

Vysoká škola: **strojná a textilní v Liberci**

**fyziky**

Katedra:

Fakulta: **strojná**

Školní rok: **1964/65**

## DIPLOMNÍ ÚKOL

**Jaroslava Šedivá**

pro

obor

**konstrukce mechanismů a obráběcích strojů**

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomní úkol:

Název tématu: **Rekonstrukce geniometru TD-60**

Pokyny pro vypracování:

- 1) **Proveďte rekonstrukci některých částí tělesa geniometru**
- 2) **provedte rekonstrukci členkové soustavy**
- 3) **zkonstruuje pedležní desku geniometru**
- 4) " **pehennou skříňku**
- 5) **provedte dokumentaci geniometru**

**Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.**

**VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC JAROŠOVA 5**

V 115/65<sup>S</sup>

Rozsah grafických laboratorních prací:

laboratorních prací 40 hodin, grafických 200 hodin

Rozsah průvodní zprávy:

50 stran textu a 10 výkresů sestav

Seznam odborné literatury:

L. Sedemka :Rentgenová difraktografie pevných látek  
L. Sedemka Rentgenografické určování poruch ve struk-  
tuře pevných látek. Liberec září 1965

B. Šesták Pokroky fyziky pevných látek VI. Dislokace v krystalech  
NČSAV Praha 1961.

Vedoucí diplomní práce:

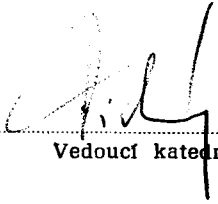
L. Sedemka prom.fyz.CSc

Konsultanti:

Datum zahájení diplomní práce: 25.7.1965

Datum odevzdání diplomní práce: 9.10.1965

L. S.

  
Vedoucí katedry

.....  
Děkan

v 25.7.1965, Liberec

dne

198

ÚVOD.

Technická praxe současnosti klade vysoké požadavky na vlastnosti materiálů a to nejen na vlastnosti mechanické, ale i elektrické, optické, magnetické a j. Většina vlastností látek je strukturně senzitivní, to znamená, že vlastnosti jsou převážně určovány poruchami struktury krystalů, které z celkového objemu krystalu zaujímají jen nepatrnou část a ne vlastnostmi dokonalé mřížky. Důkaz o tom podala v současné době již značně propracovaná teorie dislokací. Vznikla sice jako vysvětlení skluzových jevů v krystalech; při dalším výzkumu se ukázalo, že na dislokacích /což jsou speciální čarové poruchy mřížky/, na jejich hustotě a uspořádání, závisí nejen vlastnosti mechanické, ale i mnoho vlastností jiných. Znalost souvislosti mezi poruchami a fyzikálními vlastnostmi látek při získávání materiálů požadovaných parametrů je nezbytná; vyžaduje však znalost krystalické mříže až do atomové struktury. Studium poruch je dnes soustředěno především na zkoumání dislokací a jejich zviditelňování. Přímé metody zkoumání můžeme v podstatě rozdělit na destruktivní a nedestruktivní. Při destruktivních metodách určování dislokací leptáním nebo dekorační technikou dochází často ke znehodnocení krystalu, naproti tomu přímé nedestruktivní

metody mají tu přednost, že zkoumané krystaly nejsou porušeny a dají se dále použít. Proto jsou vhodné jak k určování dokonalosti monokrystalu /což je velmi důležité na př.v elektrotechnice/, tak i k určování poruch struktury. Velmi rozšířená je elektronová mikroskopie ; má však tu nevýhodu, že se v současné době pracuje již na mezi rozlišovacích schopností přístrojů a proto její širší použití, zvláště ke studiu velkých krystalů, není možné.

V poslední době se objevila řada difrakčních metod, které umožňují zkoumání a zobrazování dislokací na povrchu i uvnitř velkých krystalů. Nejdůležitější z nich je Langova rentgenová difrakční projekční topografie a Borrmanova topografie, ze kterých vznikla řada dalších variant ke zkoumání poruch uvnitř krystalů. Ke studiu povrchových poruch byly zpracovány další metody a to Bergem, Barretem a Newkirkem.

Nejrozšířenější z těchto metod je metoda Langova; vyžaduje však speciálních zařízení, kterým je rentgenový projekční topografický goniometr /zkratka RDT/nebo difraktometr , zkráceně topografický goniometr.

Existuje celá řada konstrukcí topografického goniometru, některé jednocelové, jiné pouze pro Langovu topografii přizpůsobené.

Jsou to na př. vedle původní Langovy konstrukce /1959/ konstrukce Miuskovova /1961/, Jenkinsova /1961-62/, Schwatkeho /1961-62/, Authie-Rimského /1963/ a Beckerova /1964/.

V ČSSR začal na konstrukci goniometru pracovat s. L. Sodomka C. sc. Jeho goniometr je v provozu již několik let, ovšem na jeho konstrukci se prováděla různá zlepšení. Úkolem mé diplomové práce byla rekonstrukce některých částí goniometru, především clonkové soustavy a návrh a konstrukce základní desky a pohonné skříně. Konstrukce goniometru TD 60 je určena požadavkem, aby toto zařízení nebylo jednoduše, ale aby se na něm daly realizovat různé RDT metody a navíc ještě hodnocení textur. Proto považuji za nutné uvést nejprve v teoretické části stručnou charakteristiku RDT metod a metod určování textur ze kterých zásady pro konstrukci vyplývají spolu se základem teorie difrakce rentgenova záření. V další části práce, ve které popisují jednotlivé funkční celky goniometru, jejich konstrukci a význam, jsem se řídila požadavkem, aby z popisu bylo možno získat ucelený obraz o celé konstrukci, obsluze a justáži přístroje. Výkresová část obsahuje celkovou sestavu goniometru, výkres rekonstruované clony, výkres konstrukce zákl. desky a skříně s pohonem goniometru. Seznam

výkresů je přiložen.

Pracovala jsem ve výzkumné laboratoři VŠST v Doubí pod vedením s.Sodomky. Jemu patří můj dík za obětavou pomoc a cenné rady při vypracovávání jednotlivých úkolů. Chtěla bych touto cestou poděkovat i ostatním pracovníkům laboratoře, kteří mi vždy ochotně poskytovali své zkušenosti.

PODSTATA DIFRAKCE RG.ZÁŘENÍ.

Historie rentgenových difrakčních metod začíná vlastně objevem rentgenova záření. Po důkazu difrakce, což byl vlastně důkaz vlnového charakteru záření, se stalo rentgenovo záření nejužívanějším při difrakčních metodách zviditelňování poruch krystalických látek. Rentgenovo záření má všechny vlastnosti pro tuto techniku důležité :

- 1/ Vlnový charakter a krátká vlnová délka, nehmotnost a přímočaré šíření
- 2/ Je různě pohlcováno hmotou, na atomech hmoty se rozptyluje a na pravidelné krystalické mřížce difraktuje.
- 3/ Způsobuje zčernání fotoemulze a luminiscenci některých látek
- 4/ Je emitováno jako charakteristické a spojitě spektrum.

Výklad mechanismu difrakce provedli poprvé otec a syn Braggové. Z představy o difrakci jako reflexi na systémech rovnoběžných rovin odvodili vztah mezi vlnovou délkou záření  $\lambda$ , difrakčním /Braggovým/ úhlem  $\theta$  a mezirovinovou vzdáleností  $d$ .

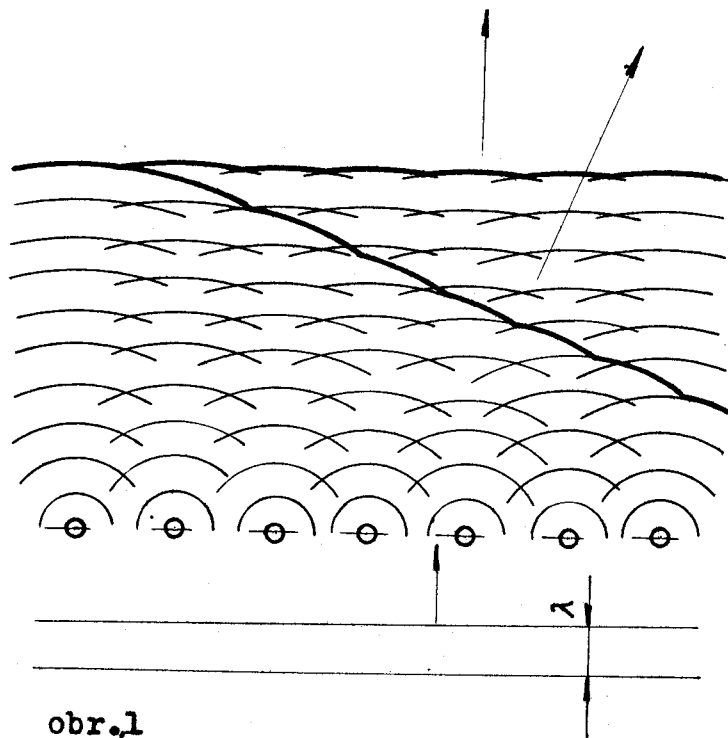
$$2 d \sin \theta = n \lambda$$

při čemž úhel mezi dopadajícím a difraktovaným zářením je  $2\theta$ .

Geometrie difrakce nezávisí na povaze užitého záření a je pro všechny difrakční jevy společná. Dopadá-li určitý druh záření na krystalovou strukturu pevné látky, stávají se jednotlivé body /atomy/ krystalické mříže podle Huygensova principu rozptylovými středy, okolo kterých se záření šíří v kulových vlnoplochách.

Dochází k interferenci vlnoploch vlivem pravidelného uspořádání krystalické mříže ; paprsky se zesilují pouze v určitých směrech, v ostatních se zeslabují, případně vyhasínají. Směry, ve kterých se záření zesiluje jsou určeny interferenční podmínkou  $\Delta = n\lambda$

čili dráhový rozdíl vlnoploch od jednotlivých rozptylových středů  $\Delta$  musí být roven celistvému násobku vln /  $n = 1, 2, 3, \dots$  /

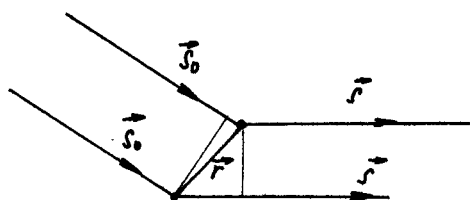


obr.1

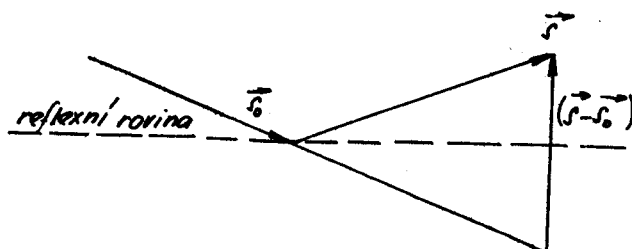


Vlnoplochá difraktovaného záření vznikne jako obálka vlnoploch, které vyhovují interferenční podmínce. Směr šíření difraktovaného paprsku je na ni kolmý.

Jestliže  $\lambda$  je vlnová délka záření, které pro jednoduchost dopadá na dva rozptylové body /jejich poloha je určena vektorem  $\vec{r}$ / ve směru jednotkového vektoru  $\vec{s}_0$ , a difraktuje se ve směru  $\vec{s}$ , pak dráhový rozdíl dopadající vlny je  $\vec{a}\vec{r}$ , dráhový rozdíl difraktované vlny  $\vec{s}\vec{r}$ . Celkový dráhový rozdíl  $\Delta = \vec{r}/\vec{s} - \vec{s}_0/$  a má-li nastat zesílení paprsku ve směru  $\vec{s}$  /konstruktivní interference/, pak musí platit 
$$\Delta = \vec{r}/\vec{s} - \vec{s}_0/ = n\lambda$$



obr.2

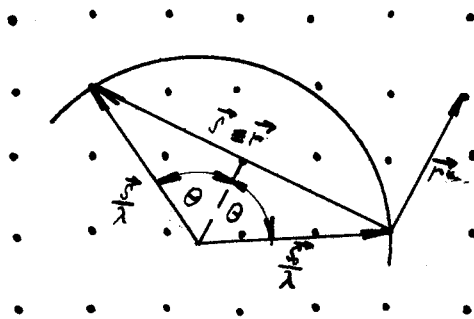


obr.3

Z obr.3 vyplývá, že difrakci skutečně můžeme považovat za odraz vlnění na reflexní rovině pod difrakčním úhlem  $\theta$ . Při tom reflexní rovina je kolmá k rozdílu vektorů

Z obecné difrakční podmínky se dá opět odvodit Braggova rovnice, která je základní rovnicí difrakčních metod. Aby došlo k difrakci, musí splňovat krystal difrakční podmínku - musí být v reflexní poloze.

