated fuel elements are brought to the hot cells either in loops or rigs from the Dido reactor, or in welded stainless steel cans from the AVR reactor. Each reactor uses a different transport cask.

The various containers are opened in the dismantling cell by means of a sabre saw or alternate devices.

After the balls have been removed, they are transferred to other cells to be prepared for metallographic, radiochemical, and physical examinations.

Their preparation involves both opening the ball to extract the coated particles and/or the kernel, and cutting and removing small samples from the various parts.

After the non-destructive examinations of the whole fuel element, are finished, such as weighing, measurement of dimensions, annealing test etc., the ball is cut apart. The kernel is removed and small samples of the shell, kernel, and individual coated particles are taken. The key equipment items for doing this are:

- 1.) Lathe machining device for ball fuel elements
- 2.) Graphite ball splitter

B. The lathe machining device is shown in Fig. 2, and has a dual purpose:

- a.) to cut a circumferential "V" - groove in the ball to assist in splitting
- b.) to core-drill samples from the outer graphite shell

The ball is grasped in a special machining device fastened between the head stock and tail stock in the bed of a small, table-sized, vertical lathe.

Power is transmitted during operation only by friction after the tail stock has been driven to the head stock by means of an electric motor.

During joining both parts of the lathe machining device, a hollow cylinder automatically is closed over the fuel element to avoid undesirable distribution of graphite dust in the box.

The graphite dust collected in the hollow cylinder is sucked off by a vacuum cleaner, thus largely avoiding dust contamination.

The machining operation consists of making three equatorial, 60° - "V"-grooves, 5mm deep in the surface of the ball.

The pattern is the same as one would use in slitting the skin of an orange in such a manner as to remove 8 equal segments of skin.

After cutting each V groove the position of the ball must be changed. Centre pins bring the ball in the right working position. Mainly for radiochemical examinations, cylindrical graphite samples must be drilled out of the shell of the ball. They are about 6 mm diameter and 12 - 15 mm long. In the design of the core-drill it was desired that the quantity of graphite dust be as small as possible. The ball is brought into the right position by means of three centre pins as described before. An air-flush is provided, as shown in Fig. 2, to avoid cross-contamination of the radiochemical samples as the core-drill is removed. This is done with compressed air which is blown through the hollow drill. The drilled-out cylindrical samples can easily be broken out of the shell by means of a simple tool as shown in picture .

C. The "V" grooved ball can then be taken to pieces by the ball splitter as follows:

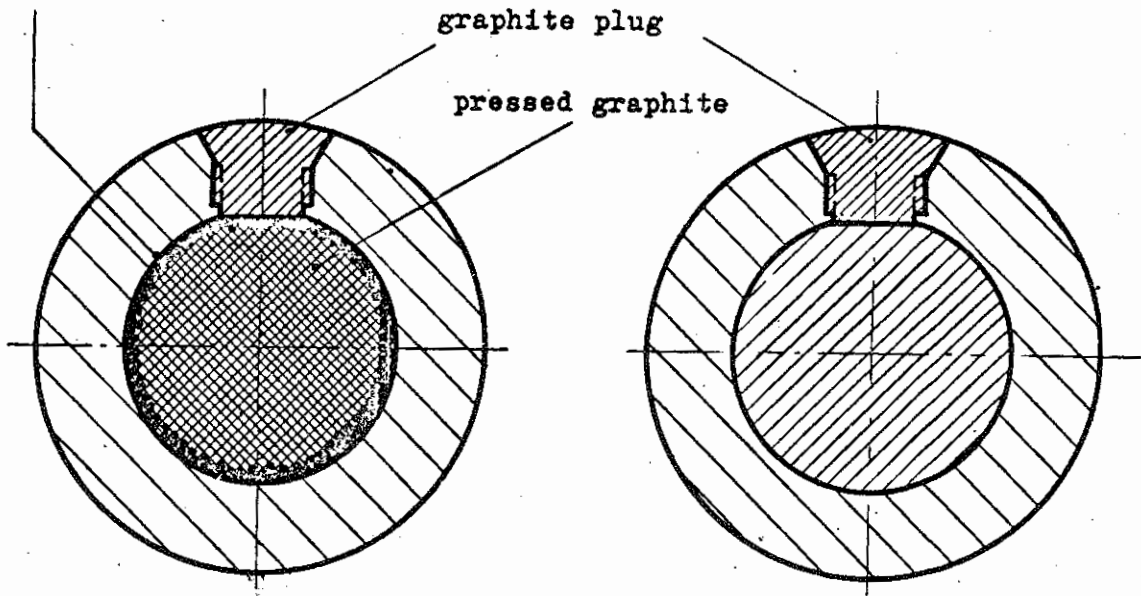
the graphite ball is put on the lower blade by means of the manipulator, so that the blade edge is in the V-groove. The ball cannot fall over, and only one manipulator is needed for this entire process. Then the upper blade is driven down by means of an electric motor.

After the ball is split into roughly-equal pieces, the upper blade can be shifted so that the halves can be divided again. (see picture) Limit switches stop the working lift, and protection plates retain the pieces.

The quantity of dust generated by this process is very little, and a vacuum cleaner easily removes what residue there is.

