

STRUKTURA 2010

Hotel Soláň, 14. 6. - 17. 6., 2010

Lectures - Monday, June 14

L1

Production of X-Ray Tubes in Czechoslovakia

VÝROBA RTG APARATUR V ČSR

Jiří Marek

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

Článek pojednává o vývoji techniky pro rentgenovou difrakční analýzu v CHIRANĚ, nár.podniku do r 1960. Je popsáno zařízení MIKROMETA 1 s příslušenstvím, univerzální goniometr a jeho uspořádání pro geometrii Bragg-Brentano a Seemann-Bohlin.

Úvod

Začátek výroby rtg techniky spadá do r. 1922, kdy Ing. Miroslav VINOPAL zahájil výrobu RTG aparatur pro lékařské účely [1].

R. 1925 měla firma META 14 zaměstnanců a 6 učňů a sídlila na Žižkově v Malešické ulici č.708.

Podnik v r.1930 měl 40 zaměstnanců, roční výroba okolo 3.5 mil Kčs a přes 200 ks vyrobených aparatur.

R. 1935 se firma META přestěhovala do Modřan, na ploše 700 m² pracovalo 60 zaměstnanců.

R 1937 byla vyrobena první RTG plnoochranná lampa.

R. 1948 byl závod META znárodněn a sloučením s 24 dalšími závody vznikl podnik

„ZÁVODY LÉČEBNÉ MECHANIKY“.

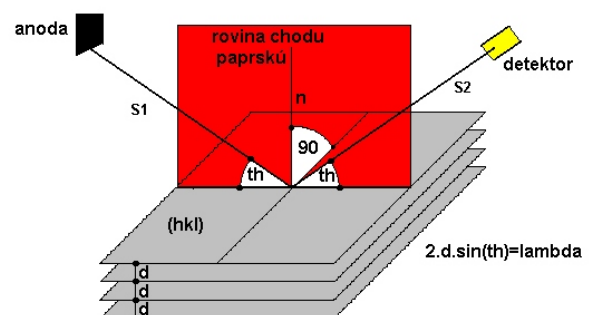
R. 1950 dostal podnik jméno „CHIRANA“.

Již před tímto rokem došlo k vývoji a výrobě aparatur pro rentgenovou difrakční analýzu a bylo vyvinuto kompaktní zařízení obsahující VN zdroj a rtg lampu pro tyto účely s názvem MIKROMETA 1. Současně byl proveden vývoj a výroba difrakčních komůrek pro plochý a válcový film, umožňující aplikaci metody Debye-Scherrerovy pro polykrystalické materiály a Laueho metody pro monokrystal. Uvedené komůrky byly stavebnicového typu nasouvatelné na držáky montované na kryt lampy s nimiž vytvářely kompaktní a přitom flexibilní zařízení. Uvedené komory a držáky jsou používány dodnes v aplikaci na moderní rtg. zdroje.

Princip difrakční rentgenové analýzy

Rentgenová difrakční analýza se používá pro výzkum krystalických, resp. amorfních látek.

Je založena na principu difrakce monochromatického RTG záření na krystalografických rovinách zkoumaného krystalu [2]. K odrazu (difrakci) tohoto záření na krystalografických rovinách (hkl) dochází pouze při splnění Braggovy rovnice: viz obr. 1



Obr. 1. Difrakce RTG záření na krystalografických rovinách (hkl).

$$2d \sin \theta$$

kde: d jsou mezivzdálenosti difrakčních rovin, θ je úhel dopadu a odrazu RTG paprsku na difrakčních rovinách, λ je vlnová délka monochromatického RTG svazku.

Difrakční rentgenová analýza je důležitou kontrolní metodou v metalurgii, geologii, biologii, výzkum struktury viru, organické a anorganické chemii pro identifikaci látek a jejich stavu. Tyto metody byly vyvíjeny cca od r.1930 a poměrně rychle byly uplatňovány v praxi. Zavedení výroby aparatury Mikrometa 1 umožnilo v ČSR rychlý rozvoj těchto metod.