Ewaldova konstrukce je interpretací difrakční podmínky v reciprokém mřížkovém prostoru. Z této konstrukce vyplývá, že určité mřížkové roviny jsou v reflexní poloze, jestliže příslušné body roviny leží v reciprokém prostoru na t.zv. reflexní kouli, určené počátkem reciprokého prostoru  $O^*$  a směrem a velikostí jednotkového vektoru  $\frac{\vec{s}}{\lambda}$ .



obr.4. Ewaldova konstrukce.

Z Ewaldovy konstrukce vyplývají 3 hlavní experimentální metody, jimiž lze splnit difrakční podmínky a to :

1/ metoda otáčivého krystalu, na který dopadá monochromatické záření.

2/ Laueho metoda ; na pevný krystal dopadá spojité záření

3/ metoda prášková /Debye-Schererova/

Z difrakčních metod nás budou zajímat především topografické metody, které lze realizovat na vyvíjeném goniometru TD 60 a metody sledování textur.

#### RENTGENOVÁ DIFRAKČNÍ TOPOGRAFIE /RDT/.

##### RDT METODY.

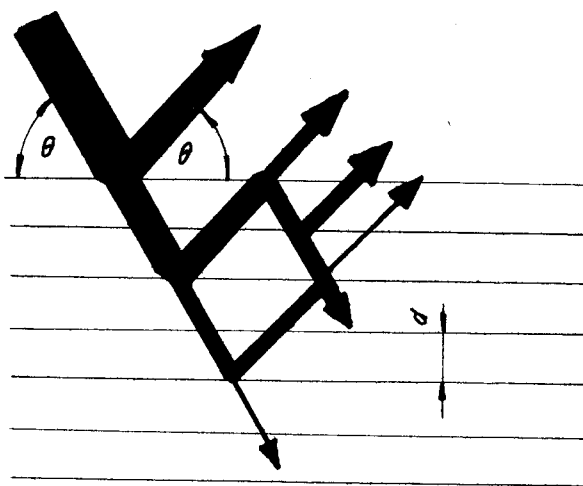
Rentgenová difrakční topografie byla definována R.A.Langem jako metoda a technika, která umožňuje bodové zobrazení rentgenograficko-krystalografických vlastností na povrchu nebo uvnitř krystalu rentgenografickými metodami do vhodného projekčního prostoru. /Jde na př.o lokální zakřivení mřížkových rovin, lokální změny mezirovinových vzdáleností nebo lokální změny reflexní mohutnosti krystalu/ Topogramem je pak zobrazení jedné nebo více poruch alespoň do dvourozměrného prostoru - projekční roviny. Projekční rovinou při používaných RDT metodách je většinou filmová deska. Používá se jednak spojitého, jednak monochromatického záření a RDT metody jsou založeny na lokálních změnách intenzity difraktovaného

záření, způsobených poruchami v krystalech.

Využívá se :

- 1/ zvýšení intenzity difraktovaného záření, způsobené snížením primární extince na poruchách
- 2/ snížení efektu anomální absorpce při průchodu záření krystalem v reflexní poloze.

ad 1/ Intenzita záření, procházejícího krystalem, se snižuje absorpcí, ale mnohem větší podíl na snížení intenzity difraktovaného záření má jev, nazývaný primární extince. Jeho podstata je znázorněna na obr.5.



obr.6

Záření, které dopadá na krystal pod Braggovým úhlem  $\theta$  se na každé rovině částečně odráží, částečně rovinou prochází. Po sudém počtu odrazů je paprsek záření právě v opačné fázi než primární záření. Zeslabení paprsku vznikne interferencí primárního záření a paprsku v opačné fázi.

V případě, že je v reflexní rovině porucha, nedojde k interferenci, to znamená, že dojde k lokálnímu zvýšení intenzity. Tohoto jevu využívá topografie Langova. Poruchy jsou zobrazeny vždy tmavými místy na světlém podkladě, který je zobrazením dokonalé části krystalu.

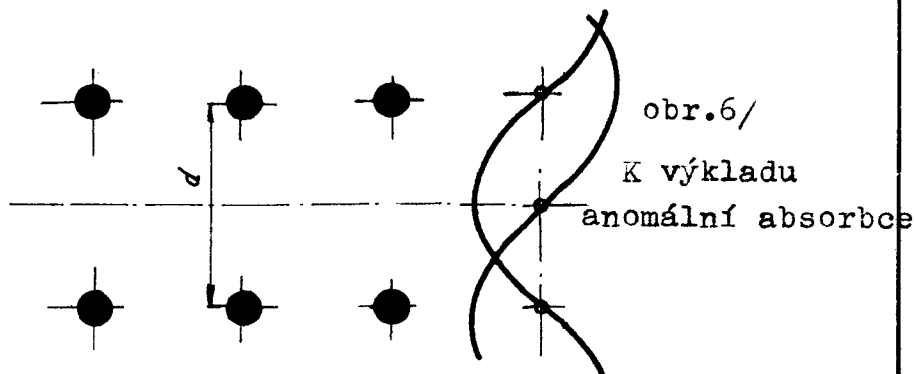
ad2/ Výklad anomální absorpce podal Max von Laue.

Zjednodušený výklad:

Dopadající a difraktované záření vytvoří v mřížkovém prostoru stojaté vlnění, které se svou periodicitou přizpůsobí periodicitě mřížky. Vytvoří se tak uzlové roviny rovnoběžné s rovinou reflexní, při čemž mezirovinové vzdálenosti jsou rovny vzdálenosti mřížkových rovin  $d$ . Mohou pak nastat dva případy:

a/ uzly vlnění leží v mřížkových rovinách; pak záření snadno prochází krystalem, je-li dokonalý

b/ uzly záření leží mezi mřížkovými rovinami a záření krystalem neprochází.

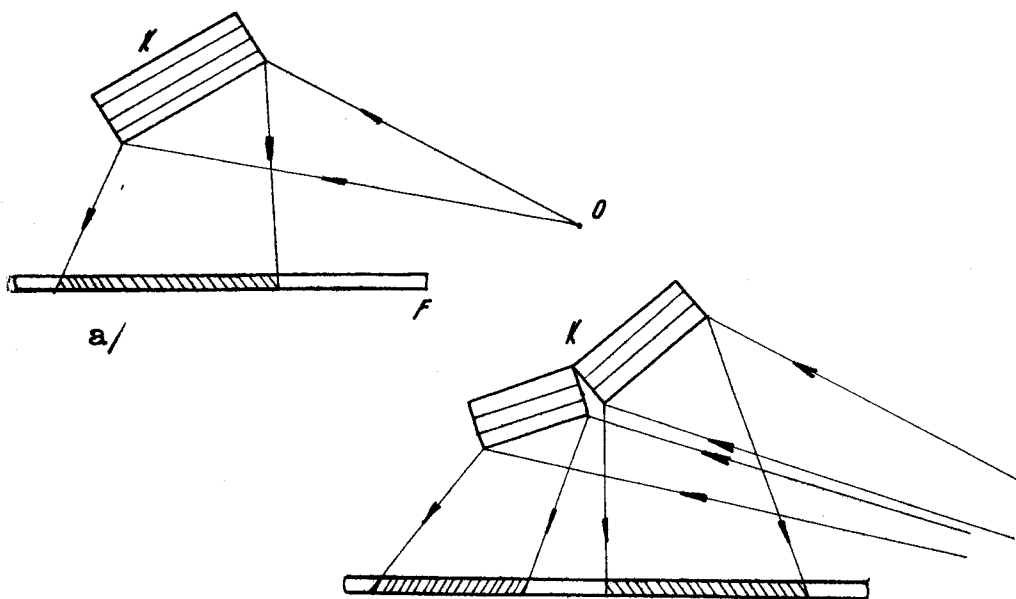


Po splnění Braggovy podmínky prochází záření krystalem ve směru reflexních rovin. Jsou-li

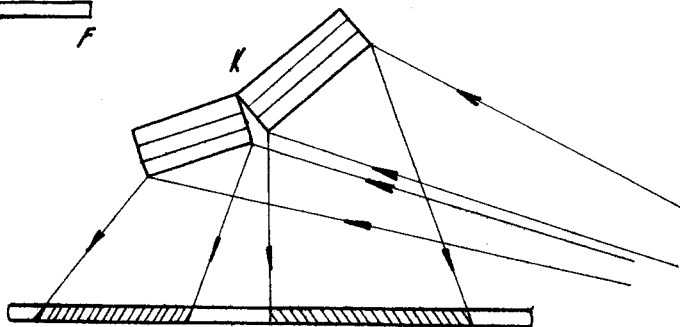
atomy vychýleny ze svých poloh, je záření více pohlcováno a proto se poruchy zobrazí jako světlá místa na tmavém podkladě, který je obrazem dokonalé části krystalu. Tohoto principu využívá topografie Borrmanova.

3/ Relativně velké plochy dovoluje zobrazovat metoda Schultzova, kde se využívá spojitého záření rentgenky s bodovým ohniskem.

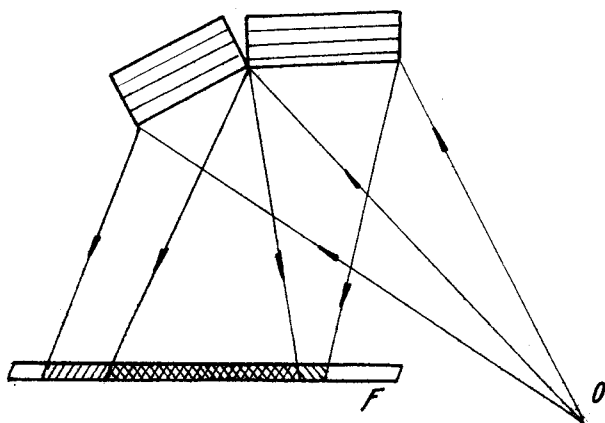
obr.7 a,b,c-princip Schultzovy metody.



a/



b/ Zobrazení konklávně uspořádaných bloků



c/ Zobrazení konvexně uspořádaných bloků

Metody se s výhodou používá pro určení orientace různých částí krystalu. Na různě orientovaných blocích difraktuje jiná vlnová délka spojitého záření tak, aby byla splněna Braggova podmínka. Protože intenzita záření závisí na vlnové délce, projeví se různě orientované části různým kontrastem na filmu.

### ROZDĚLENÍ RDT METOD.

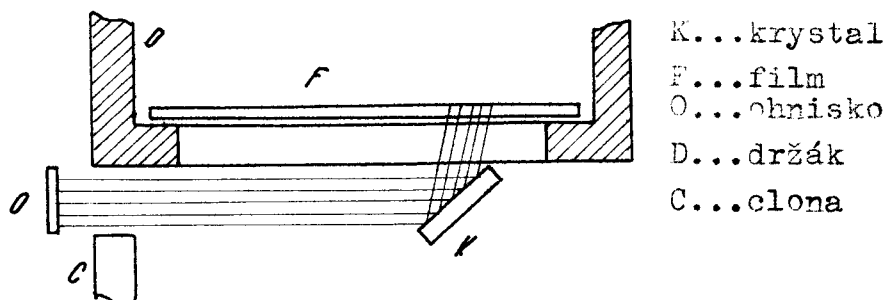
#### A/ RDT metody založené na primární extinci

lze rozdělit v podstatě na :

- 1/ metody na odraz
- 2/ metody na průchod

#### 1/RD topografie na odraz - Newkirkova

Princip této metody vyplývá z obr.8.