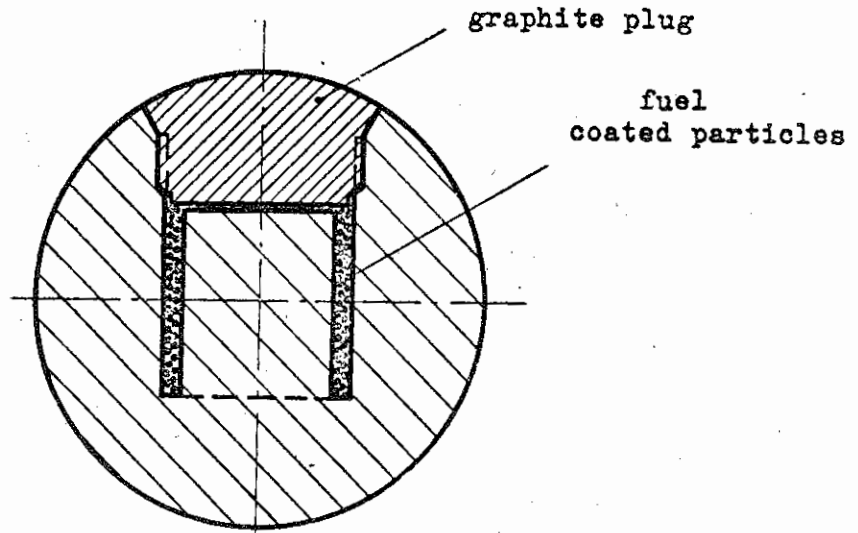
The segments can then be removed easily, and the coated particles freed either individually by a tweezer attachment for the slaves, or in clumps held together by matrix material.

fuel
(coated particles)



