

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky

Miroslav Rozsívál

Elektronová strukturní analýza

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, Vol. 74 (1949), No. 1, D1--D4

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109142>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1949

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

FYSIKA V TECHNICE

ELEKTRONOVÁ STRUKTURNÍ ANALÝSA.

Dr MIROSLAV ROZSÍVAL, Praha.

Strukturní analýsa látek provádí se dnes téměř běžně pomocí roentgenových paprsků. Tato metoda však selhává při studiu extrémně tenkých vrstev hmoty, kdy intenzita ohybových diagramů klesá tak, že splývají s celkovým podkladem vyvolaným rozptýleným černáním.

Studium extrémně tenkých vrstev hmoty (o tloušťce menší než 10^{-5} cm) má však veliký význam pro poznání vlastností hmoty a pro poznání procesů, které v takových tenkých vrstvách probíhají. Takové tenké vrstvy jednak vznikají samy jako hraniční vrstvy nebo jako povrchové vrstvy na různých látkách, jednak je můžeme připravit uměle na př. odpařením zředěných roztoků (celuloid, různé pryskyřice, laky a podobně) nebo vypařováním za vysokého vakua nebo katodickým rozprašováním a jinými způsoby.

Existenci těchto vrstev dokazují nepřímě změřené vlastnosti látek, teprve užití elektronových paprsků však umožnilo studium jejich struktury a změn. Použití elektronových paprsků pro zkoumání struktury hmoty je charakterisováno těmito skutečnostmi, které vyplývají z korpuskulární povahy těchto paprsků:

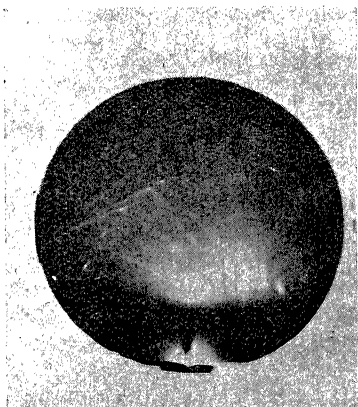
1. silným ovlivňováním drah elektronů při průchodu hmotou, které způsobuje, že k vzniku ohybových zjevů elektronových paprsků stačí vrstvy pouze několik atomových rovin silné a při tom je intenzita ohybových zjevů tak veliká, že je možno pozorovati tyto zjevy přímo na fluorescenčním stínítku a expoziční doby jsou extrémně krátké (několik vteřin);

2. silnou absorpcí elektronů ve hmotě; je proto nutno provádět všechny zkoušky ve vakuu (lepším než 10^{-3} mm Hg), kam je nutno také umístit studovanou látku i fluorescenční stínítko a fotografickou desku, a dále je možno pomocí elektronových paprsků studovat látky pouze v extrémně tenkých vrstvách (maximálně 10^{-4} cm);

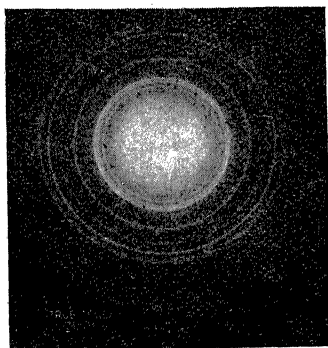
3. velmi krátkou vlnovou délkou, která podle de BROGLIEOVA vztahu $\lambda = h : mv$ má pro elektrony běžně pro tyto účely používané (při urychlujícím napětí 30 až 50 kV) hodnotu řádově několikrát 10^{-10} cm, takže se elektronové paprsky velmi dobře hodí k obdobným úkolům, jaké lze řešit pomocí paprsků X.

Z toho vyplývá, že v principu lze s výhodou použít elektronových paprsků ke studiu struktury extrémně tenkých vrstev stálých ve vakuu a k sledování jejich změn, tedy na př. ke studiu povrchové oxydace, rekrystalisace, korose, posivity, vlivu leštění, broušení, leptání, žíhání a jiných zjevů, které nejčastěji probíhají v extrémně tenkých vrstvách.

Methody použití elektronových paprsků ke studiu struktury hmoty jsou analogické methodám roentgenografickým, ovšem s tím zásadním rozdílem, že je nutno vždy prováděti tyto zkoušky ve vakuu. Lze je rozdělit do dvou skupin, podle umístění studované látky a podle toho, jde-li



Obr. 1. Elektronogram vzniklý reflexí na štěpné ploše krystalu CaCO_3 . (Preparát a snímek Rozsival.)

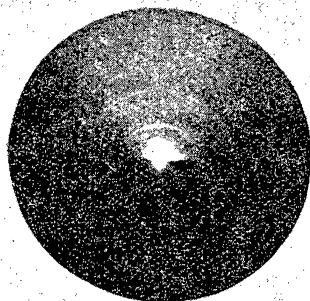


Obr. 2. Elektronogram vzniklý průchodem vrstvou krystalků ZnO . (Preparát a snímek Trüb, Täuber a Co.)