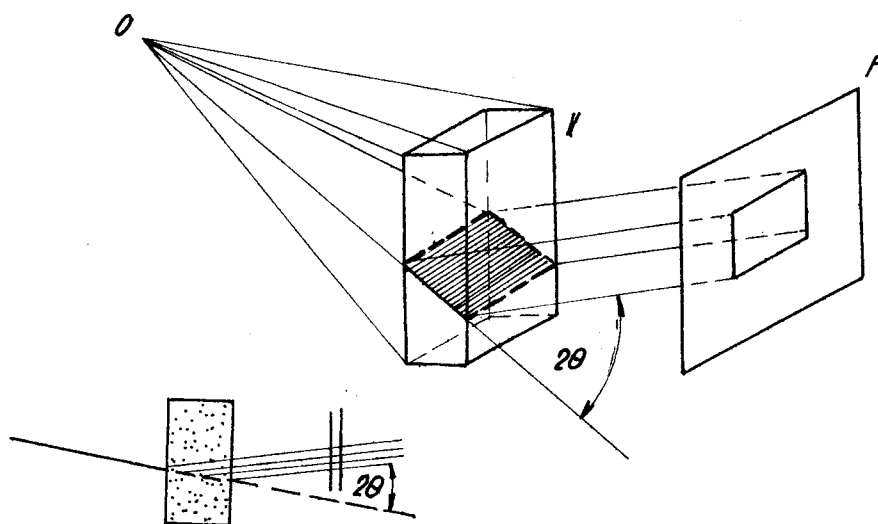


Metoda byla upravena Bergem - Barretem na vyšší rozlišovací schopnosti. Lze jí získat průběh dislokací na povrchu krystalu a do té hloubky pod povrchem, kam záření proniká.

#### 2/RDT metoda na průchod - Langova a její varianty.

Langova sekční a projekční topografie byla

velkým přínosem pro vývoj difrakčních metod. Princip sekční topografie je na obr.9 . Na krystal ve tvaru destičky s reflexními rovinami přibližně kolnými k povrchu dopadá tvrdé záření z bodového zdroje. Separaci dubletů  $K_{\alpha_1}$  a  $K_{\alpha_2}$  je možno provést vycloněním. Tímto způsobem lze zobrazit pouze část objemu krystalu. Topogram celého objemu bychom dostali postupným prováděním sekčních topogramů z různých míst krystalu.



obr.9

Zdokonalením je proto rozšíření sekční topografie na topografii projekční - obr.10. Opět je zde použito bodového zdroje a separace dubletů  $K_{\alpha_1}$  a  $K_{\alpha_2}$  se provádí vycloněním clonou umístěnou před krystalem. Paprsek prochází krystalem za kterým je umístěna další štěrbiná, která zachycuje všechno rozptýlené záření.



Záznam se provádí na filmovou desku.

1...primární záření

2...krystal

3...film

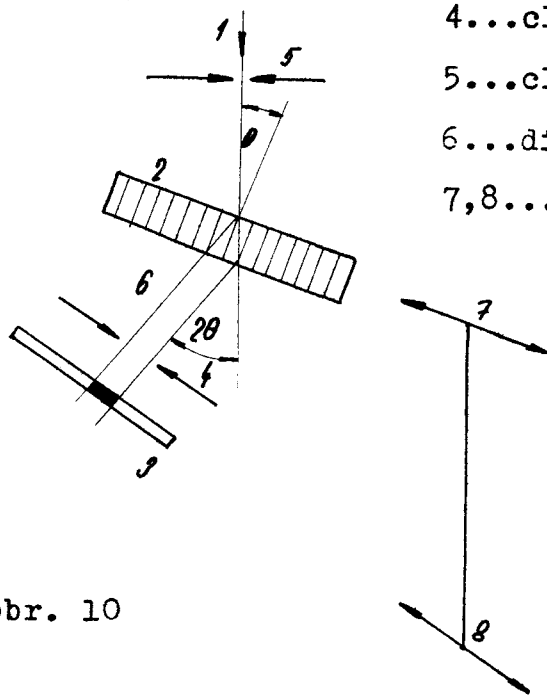
4...clona difr.zář.

5...clona prim.zář.

6...difr.zář.

7,8...posuv krystalu

a filmu

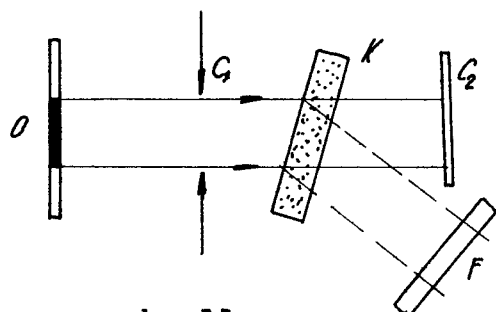


obr. 10

V jedné poloze se zobrazí na film jen určitá malá část krystalu, ovšem při současném posuvu krystalu zároveň s filmem se zobrazí postupně celý krystal. K realizaci této topografie je třeba zvláštního goniometru a lze jím snímat velké krystaly až do tloušťky  $t = 4 \text{ mm}$ .

Tloušťka krystalu  $t$  musí být taková, aby záření krystalem prošlo. Je-li  $\mu$  lineární absorpční faktor krystalu, pak tloušťka musí vyhovovat podmínce  $\mu \cdot t \leq 1$ , případně řádově jednotky.

Jak vyplývá z obr.10, zobrazí se na film také dva body povrchu krystalu. V případě silného porušení povrchu by nastalo velké zvýšení intenzity difraktovaného záření a tím i ke zčernání celého záznamu. Proto je nutno předem silně porušené vrstvy z povrchu odstranit. Projekční topografii je možno realizovat i bez pohybu krystalu a filmu, použije-li se rentgenka s čarovým ohniskem. Zobrazí se pak taková plocha krystalu jaká je délka čarového ohniska. /Yoshimatsu-Kohra/ Uspořádání této metody je na obr.11.



obr.11

Aby nedopadalo přílišné množství rozptýleného záření na krystal, je možno ozářit pouze omezenou plochu krystalu.

B/ Metody, založené na anomální absorpci.

Metody sekční a projekční topografie užívají tvrdého záření měděné, stříbrné nebo wolframové rentgenky. Naproti tomu metody založené na anomální absorpci vyžadují, aby záření bylo

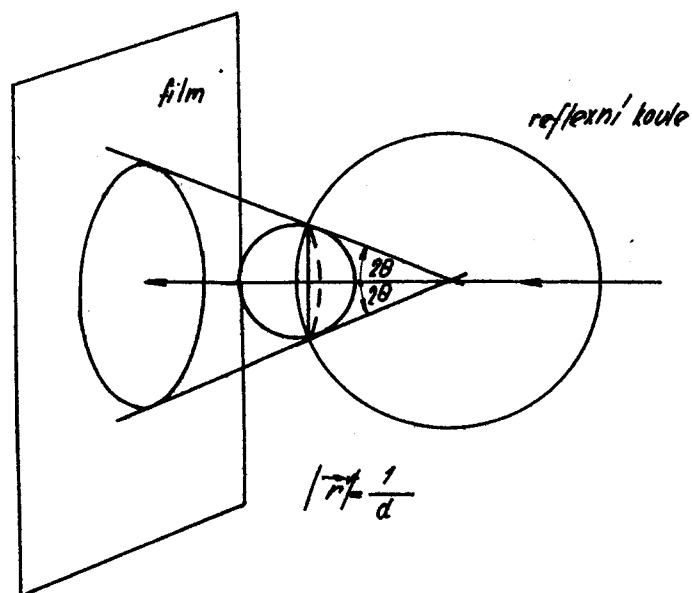
krystalem zcela pohlceno. Proto se užívá záření měkkého kobaltové, chromové, niklové a železné rentgenky. Tloušťka krystalu musí vyhovovat podmínce  $\mu t > 10$  kde  $\mu$  je lineární absorpční faktor krystalu. Úspořádání této metody je stejné jako u topografie Yoshimatu-Kohra při použití rentgenky s čarovým ohniskem, nebo jako u topografie Langovy při užití ohniska bodového. Protože metody, založené na anomální absorpci jsou citlivější než extinkční, lze jich použít při zviditelňování dislokací o nižší hustotě - do  $10^6$  až  $10^7/cm$ , zatím co extinkční metody lze použít až do určování hustoty dislokací  $10^6/cm$ .

#### PODSTATA RENTGENOGRAFICKÉHO ŘEŠENÍ TEXTUR.

Rentgenografické metody určování textur slouží ke kvalitativnímu a kvantitativnímu hodnocení textur a jsou aplikací rentgenografických metod na polykrystalickém materiálu.

Textury jsou polykrystalické látky s přednostní orientací. Tvoří přechod mezi monokrystalem a ideálně polykrystalickou látkou. Jsou charakterizovány stupněm orientace, který způsobuje, že textury jsou buď více nebo méně anizotropní. V technickém použití je anizotropie někdy výhodná, jindy je opět snaha ji potlačovat, podle toho, jakých vlastností je třeba u látky dosáhnout. V podstatě rozeznáváme textury vláknové

a rovinné ; vznik určité textury je ovlivněn zpracováním materiálu . Dnes jsou středem pozornosti textury nanášených vrstev, tak důležitých především v optice a slaboproudé elektrotechnice. Princip řešení textur vyplývá z Ewaldovy konstrukce /uvedena na str.8/. Zobrazením ideálně polykrystalického materiálu v recipročném prostoru jsou soustředné koule se středem na rovníku reflexní koule o poloměrech  $|\vec{r}_i| = \frac{1}{d_i}$ , kde  $d$  je mezirovinová vzdálenost. Každé mezirovinové vzdálenosti odpovídá jedna koule. Jde-li o ideálně polykrystalický materiál, je povrch těchto koulí rovnoměrně pokryt koncovými body vektorů  $\vec{r}$ . Průsečnicí těchto koulí s reflexní koulí je reflexní kružnice obr.12.

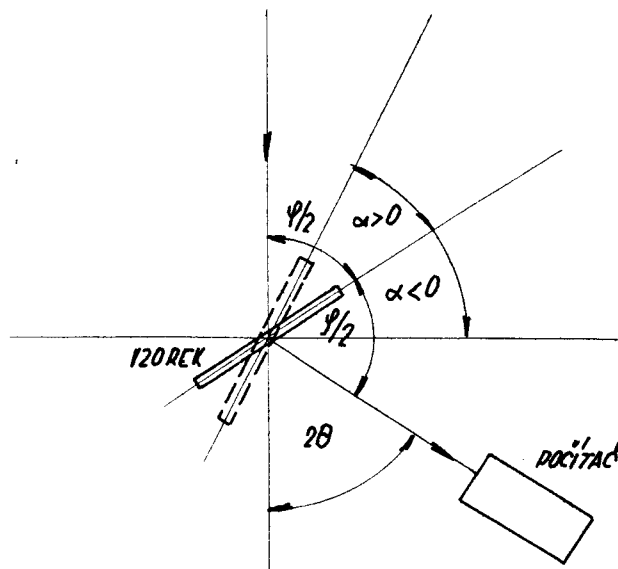


Obr.12

Spojnice bodů reflexní kružnice se středem určuje kužel difraktovaného záření. Na filmu

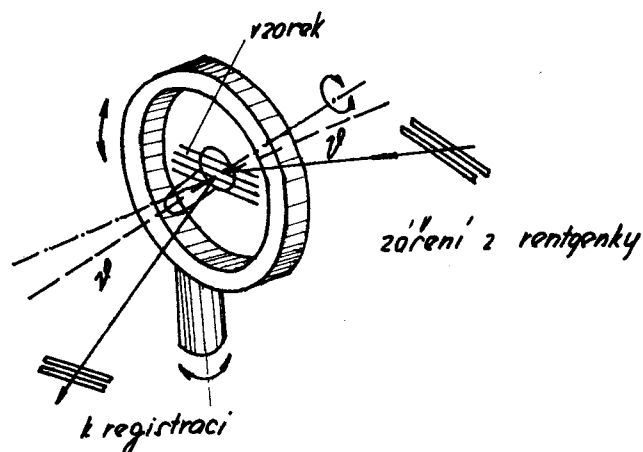
se objeví řada soustředných difrakčních kroužků. Má-li polykrystalický materiál texturu, povrch koulí v recipročním prostoru je pokryt koncovými body vektorů  $\vec{r}^*$  nerovnoměrně, což se projeví nerovnoměrným rozložením intenzity v difrakčních kroužcích - kroužky jsou nespojitě. Tak se ovšem získá jen obraz bodů na reflexní kružnici, čili jen obraz určité části vzorku. Chceme-li získat informace o rozložení bodů na kouli, tedy o rozložení krystalických směrů v textuře, je nutno, aby se na reflexní kružnici dostaly postupně všechny body koulí. Je to možné uskutečnit otáčením koule kolem dvou navzájem kolmých os ; v praxi to znamená otáčet studovaným vzorkem. Osy otáčení volíme obvykle ve směru význačných os vzorku, které jsou určeny jeho tvarem - válcovým, rovinným. K řešení textur na goniometru je tedy třeba : umístit vzorek do vhodného držáku, ve kterém je možno otáčet vzorkem kolem dvou navzájem kolmých os, nastavit vzorek do reflexní polohy a zaznamenávat průběžně intenzitu difraktovaného záření počítačem. Kromě toho musí goniometr umožňovat provádění integračních pohybů při zkoumání hrubozrnných materiálů , to znamená na př. pro rovinný vzorek pohyb v rovině vzorku. K získání celého pólového obrazce je třeba uskutečnit metodu na průchod i na odraz.