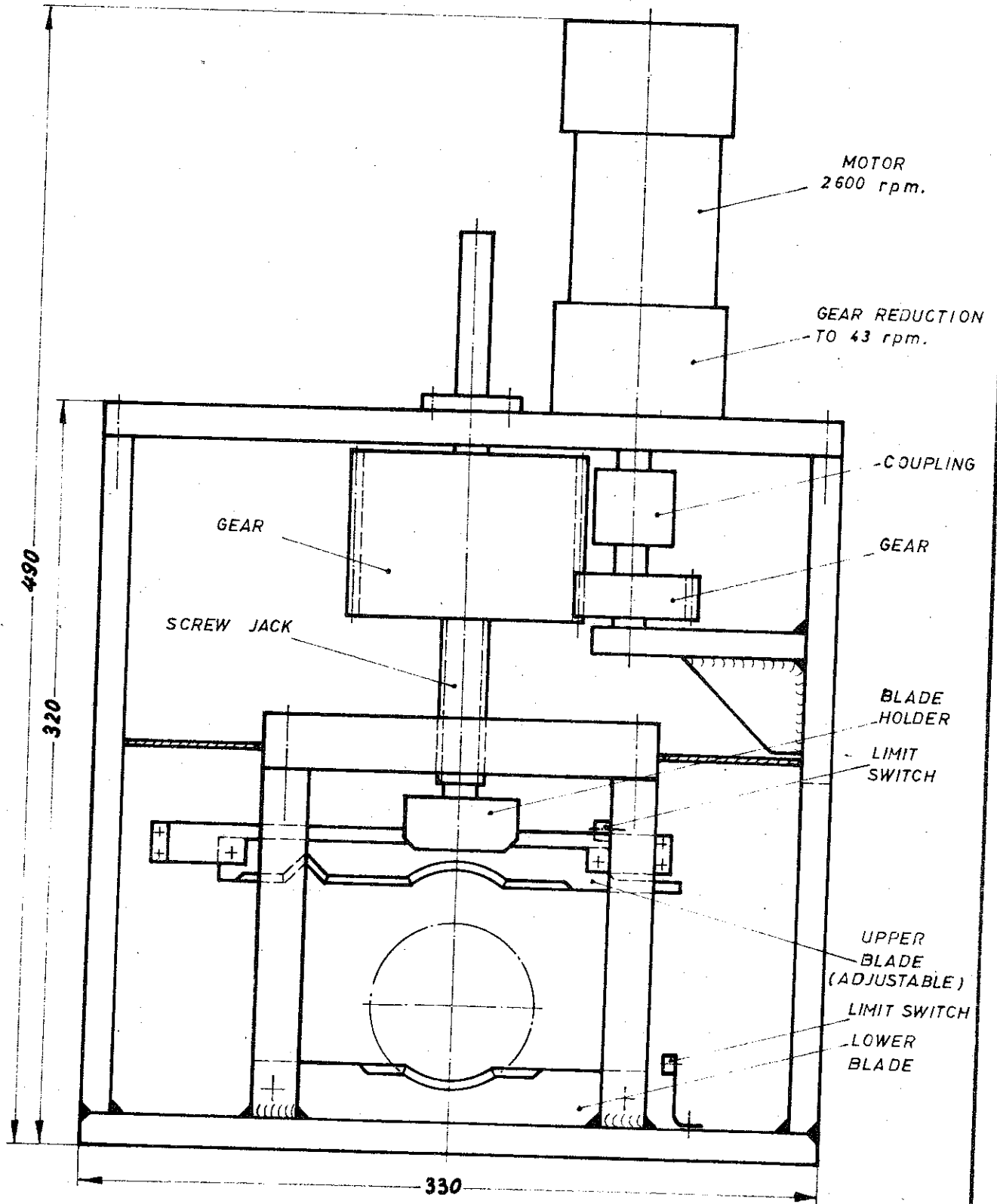
1 a hollow sphere element

1 b homogeneous kernel element

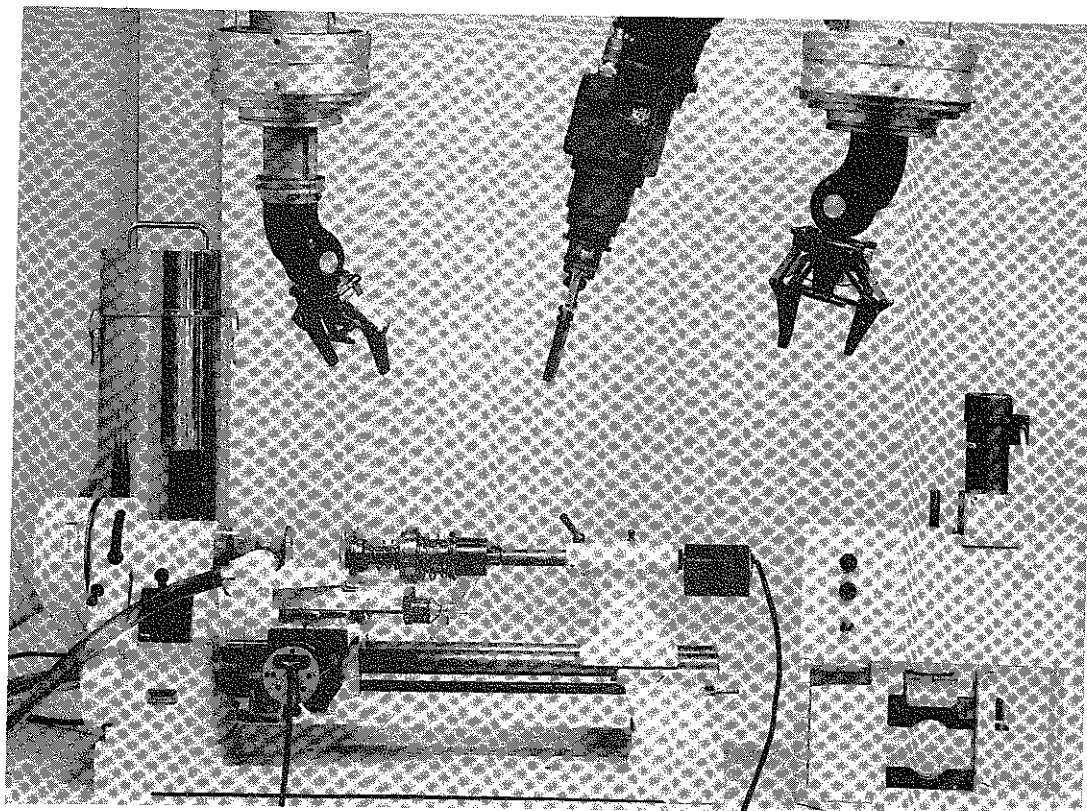


1 c ring gap element

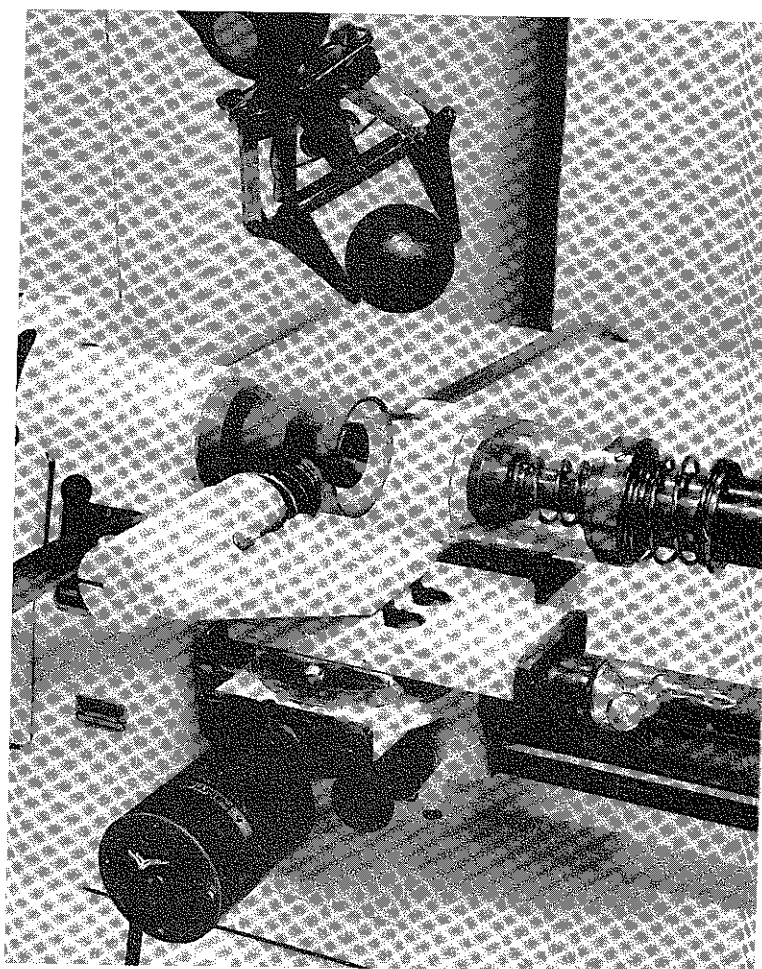
| Stückz. | Benennung | Abmessungen Halbzeug | Normblatt Nr. | Werkstoff | Lfd. Nr. | Teilzeichn. Nr. Bemerkungen | Modell Nr. |
|-------------------|-----------|---|--------------------|--|-------------|--------------------------------|--------------|
| Freimaßtoleranzen | | Tag Bearb. 12.10.64 Gepr. Norm. | Name M. Ullrich | DIFFERENT TYPES OF TEST FUEL ELEMENTS | | | Maßstab / |
| | | | | | | | |
| | | KFA Laboratorium für radioaktive Festkörper | | | | | |