Mikrometa 1 a příslušenství

Celkový pohled na Mikrometu 1 je uveden na obr. 2. Na obr. 3 je prof. A. Kochanovská při práci na Mikrometě 1 [4]. Schéma zapojení VN zdroje je uvedeno na obr. 4. Ze schématu je patrné, že se jedná o dvoucestně usměřňovaný stejnosměrný zdroj s (+) pólem připojeným na uzemněnou kostru zařízení. (-) pól má plné anodové napětí a je připojen na sekundární vinutí žhavicího isolačního transformátoru, který napájí wolframové vlákno katody RTG-lampy. VN-trafo s usměřňovacími vakuovými

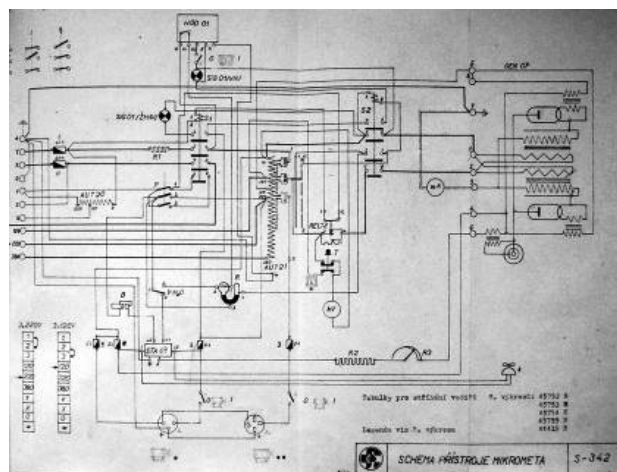


Obr. 2. Mikrometa 1 celkový pohled (foto: Fr. Filuš, VŠB Ostrava).



Obr. 3. Prof. A. Kochanovská u Mikromety 1 [4].

diodami a žhavicím transformátorem je umístěno v železném tanku v izolační olejovou náplní. V horním víku tanku je umístěna nízkonapěťová svorkovnice pro napájení primárních vinutí VN-trafa a žhavicího trafo a vysokonapěťová průchodka, do níž se připojuje VN-kabel pro napájení katody RTG-lampy. Pohled na VN-tank ve vnitřku Mikromety je uveden na obr. 5. Vysoké napětí anody RTG lampy je nastavováno regulačním autotransfornátorem viz obr. 6, jehož kontakty jsou na rotačních ramenech, ovládaných otočnými knoflíky z čelního panelu Mikromety pomocí řetězových převodů. Autotransfornátor napájí primární vinutí VN trafo. Měření VN napětí je provedeno nepřímým měřením primární napětí VN



Obr. 4. Schéma Mikromety 1 (prospekt Chirana).



Obr. 5. VN-tank (foto: Fr. Filuš VŠB Ostrava).



Obr. 6. Regulační autotransfornátor (foto: Fr. Filuš VŠB Ostrava).

trafo. Anodový proud RTG lampy je řízen teplotou katodového vlákna RTG lampy. Jeho žhavení je napájeno sekundárním vinutím žhavicího izolačního transformátoru, jehož primární vinutí je napájeno přes reostat ovládaný otočným knoflíkem z čelního panelu. Anodový proud

lampy je měřen miliampérmetrem zapojeným na zemnicí stranu sekundáru VN traťu.

Rengenové lampy a kryty

K Mikrometě 1 byly dodávány speciální RTG lampy – obr.7- pro difrakční analýzu s anodami: Mo, Cu, Fe, Co, Cr, W. Na přání bylo možno dodat i lampy s jinou anodou. V lampě je plátek anodového kovu navařen na měděný anodový blok, chlazený průtokem vody (cca 3 l/min). Katodou lampy je W-spirála v Fe bloku s žlábkem, který



Obr. 7. RTG lampa bez krytu.

fokusuje emitované elektrony do čarového ohniska na anodě, z něhož vystupuje RTG záření

Toto záření vystupuje do vnějšího prostoru okénky z Be fólie. Okénkem, které je umístěno ve směru čarového ohniska se toto ohnisko jeví jako bodové, okénkem, které je umístěno kolmo na směr čarového ohniska se toto ohnisko jeví jako čarové. Anoda a katoda jsou umístěny v evakuovaném prostoru skleněné baňky. Její prodloužená část pod katodou tvoří isolační prostor do kterého je zasouvána koncovka VN-kabelu.