Při metodě na průchod se vzorek ve tvaru destičky umístí tak, aby jeho rovina ležela ve svislé ose goniometru a svírala s dopadajícím zářením úhel  $\frac{\pi - \theta}{2}$ , při čemž rameno s počítacem svírá s dopadajícím zářením úhel  $2\theta$ .



obr. 13

Vzorkem se otáčí kolem osy kolmé k jeho rovině. Po otočení o  $360^\circ$  se vzorkem pootočí o úhel  $\alpha$  a provede se opět záznam - obrázek 13. Tak se postupně získávají topografie určitých oblastí. Získat úlný pólový obrazec je možné pouze metodami na odraz. Nejpoužívanější je metoda Schultzova, při které se vzorek otáčí kolem 3 navzájem kolmých os neležících v jedné rovině. Tato metoda si vyžaduje speciální držák. Princip jeho konstrukce je na obr.14.



KONSTRUKCE TOPOGRAFICKÉHO A TEXTURNÍHO  
GONIOMETRU TD 60.

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY GONIOMETRU.

Konstrukční zásady goniometru vyplývají z požadavku jeho universálního použití k realizaci popsaných metod a hodnocení textur. Geometrické charakteristiky extinkčních metod a metod, založených na anomální absorpci jsou stejné. Stačí tedy k vystižení geometrických podmínek pro konstrukci goniometru provést rozbor charakteristických znaků extinkčních metod.

Newkirkova metoda na odraz vyžaduje : možnost nastavení vzorku do reflexní polohy a umístění filmu se strany dopadajícího záření. Aby bylo možno nastavit rovinný vzorek do reflexní polohy je třeba, aby se dalo držákem vzorku natáčet kolem dvou vzájemně kolmých os, ležících v rovině vzorku. Jedna osa je vždy osou goniometru.

U metody na průchod film je nutno umístit na opačné straně krystalu než je dopadající záření. Požadavky na umístění krystalu do reflexní polohy jsou stejné jako při předchozí metodě. Vzor-  
kem je však třeba natáčet ještě kolem osy kolmé k jeho rovině, aby bylo možno pro reflexi použít více mřížkových rovin. K vyclonění úzkého svazku dopadajícího a difraktovaného záření, což je nutné k přesnému nastavení krystalu do reflexní polohy a detekci, musí být goniometr vybaven clonami jak v primárním, tak difraktovaném paprsku. Projekční RDT metoda navíc vyžaduje vázaný synchronní pohyb krystalu a filmu. Bude-li konstrukce goniometru splňovat všechny tyto požadavky pak na něm lze realizovat popsané RDT metody i metody texturní difrakto-  
grafie a snímat profily reflexních křivek. Geometrické uspořádání ohnisko rentgenky - krystal - film značně ovlivňuje rozlišovací schopnost RDT metod, danou vztahem  $R = \frac{k}{s}$   
 $\frac{k}{b} = \frac{l}{a}$  .

b ...vzdálenost krystalu od zobrazovací roviny  
a ...vzdálenost roviny ohniska od reflexní  
roviny krystalu

s ...rozměr ohniska v horizontálním směru

Aby bylo možno dosáhnout určité rozlišovací schopnosti musí být vzdálenosti film - krystal, krystal - zdroj záření měnitelné.



Shrneme-li všechny tyto požadavky, můžeme vyjádřit zásady konstrukce goniometru v těchto bodech :

- 1/nastavení vzorku do reflexní polohy
- 2/nastavení registračního zařízení do směru difraktovaného záření
- 3/vyclonění primárního paprsku vertikálně i horizontálně, vyclonění difraktovaného paprsku
- 4/možnost změny vzdálenosti vzorek - zdroj záření a vzorek - film
- 5/otáčení vzorku kolem dvou os ležících v jeho rovině
- 6/otáčení vzorku kolem dvou os, ležících kolmo k jeho rovině
- 7/vázaný posuv vzorku s posuvem filmu bez znatelné změny reflexní polohy
- 8/nastavení filmu kolmo na difraktovaný paprsek
- 9/natáčení clony a štěrbin v omezeném úhlovém intervalu k dosažení maximální světlosti soustavy
- 10/možnost užití registračních zařízení různých rozměrů
- 11/nastavení nulové polohy goniometru

KONSTRUKCE GONIOMETRU TD 60.

Goniometr TD 60 je jedna z možností, jak splnit požadavky 1 ÷ 11. Schema konstrukce goniometru je na obr.14.

Na kruhové desce 1, otočně uložené na hřídeli, opatřené rytou stupnicí, se otáčejí dvě ramena 2-4. Na rameni 4 je umístěna nejdůležitější část goniometru, posuvný stolek 5 s držákem vzorku 15, kazeta s filmem 14 na otočném rameni 3. Na rameni 2 je clona difraktovaného záření 12, clona před registračním počítačem 11 a držák s počítačem 10. Posuv stolku je realizován pastorkem 8, který zabírá do ozubeného hřebene pevně spojeného se stolkem. Pastorek je poháněn šnekem 7 přes šnekové kolo 6, které je pevně uchyceno na hřídeli, jdoucím osou goniometru. Možnost kolmého nastavení filmu na difraktovaný paprsek umožňuje spojka 9, která dočasně spojuje rameno 2 s ramenem 3. Je současně ochranným vypínačem. Celý goniometr je uložen na otočném stole, složeném ze dvou desek, z nichž vrchní je otočná v rozsahu  $10^\circ$ . Goniometrem se dá po této desce posouvat vpřed nebo vzad v rozsahu 80 mm. Pohon goniometru obstarává pohonný agregát uložený ve zvláštní pohonné skřínce. Rychlost posuvu stolku lze regulovat pomocí sady výměnných ozubených kol převodové skříně, která je dalším přídatným zařízením goniometru. Pohonná

skříň je spojena s převodovkou a převodovka se šnekem goniometru kardanovými hřídeli. Směr posuvu stolku je přepínán pomocí relé, umístěného v pohonné skříni. Dále je goniometr vybaven dvěma držáky vzorků: standartním a planetovým pro Schultzovu difraktografii na odraz. Goniometr je možno rozložit na několik samostatných částí. 1/ Vlastní těleso goniometru

2/ Clonková soustava

3/ Držáky vzorků

4/ Podložní stůl

5/ Převodovka

6/ Pohonná skříň

Stavební charakter těchto částí umožňuje některé z nich z přístroje vypustit či nahradit jinými, nebo použít k jiným účelům.

V další části práce jsou podrobněji popsány jednotlivé celky goniometru především z funkčního hlediska. Podkladem pro popis jsou přiložené výkresy. Číslo příslušného výkresu je uvedeno vždy v textu.

#### Sestava tělesa goniometru.

Konstrukce jednotlivých funkčních prvků je zachycena na výkrese č.00-TD 60-100.

Kruhová základní deska č.1 je přišroubována ke třem nohám se stavěcími šrouby 4, kterými lze nastavit výšku optické osy goniometru a její sklon.

Fixace stavěcích šroubů se provádí šrouby 3.

Ve středu základní desky je upevněn vrtaný čep, kterým prochází hřídel pastorku. Na čepu je otočně uložen kotouč 11 s rytou stupnicí po obvodu a dvě ramena 13 a 14. K nastavení úhlu vzorku a počítače jsou obě ramena opatřena noniem a šroubovým zařízením k nastavení úhlu s přesností  $10''$ . /Výpočet nonia uvedu v závěru./

Aby bylo možno přesně nastavit nulovou polohu kotouče 11 a zjistit polohu roviny filmu, je základní deska také opatřena noniem. Lze tedy pomocí stupnice kotouče 11 nastavovat krystal do reflexní polohy, počítač do směru difraktovaného záření, kotouč do nulové polohy a rovinu filmu pomocí spínače 40 kolmo na difraktované záření. Kazeta 39 s filmem /podrobně zakreslena na výkrese č.03-TD60-139/ se zasouvá do rybniny otočného ramene 37. Pod základní deskou je umístěno šnekové kolo 42 na hřídeli pastorku a šnek 41. Šnek je možno vyřadit ze záběru pootočením a zajistit jej v této poloze záchytkou 45. Do záběru je šnek tlačěn pružinou. Šnek je poháněn motorem přes převodovou skříň a nebo jím lze otáčet ručně klíčkou.

Další důležitou částí tělesa goniometru je olověný kryt 10 /výkres č.02-TD 60-110/, který zabraňuje rozptylu záření před dopadem na krystal. Rameno 14 nese konsolu se clonou difraktovaného záření, clonou před počítačem a držák počítače.

Držák počítače je výsuvný ve vertikálním směru a otočný kolem své svislé osy. Slouží k citlivému nastavení počítačů různých rozměrů ; jeho poloha se fixuje šroubem 33. S ramenem 13 je spojen posuvný stolek s držákem vzorku. Konstrukce stolku umožňuje tři pohyby držáku : otočný kolem svislé osy goniometru, posuvný ve směru primárního záření a posuvný pohyb v horizontálním směru kolmo na primární záření. Smysl posledního ze jmenovaných pohybů se mění pomocí jednoduchého a spolehlivého elektromechanického přepínání. Krajiní polohy stolku lze nastavit posuvnými kontakty 43 a to měřitelně vzhledem ke stupnicí. V krajiní poloze stolku spínače uvedou do činnosti relé, které změni smysl otáčení motoru.

#### Výpočet nonia .

Při výpočtu nonia jsem se řídila požadovanou přesností čtení v rozmezí  $5'' + 10''$  se čtením v desetínách a setínách stupně. Rozměr nonia byl omezen maximální a minimální délkou. Maximální délku určuje rozměr ramene na ryté stupnici kotouče, t.j. 30 mm na poloměru 155 mm. Minimální délka nonia musela být taková, aby při vypočteném dělení nebyla ovlivněna přesnost čtení. Převod desetín a setín stupně na úhlové minuty a vteřiny je na následující straně v tabulce.

Tabulka převodu úhlových minut na desetiny  
a setiny stupně

POČET ÚHL. MINUT	V DESETINÁCH A SETINÁCH STUPNĚ	POČET ÚHL. MINUT	V DESETINÁCH A SETINÁCH STUPNĚ	POČET ÚHL. MINUT	V DESETINÁCH A SETINÁCH STUPNĚ
1	0,0166	21	0,3500	41	0,6833
2	0,0333	22	0,3666	42	0,7000
3	0,0500	23	0,3833	43	0,7166
4	0,0666	24	0,4000	44	0,7333
5	0,0833	25	0,4166	45	0,7500
6	0,1000	26	0,4333	46	0,7666
7	0,1166	27	0,4500	47	0,7833
8	0,1333	28	0,4666	48	0,8000
9	0,1500	29	0,4833	49	0,8166
10	0,1666	30	0,5000	50	0,8333
11	0,1833	31	0,5166	51	0,8500
12	0,2000	32	0,5333	52	0,8666
13	0,2166	33	0,5500	53	0,8833
14	0,2333	34	0,5666	54	0,9000
15	0,2500	35	0,5833	55	0,9166
16	0,2666	36	0,6000	56	0,9333
17	0,2833	37	0,6166	57	0,9500
18	0,3000	38	0,6333	58	0,9666
19	0,3166	39	0,6500	59	0,9833
20	0,3333	40	0,6666	60	1,000