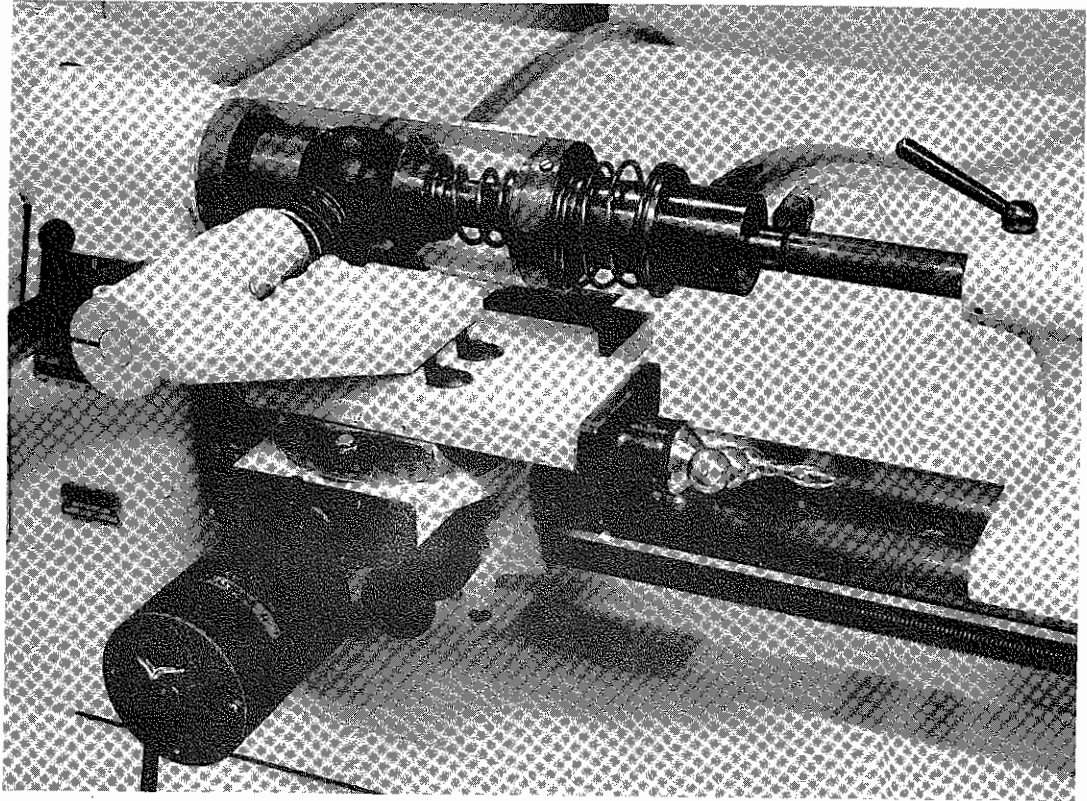
| Stückz | Benennung | Abmessungen Halbzeug | Normblatt Nr | Werkstoff | Lfd. Nr. | Teilzechn. Nr. | Bemerkungen | Modell Nr. |
|--------|-------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|-------------|--------------|
| | Freimaßtoleranzen | Tag Bearb Gepr Norm | Name 9.X.64 H. Erfurth | GRAPHITE - BALL - SPLITTER | | | | Maßstab / |
| | | | KFA | | | | | 3 |