Při provozu aparatury je RTG lampa umístěna ve válcovém železném krytu s olověnou výstelkou. Kryt lampy je připevněn objímkou na horní desku aparatury Mikrometa 1 – obr. 8. Na krytu je přišroubován universální držák komurek na jehož vodorovnou tyč je možno nasunout držáky vzorků, válcové filmové komory

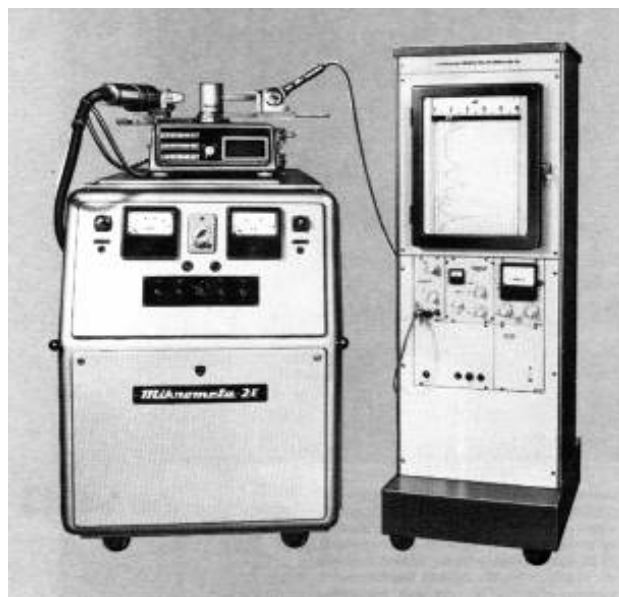


Obr. 8 RTG lampa s krytem na horní desce Mikromety 1 (foto: R. Kužel, MFF UK).

nebo kasy s plochým filmem – viz obr. 8 vlevo. Ve svislé stěně držáku je otvor se závitem, do kterého jsou zašroubovány válcové clonky s kalibrovaným otvorem pro výstup RTG záření – viz obr. 8 vpředu. Otvory pro výstup RTG záření z krytu, jsou uzavírány Pb-clonami, ovládanými ručně. V pravé části obr.8 je držák s válcovou komorou od jiného výrobce.

Universální RTG goniometr Chirana

Koncem 50-tých let byl v Chiraně Modřany ukončen vývoj a započato s výrobou universálního RTG goniometru. Souběžně byla provedena inovace VN-napájecí jednotky pod názvem Mikrometa 2 – obr. 9 vlevo. Na horní desce je instalován RTG goniometr. Napravo je měřicí skříň Chirana, obsahující napájecí jednotku Geiger-Millerova



Obr. 9. RTG goniometr Chirana, Mikrometa 2 a registrační skříň (prospekt Chirana).



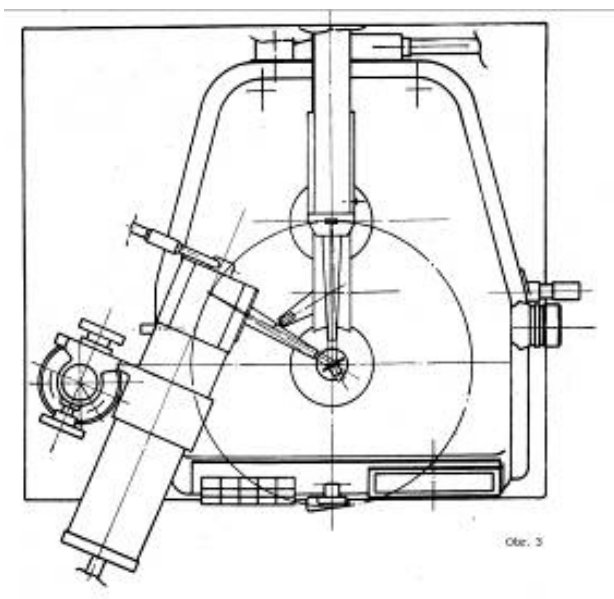
Obr. 10 Čelní pohled na RTG goniometr Chirana (foto: Fr. Filuš, VŠB Ostrava).

detektoru, zařízení pro úpravu impulsů a zapisovač, který vykresloval difrakční křivku na registrační papír.