Tabulka převodu úhlových vteřin na desetiny  
a setiny stupně

POČET ÚHL. VTEŘIN	V DESETINÁCH A SETINÁCH STUP.	POČET ÚHL. VTEŘIN	V DESETINÁCH A SETINÁCH STUPNĚ	POČET ÚHL. VTEŘIN	V DESETINÁCH A SETINÁCH STUPNĚ
1	0,000277	21	0,00583	41	0,0113
2	0,000555	22	0,0061	42	0,0116
3	0,000833	23	0,0063	43	0,0119
4	0,0011	24	0,0067	44	0,0122
5	0,0013	25	0,0069	45	0,0125
6	0,00166	26	0,0072	46	0,0127
7	0,00194	27	0,0075	47	0,0130
8	0,00222	28	0,0077	48	0,0133
9	0,0025	29	0,00805	49	0,0136
10	0,00277	30	0,0083	50	0,0138
11	0,00305	31	0,0086	51	0,0141
12	0,00333	32	0,0088	52	0,0144
13	0,0036	33	0,0091	53	0,0147
14	0,00388	34	0,0093	54	0,0150
15	0,00416	35	0,0096	55	0,0152
16	0,0044	36	0,00995	56	0,0155
17	0,00472	37	0,0102	57	0,0158
18	0,005	38	0,0105	58	0,0161
19	0,00527	39	0,0108	59	0,0164
20	0,0055	40	0,0111	60	0,0166

Tabulka převodu desetín a setín úhlového stupně  
na úhlové minuty a vteřiny

POČET DESETIN, STUPNĚ	POČET ÚHLOVÝCH MINUT	POČET ÚHLOVÝCH VTEŘIN	POČET SETIN, STUPNĚ	POČET ÚHLOVÝCH MINUT	POČET ÚHLOVÝCH VTEŘIN
1	6	360	1	0,6	36
2	12	720	2	1,2	72
3	18	1080	3	1,8	108
4	24	1440	4	2,4	144
5	30	1800	5	3	180
6	36	2160	6	3,6	216
7	42	2520	7	4,2	252
8	48	2880	8	4,8	288
9	54	3240	9	5,4	324
10	60	3600	10	6	360



Při požadované přesnosti čtení 5" až 10" to znamená 0,0013 až 0,00277 / z tabulky / je z hlediska výše uvedených požadavků neoptimálnější přesnost čtení na noniu 0,0025 , t.j. 9".  
Při výpočtu stupnice nonia platí :

$$\frac{s - s_1}{s} = \frac{1}{n} = p$$

s... počet dílků základní  
stupnice

s1 ...délka nonia v počtu  
dílků stupnice

n ... počet dílků nonia

p ... přesnost čtení

Je-li rozměr základní stupnice 10 , což je při daném dělení na stupnici kotouče 40 dílků pak

$$\begin{aligned} \frac{40 - s_1}{40} &= 0,0025 \\ s_1 &= 39,9 \\ \underline{\underline{n}} &= 40 \end{aligned}$$

#### Clonková soustava.

Clonkovou soustavu tvoří trojice clonek: clona primárního záření 6 , clona difraktovaného záření 25 a clona počítače 34. Jejich umístění je patrné z výkresu č.00-TD 60-100.

Clona 6/detailní výkres č.02-TD 60-106/ vymezuje primární záření a je umístěna na pevném držáku ochranného krytu. Clonkou je možno posouvat ve směru difraktovaného záření v rozsahu 35 mm a v dané poloze upevnit šroubem 8 /na sestavě/, dále je možno jí natáčet kolem svislé osy v rozsahu 10°, natočení přibližně odečíst na stupnici a polohu zajistit šroubem 9. Měřitelný posuv kolmo

na difraktované záření je umožněn stavěcím šroubem 7. Clona má výměnné štěrby, jejichž čelisti jsou regulovatelné v rozmezí 0-1 mm. Clona 25 je umístěna na pevné konsoli ramene 14 /výkres č.04-TD 60-125/. Tato clona je proti původní celá změněna, proto je přiložen ještě výkres s detaily /v.č.02-TD 60-300 - 339/. Clonou lze v horizontálním vedení ramene konsoly posouvat v délce 30 mm. Poloha vzhledem ke konsoli se fixuje vroubkovanou maticí 6. Vedení ve výřezu konsoly obstarává vodící kámen 26. Šroubem 29 lze natáčet clonu kolem vertikální osy, šroubem 28 kolem osy horizontální. Posuv clony kolmo na difraktované záření umožňuje šroub 30. Štěrba clony je tvořena dvěma 2 mm silnými olověnými destičkami připevněnými na nosných plíščích. Šířku štěrby lze měřitelně měnit pomocí šroubu 27 s pravo a levotočivým závitem. Správné nastavení clony 6 a 25 umožňuje průchod záření s maximální světelností.

Clona 34 /v.č.02-TD 60-134 /, umístěná před počítačem, slouží k vyclonění difraktovaného záření. Šířka štěrby této clony je opět stavitelná a to šroubem 35 a dá se jí posouvat kolmo na difraktované záření. Je tak možno ovlivnit přesné nastavení reflexní polohy zkoumaného krystalu a citlivost počítače.

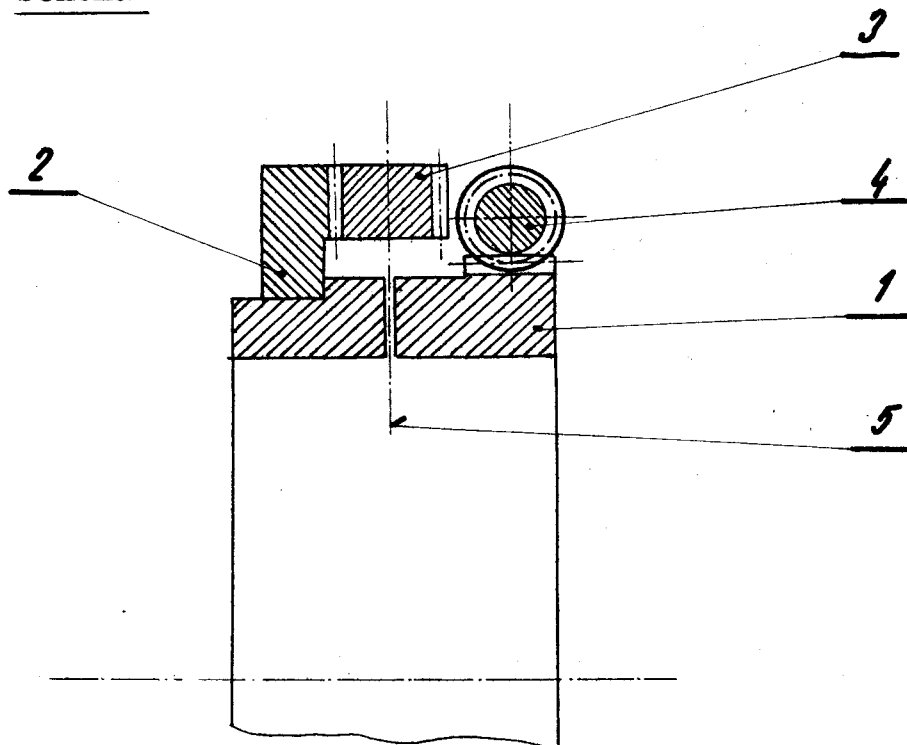
Držáky vzorků.

Goniometr je vybaven dvěma držáky: standartním držákem pro topografii a studium textur metodou na průchod, dále planetovým držákem pro studium textur Schulzovou metodou na odraz. Na výkrese sestavy je zakreslen normální držák 18. Vzorek se upevňuje do zvláštního rámečku pomocí šroubu 22. Rámeček je na vnitřním otočném kotouči, který umožňuje otáčet vzorkem kolem horizontální osy. Kotouč má na vnějším obvodu ozubení, se kterým zabírá šnek, poháněný buď motorkem, nebo ručně šroubem 19. Šnek lze ze záběru vyřadit a hrubě nastavovat polohu vzorku ručně pomocí vroubkovaného okraje vnitřního kotouče. Vypnutí a zapnutí motorku, případně vyřazení šneku ze záběru, umožňuje trejpolohový spínač 21. Šroubem 23 lze držákem posouvat ve směru primárního paprsku. K posuvnému stolku goniometru se držák připevňuje pomocí rybiny.

V planetovém držáku je vzorek upevněn tak, že osa vzorku je rovnoběžná s horizontální osou goniometru. Držák umožňuje současné otáčení vzorku kolem své osy a zároveň kolem osy, kolmé k rovině vzorku. V tomto případě šnek opět zabírá do ozubení otočného kotouče, ve kterém je uchycena otočná osa rámečku vzorku s ozubeným pastorkem. Pevný kotouč je rovněž opatřen ozubením, jdoucím radiálně. Do těchto zubů zapadá

pastorek. Při otáčení vnitřního kotouče se odvaluje pastorek po ozubení pevného kotouče a tím otáčí rámeček.

Schema :



- 1 ...vnitřní otočný kotouč
- 2 ...vnější pevný kotouč
- 3 ...pastorek
- 4 ...šnek
- 5 ...osa otočného rámečku

Podložný stůl . /v.č.01-TD 60-400 s detaily/  
Podložný stůl slouží k hrubému i jemnějšímu nastavení vzdálenosti rentgenka - krystal a k nastavení optické osy goniometru do směru primárního záření. Skládá se ze dvou ocelových desek, spodní pevné, která se po nastavení přibližné polohy vzhledem k rentgence přichytí k pracovnímu stolu jednoduchými přichytkami. Horní deska je otočná. Otáčí se kolem čepu, zalisovaném ve spodní desce po dvou kruhových třecích plochách- bronzových čepech, zalisovaných do horní desky. Deskou se může měřitelně otáčet v rozsahu  $10^\circ$  pomocí dvou šroubů jimiž se také její poloha fixuje. Je tedy nutno aby síla k otáčení desky byla minimální .

Údaje pro výpočet :

Váha goniometru  $G = 50 \text{ kg}$  /s dvojnásobnou

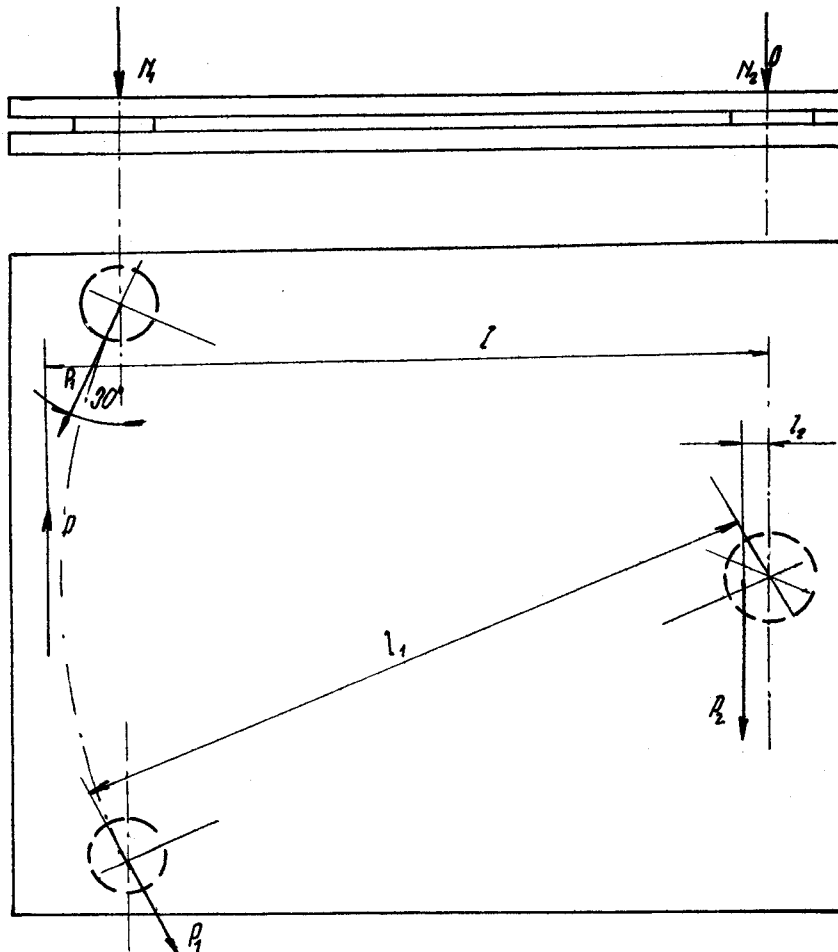
bezpečností /

Koeficient tření ocel - bronz za sucha při roz-  
běhu  $f = 0,08$  /broušené plochy /