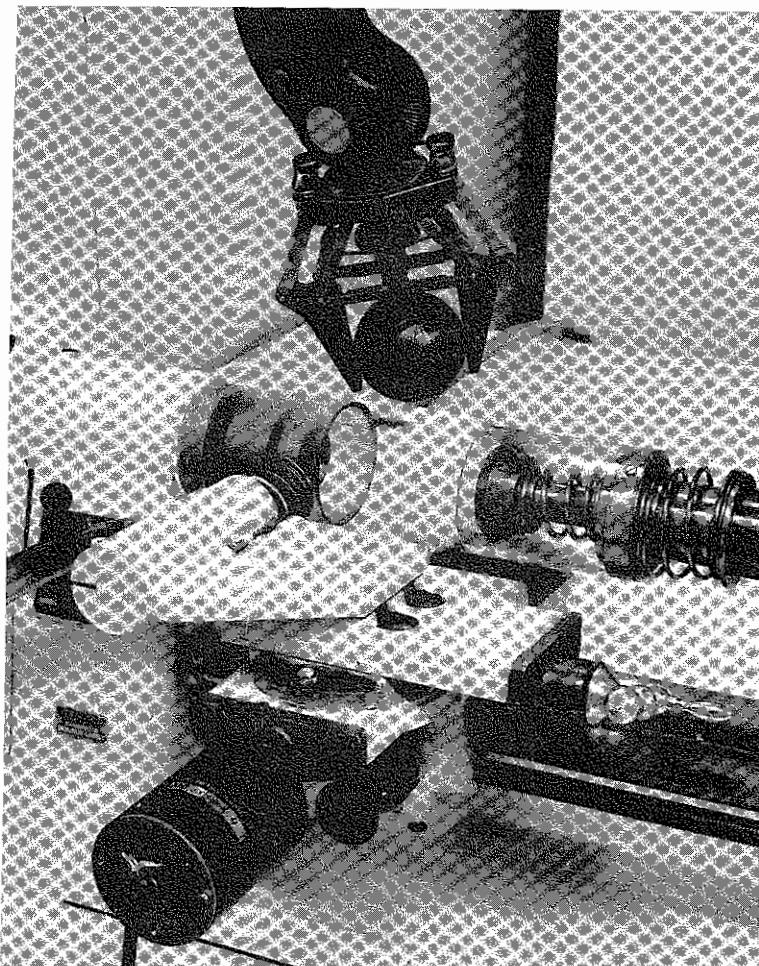
LEFT: LATHE-MACHINING-DEVICE
RIGHT: GRAPHITE-BALL-SPLITTER



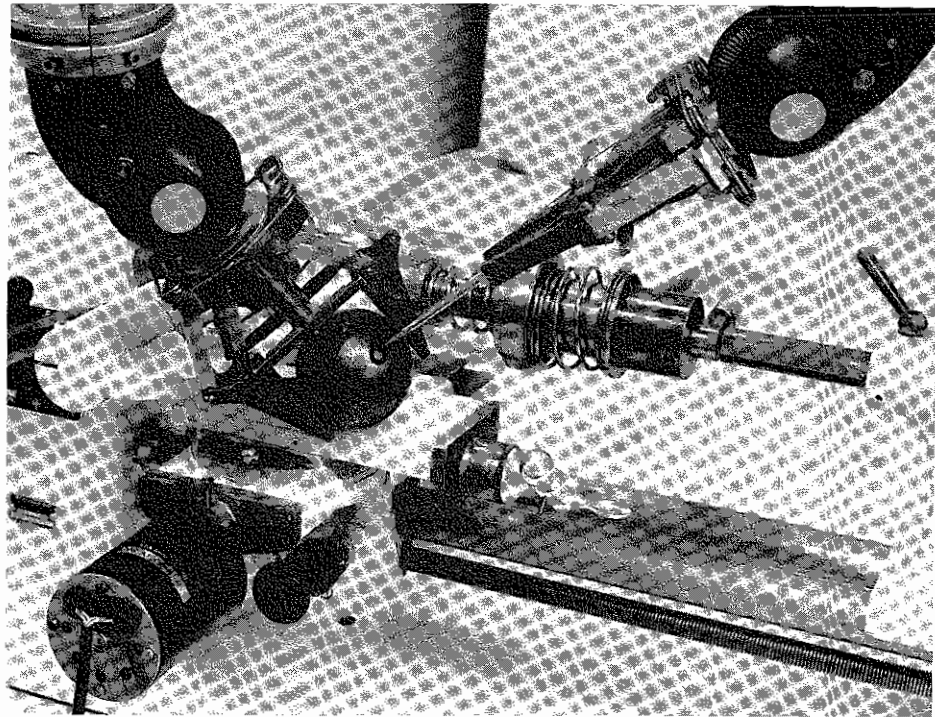
BALL IS PUT IN



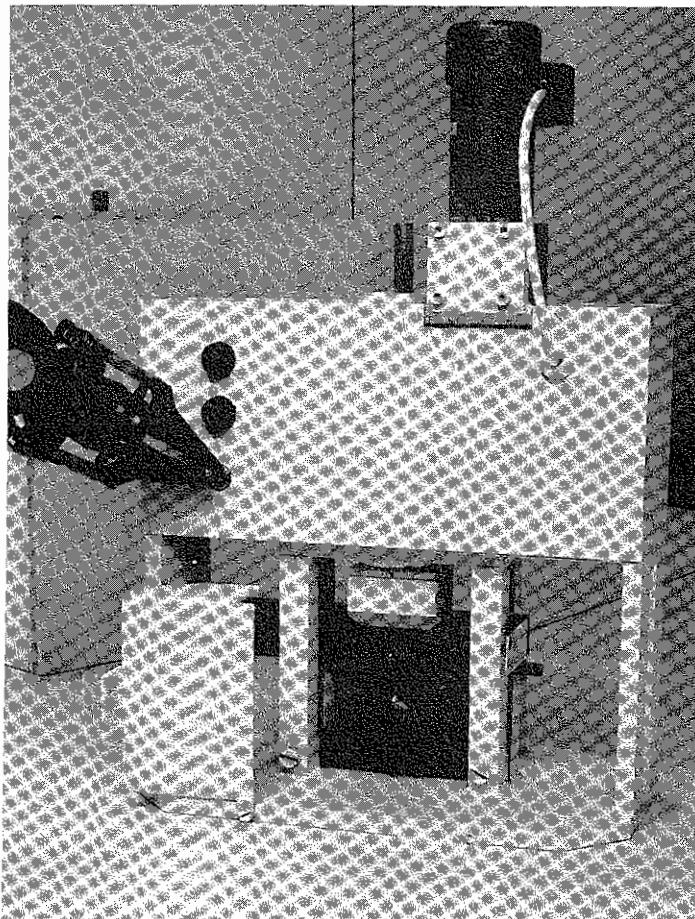
BALL HELD IN THE MACHINING-DEVICE



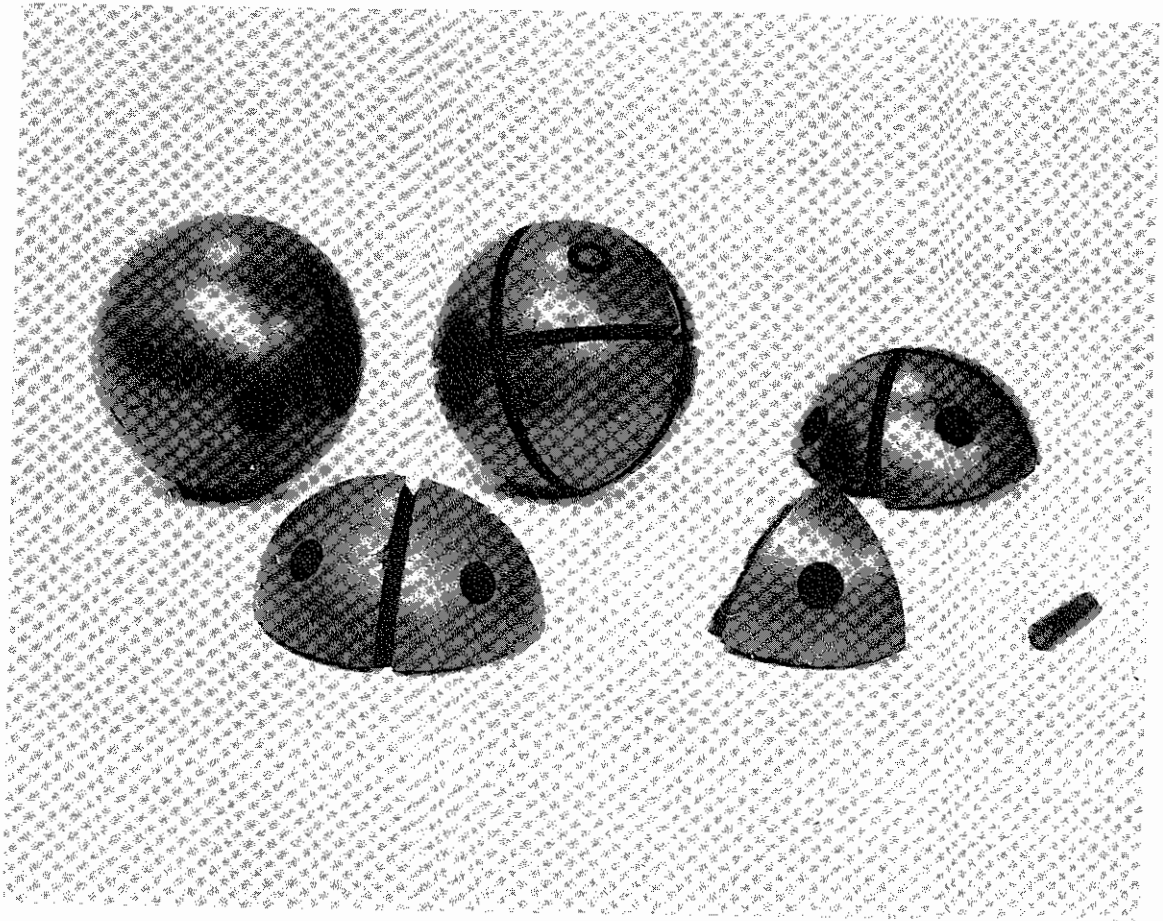
BALL AFTER BEING MACHINED



BREAKING OUT A CYLINDRICAL SAMPLE BY
MEANS OF TWEEZERS



MACHINED BALL BETWEEN THE BLADES OF THE
GRAPHITE-BALL-SPLITTER



DIFFERENT PARTS OF A SPLITTED BALL



Gerät zum Herstellen feinsten Probeteile durch Bohren und
Ultraschallmeißelung

Vorgenannte Vorrichtung dient in Verbindung mit Bohrmaschine und Ultraschallmeißelgerät sowie Projektor dazu, unter Berücksichtigung genauer Positionierung der metallurgischen Probe, Späne durch Bohren sowie Ultraschallmeißelung zu entnehmen.

Abmessungen und Leistung:

| | |
|----------------------|---|
| Länge | 1450 mm |
| Breite | 700 mm |
| Höhe | 1050 mm |
| Tischüberlauf links | 200 mm |
| Tischüberlauf rechts | 200-450 mm max. |
| Gewicht | ca. 280 kg |
| Feinbohrmaschine | 15.000-45.000 U/min. max. stufenlos regelbar |
| Ultraschallmeißel | Frequenz 22,0 kHz |
| Projektor | Maschinenprojektor mit Auflichtbeleuchtung |

Funktion:

Die auf dem Probeträgertisch positionierte Probe wird über die Optik des Mikroskopes mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm, bezogen auf XY-Achse koordinierte Mitte, eingestellt. Durch Einstellung auf diese Koordinatenmitte ist gewährleistet, daß beim Verschieben des Probeträgertisches dieser Punkt sowohl unter Mitte Bohrmaschine wie unter Mitte Ultraschallmeißelgerät kommt.

Aufbau:

Das Gerät besteht im wesentlichen aus einer Grundplatte die die Führung für den Probeträgerschlitten und die Halterung für die Bohrmaschine und das Ultraschallmeißelgerät sowie das Mikroskop aufnimmt. (Siehe Foto 1 Gesamtansicht)

Die Aufnahme für die drei letztgenannten Geräte sind unveränderlich fixiert. Da Ultraschallmeißelgerät und Feinbohrmaschine außer ihrer eigentlichen Funktion feste zylindrische Einheiten sind, beinhalten die beiden Aufnahmekörper folgende zusätzliche Funktionen:

- a) Kugelgelagerte Höhenverstellung, Hub 50 mm.
- b) Gelagerter Halter, über Zugfeder abgehängt, um Eigengewicht desselben sowie der Arbeitseinheit aufzunehmen.
- c) Gut zu bedienende Federkraftverstellung zum feinfühligem Dosieren und Auflagedrücke bei Ultraschallmeißel und Feinbohrer.
- d) Eine kombinierte, gut zugängliche Verstelleinrichtung gestattet es, getrennt die beiden Einheiten um ihren angegebenen Hub zu bewegen und in jeder Stellung über einen Exzenterhebel um 4 mm zu heben oder zu senken.