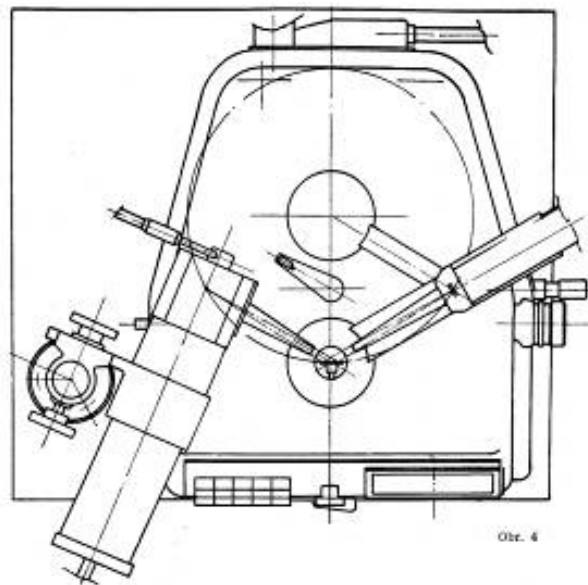
Čelní pohled na goniometr je na obr. 10. Na předním panelu jsou tlačítka ovládající vnitřní převodovku, vpravo je matnice, na kterou se prosvětluje stupnice úhlových



Obr. 11. Horní pohled na RTG goniometr Chirana (foto: Fr.F iluš VŠB Ostrava).



Obr. 12 Nákres goniometru pro uspořádání Bragg-Brentano (prospekt Chirana).



Obr. 13 Nákres goniometru pro uspořádání Seemann-Bohlin (prospekt Chirana).



Obr. 14 RTG lampa pro goniometr.

poloh vzorku, resp. ramene detektoru, dle voliče „vzorek-rameno“.

Horní pohled na goniometr je na obr. 11. Na pravé straně je držák RTG lampy s clonovým systémem, na levé straně držák detektoru s clonovým systémem (srovnej obr. 9). Zobrazené uspořádání obou držáků je pro nastavení goniometru v měřícím režimu s geometrií Bragg-Brentano. Pod středem goniometru je umístěno speciální otočné rameno pro ovládání polohy detektoru pro nastavení goniometru v měřícím systému „Seemann-Bohlin“, vhodné pro zkoumání povrchových vrstev vzorků. Nákres goniometru pro uspořádání Bragg-Brentano je uveden na obr. 12, pro uspořádání Seemann-Bohlin na obr. 13. Pro goniometr byly vyráběny speciální RTG lampy s čárovým ohniskem, integrované se stínícím krytem – viz obr. 14. Goniometr Chirana představuje unikátní řešení univerzálního RTG goniometru, který ve své době představoval špičkový celosvětový výrobek.

Literatura

1. www.praha12.cz/mc-rozvoj-historie-regionu/prace-a-hospodarstvi/chirana.html. Chirana rentgenovými očima.
2. I. Kraus, N. Ganev, *Technické aplikace difrakční analýzy*. 1 vyd., Praha : ČVUT, 2004, 171 s. ISBN 80-01-03099-7.
3. I. Kraus, *Jak vznikala první organizace československých rentgenářů*. Referát na konferenci: Věda a technika v českých zemích 1945-1960 v NTM Praha.
4. L. Dobiášová, *Struktura mikrosvětla – svět viděný neviditelnými paprsky*. *Materials Structure*, 7 (2000). 21 s. ISSN 1211 5894.