Stoupání šroubu  $M 10$   $s = 1 \text{ mm}$

Střední průměr šroubu  $d = 8,8 \text{ mm}$

Tření na šroubu  $f = 0,1 \rightarrow \varphi = 60^\circ$

Schema zatížení a rozměry:

$$l_1 = 318,5 \text{ mm}$$

$$l_2 = 17 \text{ mm}$$

$$l = 362 \text{ mm}$$

$$N_1 = N_2 = N = \frac{50}{3} = 16,6 \text{ kg}$$

$$P_1 = P_2 = N \cdot f = 16,6 \cdot 0,08 = 1,328 \text{ kg}$$

Z rovnováhy na desce:

$$P = \frac{2P_1 \cos 30^\circ + R \cdot l}{1} = \frac{3 \cdot 1,33 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 318,5 + 1,35 \cdot 17}{326}$$

$$= 2,25 \text{ kg}$$

Z rovnováhy na šroubu:

$$M_1 = r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma) \cdot P = 4,4 \cdot \operatorname{tg} 8^\circ \cdot 2,25 = 3,28 \text{ kgmm}$$

$\alpha$  ... úhel stoupání šroubu M10

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{d} = 0,003 \Rightarrow \alpha = 2^\circ$$

Je-li průměr hlavy justačního šroubu  $D = 20 \text{ mm}$ ,  
pak potřebná síla na otáčení šroubem je:

$$Z = \frac{3,28}{10} = 0,328 \text{ kg}$$

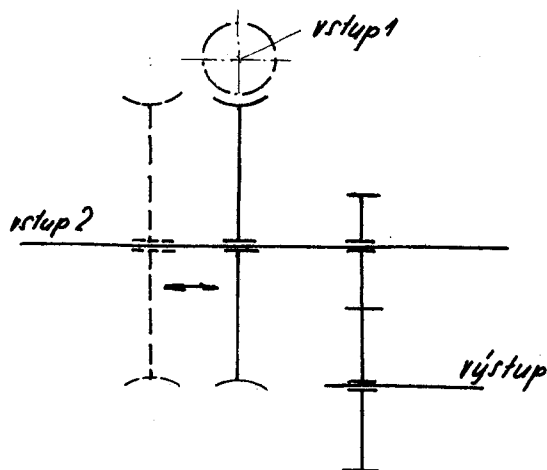
To je přijatelná velikost, zvláště přihlédne-li  
se k tomu, že váha goniometru byla odhadnuta  
s bezpečností  $s = 1,5 \div 2$ .

Vzdálenost rentgenka - krystal je možno upravovat  
posouváním goniometru po horní desce. K tomuto  
účelu je deska vybavena trojím vedením pro nohy  
goniometru. Dvě vedení mají drážku, aby pohyb byl  
přímocharý, třetí vedení je ploché. Rozsah pohybu  
goniometru je dán délkou vedení, která je 80 mm.  
Zajištění polohy slouží posuvatelny zářky,  
které se po nastavení polohy goniometru zajistí  
na vedení dvěma šrouby.

Převodovka.

Převodovkou je goniometr vybaven proto, aby rychlost  
posuvu válečku byla měnitelná.

Schema převodovky :



Převodovka může být poháněna přes šnekový převod 1 : 150 a nebo přímo přes kolo 3 , zatím co šnekové kolo je v poloze mimo záběr. Tím je umožněno dosáhnout dvojího rozsahu převodu. Dvojice ozubených kol 3 a 4 je výměnná. Celkem je k dispozici 5 párů ozubených kol jejichž kombinací lze dosáhnout převodů

1 : 13,3	1,5 : 1
1 : 6,15	2,08 : 1
1 : 3	3 : 1
1 : 2,08	6,15 : 1
1 : 1,5	13,3 : 1

při použití přímého náhonu. Při použití šnekového převodu se otáčky sníží 150 krát . Znamená to rychlost posuvu rámečku od 10 mm /min. do 10 mm/hod. Kardanův hřídel se spojuje s vývodem šneku nebo vývodem ozubeného kola 3. Spojení hřídelů je pojištěno převlečnou matkou. Tímto způsobem je spojen šnek na goniometru s výstupem z převodovky. Kardanovy hřídele v tomto případě



zaručují přenos kroutícího momentu při nesou-  
ososti hřídelů vstupu a výstupu a zároveň umož-  
ňují použití převodovky jako stavebnicového  
prvku v jiných laboratorních přístrojích, kde je  
možno využít jejího vysokého převodu.

Pohonná skříň/ výkres č.01-TD60-200 s detaily/.

K pohonu goniometru byl použit elektromotor ty-  
pu K2LH20 o výkonu  $N = 20W$  a otáčkách  $n = 8000 \text{ ot/min}$ .

Napětí k elektromotoru je přiváděno od síťového  
transformátoru typu PN56135-150 mA a je jej  
možno měnit přepínačem v rozsahu 110 až 150 V  
po 10 V. Tím je možno regulovat otáčky motoru.

Charakteristika motoru je zakreslena v připojeném  
grafu.

Tabulka naměřených hodnot:

MĚŘENÍ ČÍSLO	U (V)	80	90	100	110	120	130	140	150
1	$n \text{ (ot/min)}$	4200	5700	7000	8200	9350	10320	11000	11600
2	$n \text{ (ot/min)}$	4200	5700	7000	8400	9400	10500	11250	12000
3	$n \text{ (ot/min)}$	3000	5400	6800	8400	9200	10500	11600	12500

chráje

MĚŘENÍ ČÍSLO	U (V)	160	170	180	190	200	210	220
1	$n \text{ (ot/min)}$	11600	11800	12200	11600	12600	12600	12800
2	$n \text{ (ot/min)}$	12600	12000	11800	12000	12000	12700	12600
3	$n \text{ (ot/min)}$	12800	12800	12500	12800	12400	12800	12800

velmi hluchý chod, slyšitelné kolísání

Měření bylo provedeno otáčkoměrem, bez zatížení. Elektromotor se dá použít v rozsahu napětí 110 až 150 V, při nižším napětí jeho krouticí moment nepřekonává ani zatížení otáčkoměrem a kolísá. Pro úplnost je připojena tabulka hodnot a charakteristika motoru K2LH19 o výkonu  $N = 10 \text{ W}$  a otáčkách  $n = 500 \text{ ot/min.}$ , který rovněž připadá v úvahu.

MĚŘENÍ ČÍSLO	U (V)	80	90	100	110	120	130	140	150
1	n (ot/min)	1820	3000	4050	4700	7200	8200	9000	9800
2	n (ot/min)	2000	2500	3750	4400	8700	7800	8650	9500
3	n (ot/min)	1850	2900	3500	4300	8800	7700	8800	8600

chrupá, píská

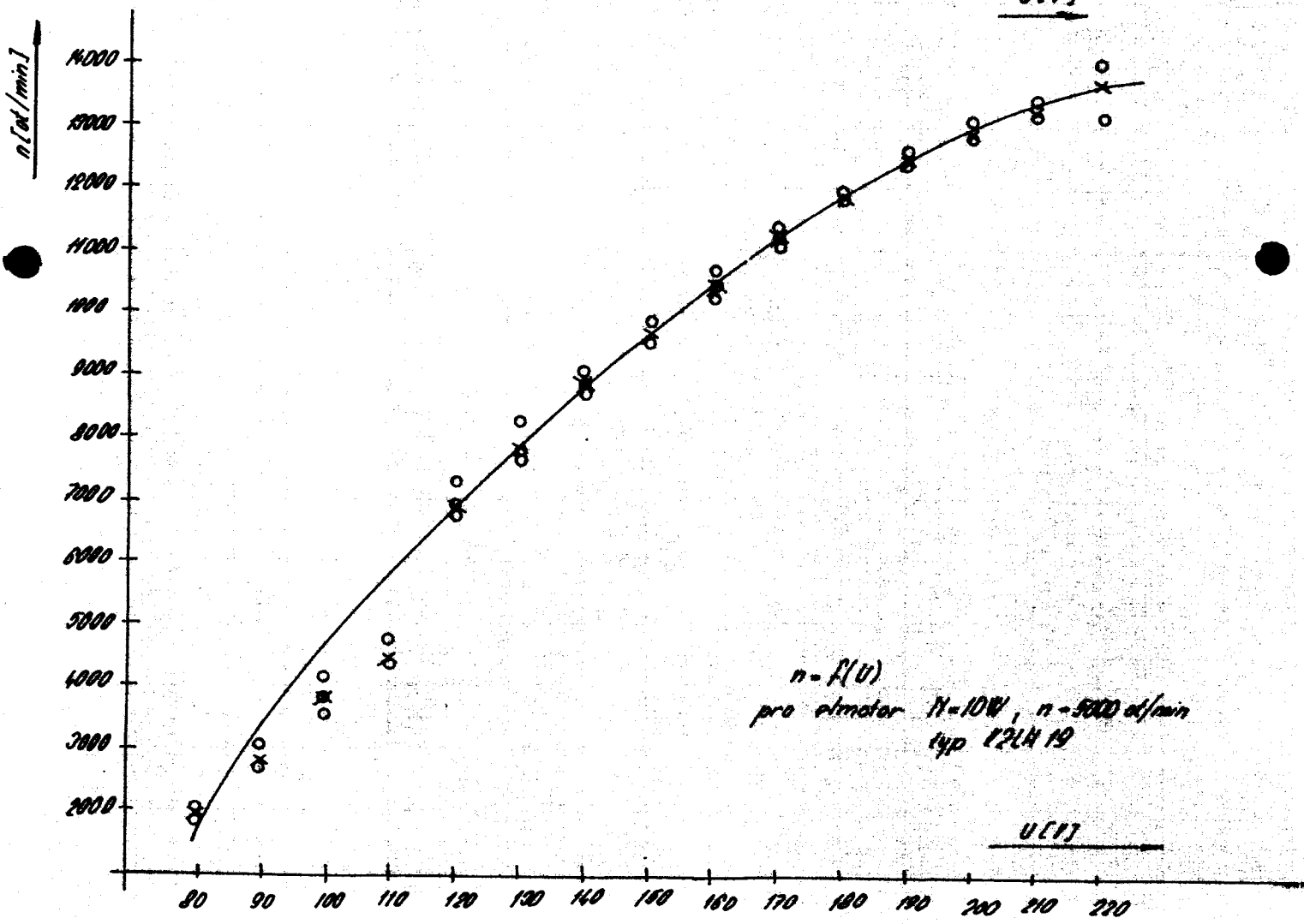
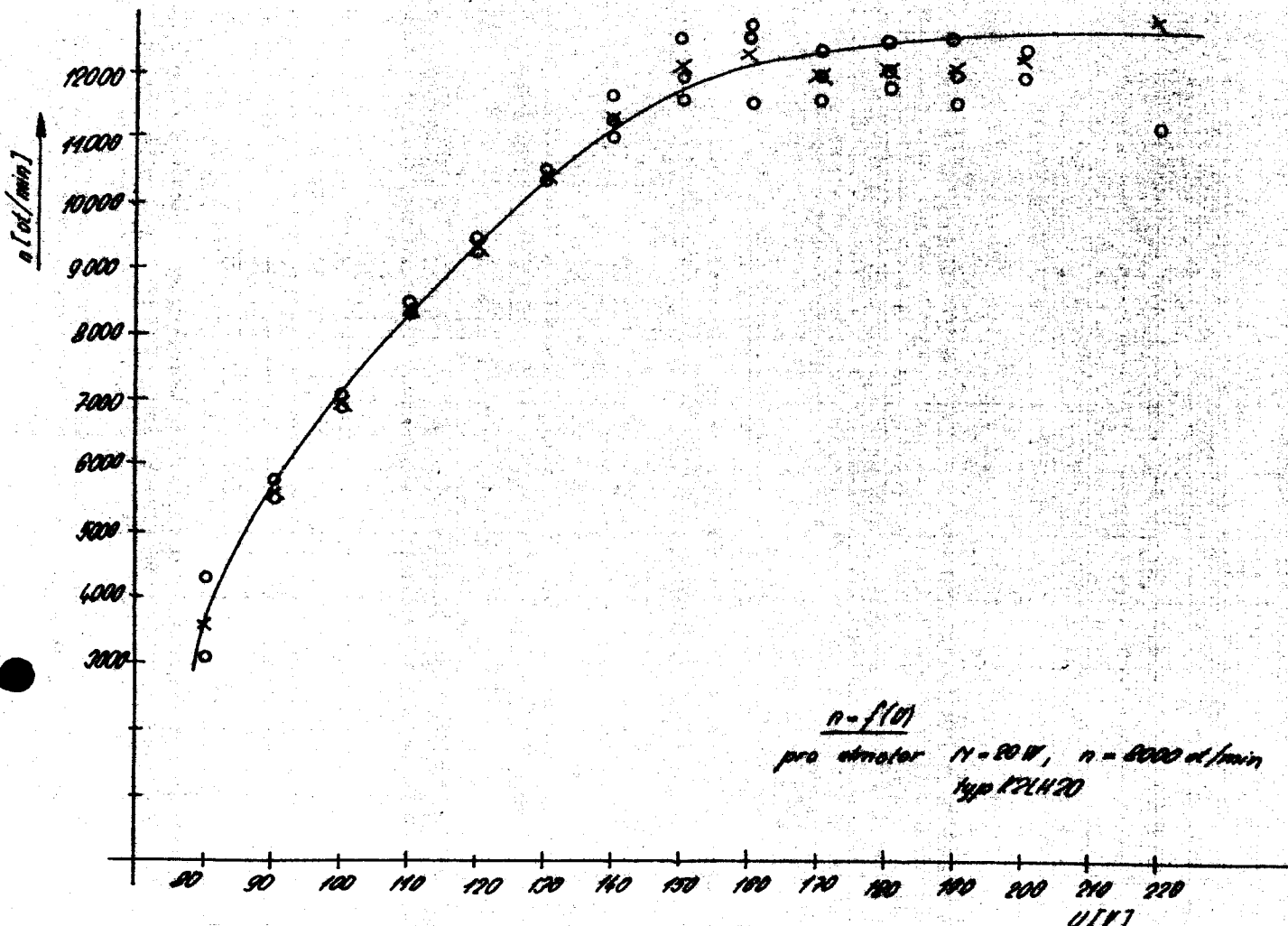
MĚŘENÍ ČÍSLO	U (V)	160	170	180	190	200	210	220
1	n (ot/min)	10600	11700	11800	12500	12700	12600	13000
2	n (ot/min)	10200	11000	11800	12300	13000	13400	14000
3	n (ot/min)	10400	11000	11700	12400	12900	12400	1400