Der Probeträgerschlitten ist von der Optik aus gesehen, sowohl nach links unter das Ultraschallmeißelgerät, wie nach rechts unter die Bohrmaschine verschiebbar und wird dort durch Anschläge genauestens positioniert.

(Siehe Foto 2 - Gerät in Position Ultraschallmeißelung)

Der Schlitten selbst wird über E-Motor und Ritzel über Zahnstange verstellt. Auf dem Schlitten selbst befindet sich ein in der Höhe verstellbarer Kreuztisch. Die Grobeinstellung für die einzelnen Arbeitspositionen wird durch das Auslösen von Endschaltern bewerkstelligt. Die Höhenverstellung (Gesamthub 20 mm) des Kreuztisches wird über eine Hohlspindel vorgenommen. Auf der Hohlspindel befindet sich ein Schneckenrad, welches als Mutter zu der Spindel ausgebildet ist. Der Antrieb des Schneckenrades erfolgt über Schnecke durch einen Getriebemotor mit hoher Untersetzung. Projektierte Hubgeschwindigkeit: 8 mm/min. Die Hohlspindel selbst, welche den Kreuztisch trägt, wird in einen stabilen Zapfen geführt.

Die XY-Verstellung des Kreuztisches wird jeweils mittels Spindel durch einen Schrittmotor, 200 Schritte/Umdr. vorgenommen. Die Verstellung des Kreuztisches beträgt sowohl in der X- als auch der Y-Achse 20 mm; projektierte Verstellgeschwindigkeit ca. 1/100 mm/sec. Auf dem Kreuztisch baut sich ein Rundlauftisch auf, der die eigentliche Aufnahme trägt. Der Rundtisch selbst wird über Schneckenrad und Schnecke durch einen Getriebemotor mit hoher Untersetzung angetrieben; projektierte Umlaufgeschwindigkeit 0,5 U/Min. Die Probe selbst wird zwecks leichter Transportierbarkeit über Exzenter gespannt.

Vor Inbetriebnahme des Gerätes und u. U. auch nach Werkzeugwechsel ist die Mittenpositionierung aller drei Arbeitspositionen erneut zu justieren. Dies wird insbesondere beim Wechseln von Ultraschallmeißeln notwendig sein. Die Verstellbarkeit der Justage-Einrichtung ist größer ausgelegt.

als unter der Bohrmaschine. Die Verstellung der Anschläge wird wie folgt vorgenommen:

Nach Lösen der Exzenterstimmung ist das Aufnahmestück mit keilförmiger Aussparung für den Justierzapfen von der Anlegefläche am Schlitten frei. Mittels des exzentrisch gebohrten Zylinders mit Griff als Exzenterhebel kann durch Schwenken des Hebels nach links oder rechts die Justieraufnahme, verschoben werden. Nach Erreichung der genauen Position durch Betätigung der Exzenterwelle kann sie wieder an den Schlitten verspannt werden.

In die keilförmige Aussparung greift ein entsprechendes Paßstück, welches über ein Lager mit der Grundplatte verbunden ist. Durch Drehen des Hebels wird der Arretierbolzen in die keilförmige Aufnahme hineingeführt und bewerkstelligt, so die genaue Positionierung des Schlittens. Um eigenständig gleichen Anpreßdruck des Arretierbolzens zu gewährleisten, wird diese Kraft durch eine Feder ausgelöst, so daß über die grobe Manipulierbewegung nicht die Genauigkeit der Positionierung aufgehoben wird. Beim Betätigen des Hebels für den Arretierbolzen wird gleichzeitig ein Endschalter gedrückt, der den Motor für die Längsbewegung elektrisch verriegelt.

Die Arbeitseinstellungen der Bohrmaschine, des Ultraschallmeißels sowie des Projektors werden am jeweiligen Gerät selbst vorgenommen.

Die beim Bohren anfallenden Späne werden unmittelbar am Bohrer abgesaugt und in einer Patrone auf einem Filter niedergeschlagen. (Siehe Foto 3 - Gerät in Position Feinbohren)

als unter der Bohrmaschine. Die Verstellung der Anschläge wird wie folgt vorgenommen:

Nach Lösen der Exzenterstimmung ist das Aufnahmestück mit keilförmiger Aussparung für den Justierzapfen von der Anlegefläche am Schlitten frei. Mittels des exzentrisch gebohrten Zylinders mit Griff als Exzenterhebel kann durch Schwenken des Hebels nach links oder rechts die Justieraufnahme, verschoben werden. Nach Erreichung der genauen Position durch Betätigung der Exzenterwelle kann sie wieder an den Schlitten verspannt werden.