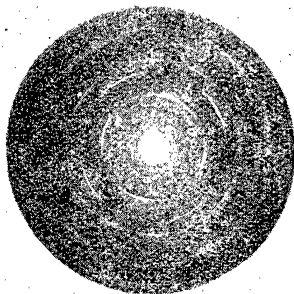
o látku pro elektrony „průhlednou“ anebo „nepřůhlednou“. Látky v extrémně tenkých vrstvách lze studovati tak, že vhodně vycloňný svazek elektronů téže rychlosti necháme procházet buď kolmo nebo pod vhodným úhlem studovanou látkou a zaznamenáváme ohybové diagramy vzniklé tímto průchodem. Povrchy studujeme tak, že vhodně vycloňný svazek elektronů necháme dopadat na povrch materiálu pod téměř tečným dopadem a zaznamenáváme ohybové zjevy vzniklé reflektováním elektronů na povrchové vrstvě. Tyto reflexní diagramy mají na rozdíl od diagramů vzniklých průchodem polovinu pole zastíněnou látkou. Elektronové ohybové diagramy obojího druhu jsou u monokrystalů tvořeny diskretními stopami, vedle nichž za určitých podmínek mohou také vzniknouti t. zv. КИКУЧИЛОВЫ čáry (obr. 1), u polykrystalických materiálů spojitými čarami (v obecném případě kuželosečkami), jak ukazují obr. 2 a obr. 3, u nichž v případě materiálů s texturou pozorujeme ještě také zesílení některých částí (obr. 4). Tyto ohybové diagramy se interpretují za pomoci rovnice BRAGGOVY, vztahu de BROGLIEOVA

a podle potřeby i za pomoci jiných vztahů, analogicky jako roentgenové diagramy.

Pro praktické provádění této *strukturní elektronové analýsy* konstruují se speciální přístroje, označované dnes názvem *elektronové difraktografy*. V principu se skládají ze zdroje elektronů téže rychlosti a vhodně fokusovaných, které ve vzduchoprázdném prostoru dopadají na studovanou látku vhodně umístěnou. Elektrony po průchodu látkou nebo po reflexi na jejím povrchu dopadají na fluorescenční stínítko nebo fotografickou desku, kde se zaznamenávají.



Obr. 3. Elektronogram vzniklý reflexí na povrchu Cu. (Preparát a snímek Trüb, Täuber a Co.)

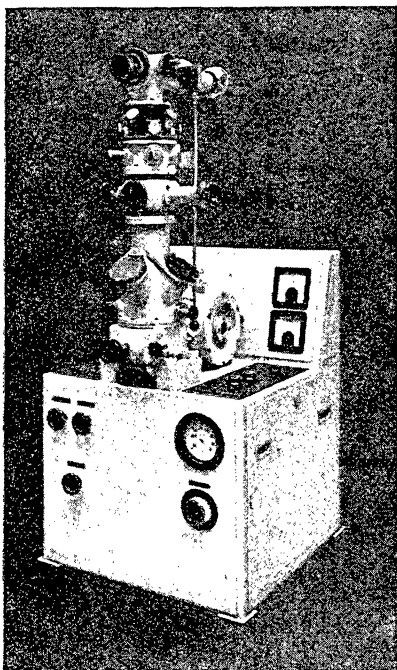


Obr. 4. Elektronogram s texturou vzniklý průchodem tepanou folií Au. (Preparát a snímek Rozsíval.)

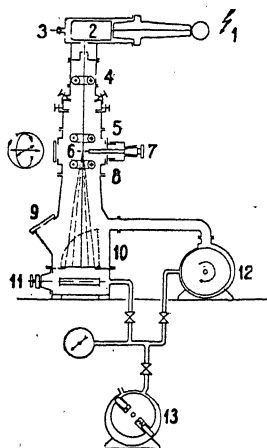
Velmi dokonalý elektronový difraktograf uvádí nyní na trh švýcarská firma Trüb, Täuber a Co., Zürich (obr. 5 a 6). Zdrojem elektronů je tu iontová trubice *I* speciální konstrukce (užitá také u elektronového mikroskopu a katodového oscilografu této firmy), která dává elektrony urychlené napětím asi 30 až 50 kV. Velmi jemný svazek elektronů, který se získává fokusací pomocí dvou elektronových čoček *4* a *5*, dopadá na preparát *6*, upevněný ve speciálním držáku *7* umožňujícím jednak všestranný pohyb preparátu, jednak velmi rychlou jeho výměnu. Pod preparátem je umístěna pomocná zobrazovací elektronová čočka *8*, již lze s malým zvětšením zobrazit studované místo preparátu. Ohybový diagram se pozoruje okénkem *9* na fluorescenčním stínítku *10* nebo se fotografuje na fotografický film nebo desku umístěné pod stínítkem. Difraktograf je čerpán molekulární vývěvou konstrukce Trüb, Täuber a Co., která proti jiným vysokovakuovým vývěvám má velikou přednost, že nepotřebuje ani vyhřívání ani ochlazování anebo vymrzávání par. Velmi důležité je také zařízení pro zamezení nabíjení se isolačních látek

při ozařování elektrony, protože nabitě preparáty odpuzují elektrony a zabraňují tak vzniku ohybových zjevů.

Výsledky této nové analyzační metody, která je v cizině již značně propracována a je také již užívána k řešení praktických problémů, jsou důležitým doplňkem výsledků získaných ostatními analyzačními metho-



Obr. 5. Celkový pohled na elektronový difraktograf TTC.



Obr. 6. Schema elektronového difraktografu TTC.

dami právě v takových případech, kdy ostatní známé metody selhávají. Je proto přirozené, že elektronové difraktografy, právě tak jako elektronové mikroskopy, jsou dnes již velmi důležitými pomocníky vědeckých a výzkumných pracovníků na celém světě a budou jimi jistě i u nás.

*

L'analyse structurale électronique. Les conditions de l'origine de la diffraction des électrons sont très favorables pour l'étudier la structure cristalline et son changement aux les couches très minces. Les méthodes de cette analyse sont analogues avec les méthodes roentgenographiques mais avec une différence importante, que l'analyse électronique est une méthode à vide. Pour l'exécution pratique de cette analyse on construit aujourd'hui les appareils spéciaux, les diffractographs. Dans l'article précédant sont cités quelques exemples de la diffraction des électrons et aussi la construction du diffractograph TTC.