velmi hluchý, kolísá

Z tabulky naměřených hodnot vyplývá, že tohoto elektromotoru by bylo možné použít pouze v rozsahu 110 až 120 V, maximálně 130 V. Proto bylo výhodnější použít k pohonu goniometru motoru s  $N = 20 \text{ W}$  a  $n = 8000 \text{ ot/min.}$ , který splňuje požadavek co největšího rozsahu otáček, což

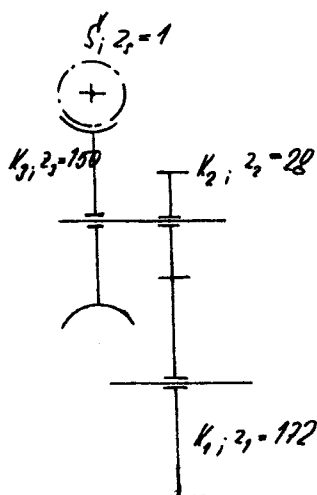






znamená další možnost regulace rychlosti posuvu stolku s krystalem. V rozsahu napětí 110÷ 150 V jsou průměrné otáčky elektromotoru  $n_p = 11000$  ot/min /vyplývá z první uvedené tabulky/.

Měřením na goniometru byly zjištěny otáčky zdroje dříve používaného o výkonu 30 W , 220 V , č.051660 . Výpočet vyplývá ze schematu převodovky.



Měřením bylo zjištěno pro kolo K :

1ot  $\sim$  1min 3vt.

$$n_1 = \frac{60}{63} = 0,952 \text{ ot/min}$$

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2} = 0,95 \cdot \frac{172}{28} = 5,58 \text{ ot/min}$$

Z toho otáčky šneku  $n_p$  :

$$n_p \cdot z_{1/2} = 150 \cdot 5,58 = 877,5 \text{ ot/min}$$

Uvažujeme-li tedy otáčky zdroje  $n_2 = 880$  ot/min,

pak je nutno snížit otáčky elektromotoru v po-

měru  $\frac{n_m}{n_p} = 12,5$ . Ke snížení otáček je použito

šnekového převodu; výpočet je uveden v následující tabulce.

NÁZEV		ŠNEK	ŠNEKOVÉ KOLO
DÁNO	PREVOD $i$	$i = \frac{m_2}{m_1} = 12,5$	
	úhel záberu $\alpha$	$\alpha = 20^\circ$	
ZVOLENO	modul ozubý (nástroje)	$m_x = 1$	
	poč. zubů $z_1$	$z_1 = 2$	$z_2 = 1z_1 = 25$
	roztěčný průměr $D_{r_1}$	$D_{r_1} = 11$	$D_{r_2} = m z_2 = 25$
výška hlavy $h_a$		$h_a = m_x = 1$	
výška paty $h_p$		$h_p = 1,25 m_x = 1,25$	
výška zubu $h$		$h = 2,25$	
osová rozteč $t_x$		$t_x = \pi m_x = 3,14$	
Průměr hlavové kružnice		$D_{h_1} = D_{r_1} + 2h_a = 13$	$D_{h_2} = D_{r_2} + 2h_a = 27$
Průměr patní kružnice		$D_{p_1} = D_{r_1} - 2h_p = 8,5$	$D_{p_2} = D_{r_2} - 2h_p = 22,5$
Kvácíenost os $a$		$a = \frac{D_{h_2} + D_{p_1}}{2} = 18$	
úhel stoupání šneku $\gamma$		$\tan \gamma = \frac{2m_x}{D_{r_2}} = 0,181 \Rightarrow \gamma = 10^\circ 28'$	
Délka šneku $l$		$l = 20$	

Vyvedení hřídele šnekového kola je provedeno tímto způsobem jako u převodové skříně a jeho spojení s kardanovým hřídelem je opět pojištěno převlečnou matkou .

Při konstrukci pohonné skříně měla být splněna možnost pohánět převodovou skříně jednak přes šnekový převod, jednak přímo. Osová vzdálenost obou vstupů do převodovky je velká a nelze ji

kardanovým hřídelem vyrovnat, proto byla pohonná skříň konstruována tak, aby v jedné poloze byla vzdálenost osy šnekového kola skříně od podstavy stejně velká jako u šneku převodovky, v druhé poloze stejně velká jako výška osy ozubeného kola.

3. Dalším vybavením pohonné skříně je přepínač pro volbu napětí na svorkách motoru, dále usměrňovač, na jehož napětí 12 V stejnosměrného napětí pracuje malý elektromotorek držáku vzorku. K přepínání smyslu otáčení elektromotoru držáku i goniometru slouží relé RP 90 A, 220 V. Relé spíná bezpečně při napětí 130 V. Schema zapojení je na obr. 16. Pro kontrolu elektrického vybavení je v obvodu zapojena kontrolní žárovka. Všechna napětí, to znamená 110 V, 120V, 130 V, 140 V, 150 V, 12 V = a 12 V ~ jsou vyvedena na zdíčkách svorkovnice. Proto může být pohonná skříň využita k různým laboratorním účelům, a to sama nebo ve spojení s převodovkou jako pohonné zařízení, případně zdroj napětí.

#### JUSTÁŽ A PROVOZ GONIOMETRU TD 60.

/výkres č.00-TD 60- 100 s přílohami/

Před uvedením goniometru do chodu je nutno provést justáž. Při justáži je třeba :

1/respektovat geometrii uspořádání rentgenka-

krystal k dosažení dobré rozlišovací schopnosti

2/nalézt reflexní polohu krystalu.



Vzdálenost ohniska rentgenky od krystalu bývá volena nejčastěji kolem 500 mm. Podložní stůl se proto nejprve ustaví do potřebné vzdálenosti a zajistí se příchytkami. Přesnější nastavení goniometru do optimální vzdálenosti lze provést v rozsahu 80 mm posouváním goniometru po vedení horní otočné desky. V žádané poloze se nohy zajistí zářkami. Potom se nastaví výška a sklon optické osy goniometru pomocí stavěcích šroubů 4 a zafixuje se šrouby 3 ; pootočením otočné desky se goniometr nastaví do směru záření a opět se v této poloze zajistí. Krystal ve tvaru destičky, připevněný na destičku běžného materiálu, se vloží do držáku. Rameno 14 s počítacem se nastaví přibližně na dvojnásobný Braggův úhel a zafixuje se šroubem. Výšku osy počítáče je možno upravit posunutím držáku počítáče ve vodící trubce a zajistit šroubem 33. Ramenem 13, které je spojeno s posuvným stolcem na kterém je držák vzorků připevněn, se natáčí v malém úhlovém rozsahu a tak se hledá reflexní poloha krystalu. Po nalezení hrubé polohy je nutno zafixovat také toto rameno. Hledání přesné polohy se potom provádí pomocí aretačních šroubů na každém rameni a pohybem vzorku, který umožňují aretační šrouby 19 a 23 na držáku vzorku. Další zpřesnění reflexní polohy krystalu dosáhneme zúžením štěrbin clonek. Je-li krystal v reflexní poloze, je třeba ještě nastavit clonu difraktovaného

záření 25, která byla dosud plně rozevřena, aby jí difraktovaný paprsek mohl procházet. Clonu přisuneme co nejbližší krystalu, ale tak, aby nevadila pohybu držáku. Její štěrbinu musíme nastavit přesně rovnoběžně s difraktovaným zářením a to příčným posuvem šroubem 30, otáčením kolem její vertikální osy šroubem 29 a horizontální osy šroubem 28. Vymezuje-li již štěrbinou difraktovaný paprsek, je nutno ještě stočit ostatní clony tak, aby jejich štěrbiny byly také rovnoběžné se zářením a světelnost soustavy byla maximální. Postup se musí několikrát opakovat za stálého zjemňování všech justačních pohybů. Při justáži je ovšem nutno vyřadit ze záběru šnek, aby se zuby ozubeného hřebene stolku nebo pastorku nepoškodily. Po ukončení justáže vypneme záření rentgenky, vložíme film do kazety, spojíme rameno 37 se zasunutou a zajištěnou kazetou spojkou 40 s ramenem 14. Tak je zajištěno, že rovina filmu bude kolmá k difraktovanému záření. Kazeta s filmem má být také co nejbližší krystalu. Pak je teprve možno zasunout šnek do záběru zvednutím záchytky 45 a uvést goniometr do chodu rozpojením spojky 40, která zapíná motor. Posuvný pohyb stolku se nastaví pohyblivými kontakty tak, aby v krajní poloze záření přesahovalo okraj krystalu. Reflexní poloha i krajní polohy stolku se určí počítačem. Je jím také možno po dobu expozice zkoumat, zda krystal zachovává reflexní

VŠST LIBEREC

Rekonstrukce  
goniometru TD 60

DP — STR. 44

9. ŘÍJNA 1965

J. Šedivá OS2/V

polohu ; jinak ovšem může být vypnut.

HODNOCENÍ.

Úkolem mé práce bylo, jak již jsem se zmínila v úvodu, rekonstruovat některé části goniometru a provést konstrukci podložního stolu a pohonné skříně.

Při práci na rekonstrukci jsem vycházela z původní konstrukce a snažila jsem se splnit požadavek, aby nově konstruované části byly co nejjednodušší a nejspolehlivější. Na samotném tělese goniometru jsem prováděla úpravu kazety /výkres č.03-TD 60-100/tak, aby umožňovala použití filmových desek různých rozměrů a výpočet dělení nového nonia, který je uveden v textu. Další úpravy, jako na př. opatření všech pohybových šroubů dělením po obvodě, aby pohyb byl opakovatelný, nejsou tak podstatné. Při rekonstrukci clony jsem rovněž vycházela z konstrukce původní clony. Nová konstrukce je přesnější, lépe ovladatelná. Výkres clony je připojen i s detaily, ovšem detaily mají v tomto případě /a i u ostatních částí/ význam spíše informativní, protože jde o kusovou, velmi přesnou a ruční výrobu. Je samozřejmé, že právě v detailech se mnoho částí goniometru bude dále zdokonalovat. Konstrukce podložního stolu a pohonné skříně se také řídí požadavky, vyplývajícími z funkce celého goniometru. Pro podložní stůl to znamená : umožnit konstrukcí dva pohyby:

posuvný a otočný, aby bylo možno ustavit goniometr přesně do směru záření. Jeho konstrukce je také pokud možno jednoduchá. Pohonná skříň má víceúčelové použití, což je její značná výhoda. Může sloužit jako zdroj napětí i jako pohon, přičemž ještě lze otáčky na výstupu skříně měnit přepínačem.

Ve své práci jsem se na jmenované části goniometru nesoustřeďovala, protože jsem chtěla podat obraz o celkové koncepci přístroje. Současný stav konstrukce je zachycen na přiložených výkresech. Další a rozsáhlejší rekonstrukce by si vyžádaly většího množství času, větší znalosti práce s goniometrem a především praktické znalosti jemné mechaniky.