In die keilförmige Aussparung greift ein entsprechendes Paßstück, welches über ein Lager mit der Grundplatte verbunden ist. Durch Drehen des Hebels wird der Arretierbolzen in die keilförmige Aufnahme hineingeführt und bewerkstelligt, so die genaue Positionierung des Schlittens. Um eigenständig gleichen Anpreßdruck des Arretierbolzens zu gewährleisten, wird diese Kraft durch eine Feder ausgelöst, so daß über die grobe Manipulierungsbewegung nicht die Genauigkeit der Positionierung aufgehoben wird. Beim Betätigen des Hebels für den Arretierbolzen wird gleichzeitig ein Endschalter gedrückt, der den Motor für die Längsbewegung elektrisch verriegelt.

Die Arbeitseinstellungen der Bohrmaschine, des Ultraschallmeißels sowie des Projektors werden am jeweiligen Gerät selbst vorgenommen.

Die beim Bohren anfallenden Späne werden unmittelbar am Bohrer abgesaugt und in einer Patrone auf einem Filter niedergeschlagen. (Siehe Foto 3 - Gerät in Position Feinbohren)

Der Vakuumerzeuger ist in unserem Lieferumfang nicht vorgesehen. Die Patrone selbst läßt sich leicht mit dem Manipulator entfernen und die Späne stehen ohne Verlust zur Verfügung für eine Analyse.

Das Einspannen des Ultraschallmeißels und Bohrers geschieht ebenfalls mittels an der Maschine befindlichen Einspannvorrichtungen, die bequem mit dem Manipulator zu bedienen sind und außerdem ein genaues zentrisches Einspannen der Werkzeuge garantieren.

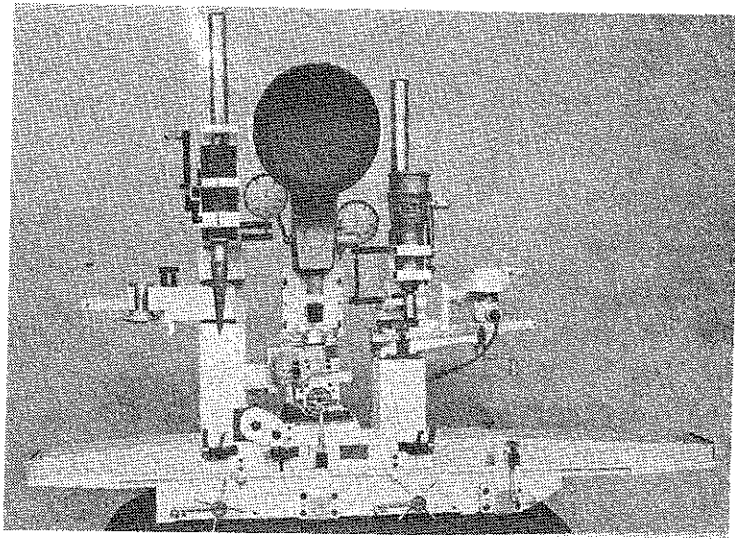


Foto 1

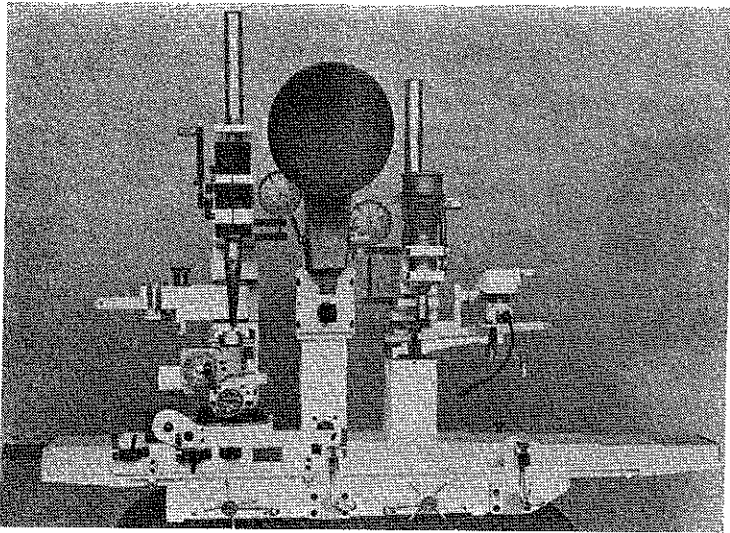


Foto 2

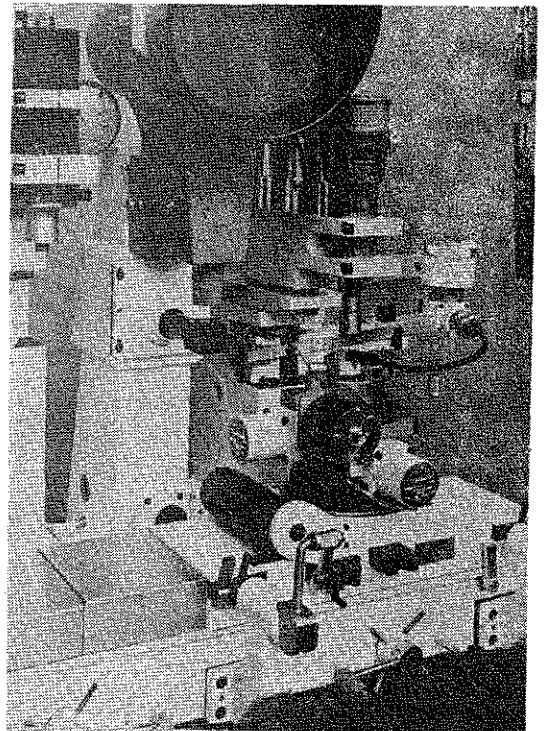


Foto 3