Při své práci jsem vycházela ze zkušeností s. Sodomky CSc, zkušeností pracovníků jeho laboratoře a z literatury uvedené na str. 48.

*J. Šedivá*

SEZNAM VÝKRESŮ.

- 00-TD60-100 list 1 ... goniometr TD 60 -  
sestava
- list 2 ... det.výkres kazety
- list 3 ... det.výkres clony difr.  
záření 25
- list 4 ... det.výkres kryta 10
- list 5 ... det.výkres clony 34  
před počítačem
- list 6 ... det.výkres clony pri-  
márního záření 6

## Poznámka :

Uvedené výkresy byly kresleny a popisovány tak, aby se daly použít k návodu k justáži a obsluze goniometru. Proto jsou popisovány jen funkční a regulační části.

- 01-TD60-200 ... skříň s pohonem goniometru -  
sestava
- 01-TD60-201 až 220 ... det.sestavy skříně
- 02-TD60-300 ... clona - sestava
- 02-TD60-301 až 339 ... det.sestavy clony
- 01-TD60-400 ... otočný stůl - sestava
- 01-TD60-401-419 ... det. sestavy otočného stolu

SEZNAM LITERATURY.

- /1/L.Sodomka C Sc: Rentgenografické určování peruch ve struktuře pevných látek, VVÚ LFS-8, Liberec 1960. Skripta.
- /2/L.Sodomka C Sc : Topografický a texturní goniometr. Habilitační práce. Září 1965-Liberec.
- /3/L.Sodomka C Sc: Rentgenová difraktografie pevných látek. Praha 1960. Skripta.
- /4/L.Sodomka C Sc: Některé zvláštnosti a parametry texturního a topografického goniometru.
- /5/B.Šesták : Pokroky fyziky pevných látek 10. Dislokace v krystalech. NČSAV Praha 1961.
- /6/Schmidt - strojnické tabulky.
- /7/Kochman - Pospíšil - Švejda : Technické kreslení. SNTL Praha 1959
- /8/Seznam skladového sortimentu hutních výrobků.
- /9/F.Fetter : Přehled silnoprůdové elektrotechniky. SNTL Praha 1957.

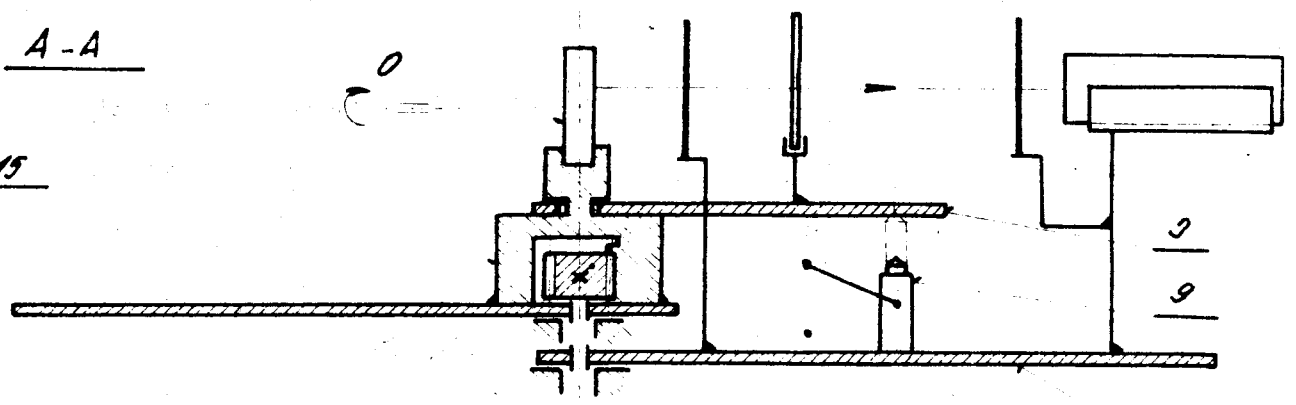
OBSAH .

	strana
Úvod . . . . .	1
Podstata difrakce rg.záření .. . . .	5
Rentgenová difraktografie. RDT metody. . .	9
Rozdělení RDT metod. . . . .	13
Podstata rentgenografického řešení textur.	17
Konstrukční zásady goniometru. . . . .	21
Konstrukce goniometru TD 60. . . . .	24
Justáž a provoz goniometru TD 60 . . . . .	41
Hodnocení . . . . .	45
Seznam výkresů. . . . .	47
Seznam literatury . . . . .	48



A-A

15



3

9

2

6

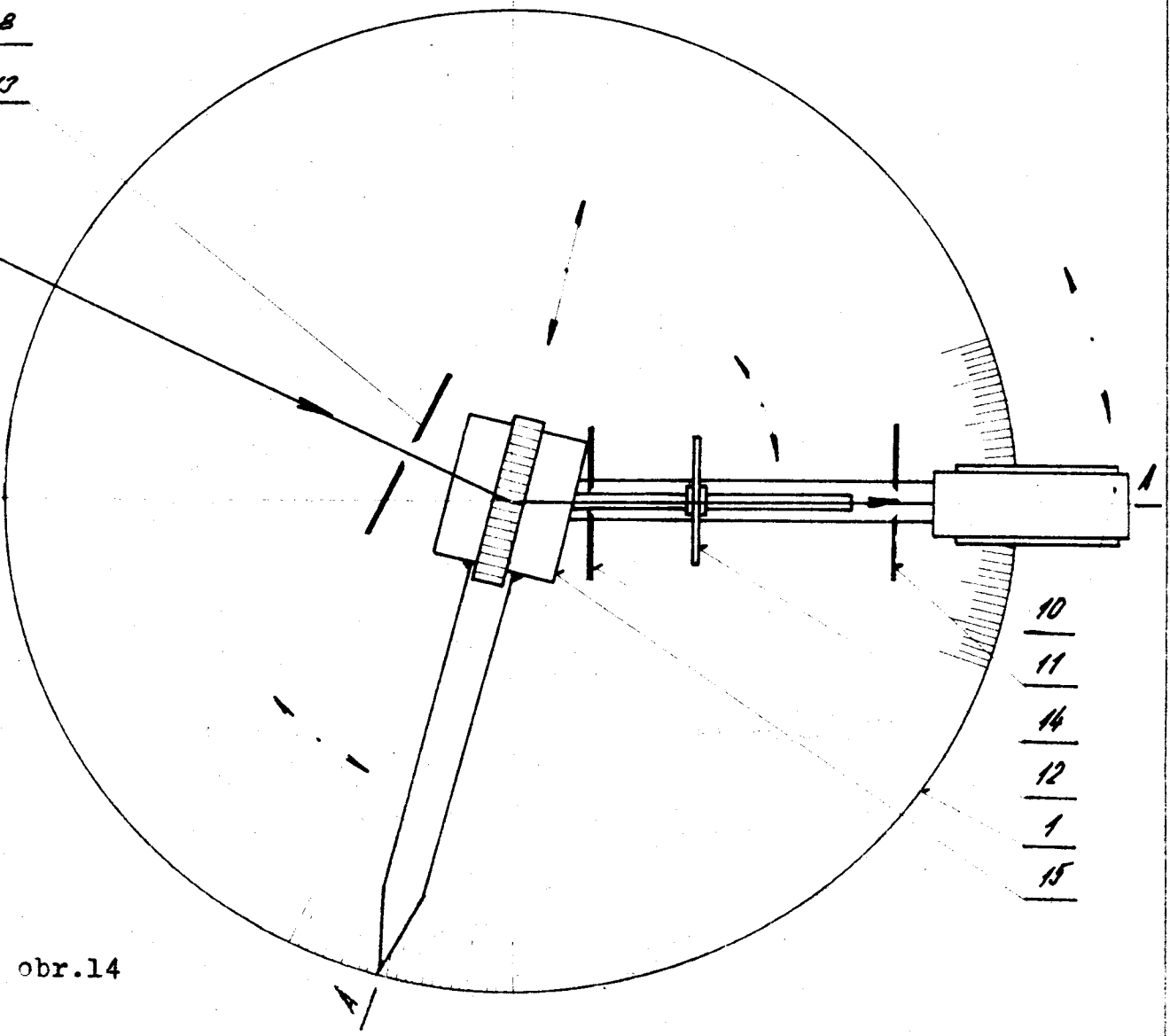
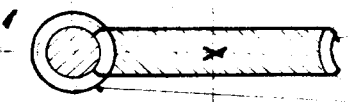
7

4

5

8

13



10

11

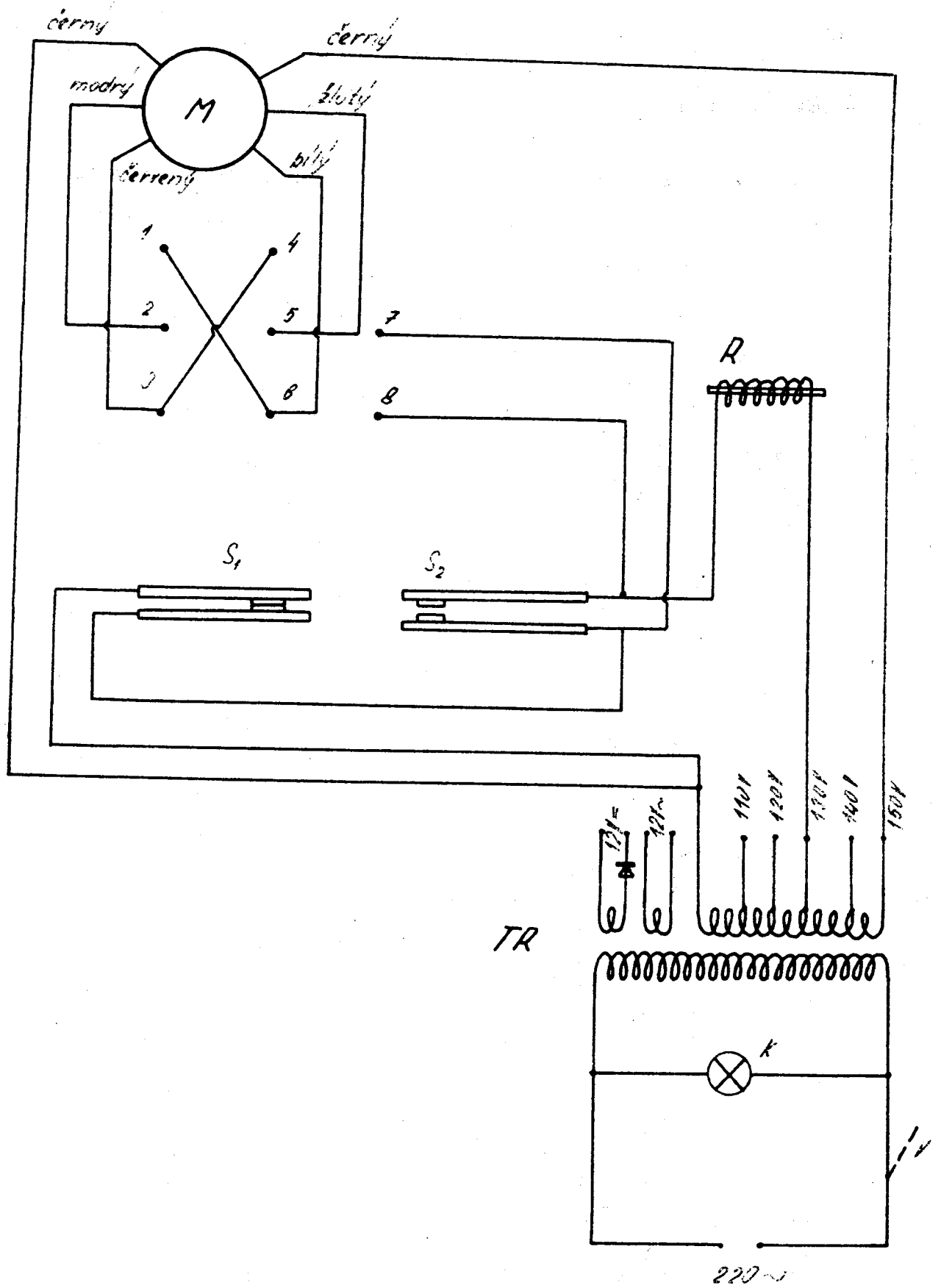
14

12

1

15

obr.14



obr. 16.