

УДК 548.734

Новиков Микола Миколайович,
доктор фіз.-мат. наук,
професор кафедри фізики металів
фізичного факультету Київського
національного університету
імені Тараса Шевченка
(м. Київ)

ЩО ДО ПЕРІОДИЗАЦІЇ РЕНТГЕНОДИФРАКТОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УКРАЇНІ

Розглянуто три періоди розвитку рентгенодифрактометричних досліджень в Україні: становлення, інтенсивного розвитку та сучасного стану.

Рассмотрено три периода развития рентгенодифрактометрических исследований на Украине: возникновение, интенсивного развития, современного состояния.

Three periods of the development of the X-ray diffractometry studies are Considered in Ukraine: origin, intensive development, modern condition.

Наука має бути найважливішим втіленням Вітчизни ...
Луї Пастор

Як відомо, практично всі конструкційні матеріали є кристалічними. Це значить, що атомна структура в них упорядкована, кожен атом займає визначене структурною місце. У такому разі кристал нагадує собою дифракційну решітку і від нього мусить спостерігатися дифракційна картина, тобто чергування максимумів і мінімумів інтенсивності при відбитті чи проходженні через нього випромінювання. Відомо, що в оптиці дифракційна картина дає можливість визначити досконалість дифракційної решітки, встановити довжину падаючої на неї світлової хвилі. Стосовно кристалічних конструкційних матеріалів і елементів конструкцій це означало б створення методики контролю структури, складу, напружень – усіх тих елементів, які визначають їх досконалість.

На жаль, видимі промені поглинаються в більшості матеріалів, зокрема в металах і сплавах. Отже, слід було підібрати випромінювання, яке слабо поглинається цими речовинами. Таке глибоко проникаюче випромінювання було відкрито українцем за походженням І. Пулюєм та німецьким фізиком В.К.Рентгеном і одержало назву рентгенівських або X-променів.

У 1912 р. М. Лауе, В. Фридрих та П. Кніпінг вперше спостерігали дифракцію цього випромінювання при його проходженні через монокристали. Ці дослідження прямо вказували на наявність у речовині впорядкованої кристалічної будови і стали фундаментом використання рентгенодифракційних явищ для контролю багатьох фізичних характеристик монокристалів конструкційних, матеріалів і елементів конструкцій.

Стрімке зростання виробництва в кінці ХІХ і на початку ХХ ст. вивело Україну на рівень розвитку промисловості, зокрема машинобудування, на одне з чільних місць у тодішній Російській імперії. У зв'язку з цим було прийнято урядове рішення про відкриття у 1898р. Київського політехнічного інституту, на інженерному та технічному відділеннях якого почали готуватися спеціалісти-інженери, в тому числі і металургійного профілю. Зрозуміло, що як їхніх викладачів, так і студентство, майбутніх інженерів-практиків, надзвичайно цікавили можливі способи контролю досконалості відповідних технічних виробів, їх можна і потрібно було створити шляхом кропітких наукових пошуків.

На жаль, перед- та післяреволюційний спад виробництва негативно позначився на освітній галузі. До того ж швидка і непродумана реорганізація науки і освіти в післяреволюційний період на перших кроках не сприяла розвиткові наукових досліджень. Адміністративні рішення про створення інститутів народної освіти не стали стимулом розвитку науки. Щоб відновити практично завмерлу наукову роботу 2 грудня 1921 р. Рада Народних Комісарів УСРР своєю постановою [1] запропонувала створити мережу науково-дослідних кафедр (НДК) за окремими дисциплінами та групами наук. Передбачалось створення таких кафедр у великих містах із наявними науковими силами і навчально-допоміжними установами. Завданням НДК була розробка наукових проблем під керівництвом найбільш видатних учених. Постанова дала поштовх для організації подібних кафедр в усіх найголовніших центрах України. Зокрема, в Києві у грудні 1922 р. професором, а з 1929 р. академіком АН УРСР О.Г. Гольдманом в індустріальному (політехнічному) інституті була створена науково-дослідна кафедра фізики, яка згуртувала навколо себе значний колектив

висококваліфікованих фізиків і переросла в існуючий і донині інститут фізики АН України.

Організація НДК за великим рахунком була прогресивним явищем, бо останні намагалися не лише відгукуватись на численні запити швидко відновлюваної промисловості, але й підтримувати тісні зв'язки з учбовими закладами. У стінах НДК індустріального інституту в середині 20-х років минулого сторіччя і почалися перші в Україні рентгенодифрактометричні дослідження. Історія не зберегла точної дати початку цих робіт. Відомо лише, що їх автор, у майбутньому професор С.Д. Герцрікен у 1926 р., закінчивши фізико-математичний факультет Київського інституту народної освіти, вступив до аспірантури і вже у 1927 р. у співавторстві з В.С.Лашкарьовим (в майбутньому організатором і директором інституту фізики напівпровідників АН УРСР) в «Українських фізичних записках» опублікував наукову працю «Камера для дебаєграм зі зразків довільної форми». Цією роботою фактично було започатковано рентгенодифрактометричні дослідження в Україні.

Перший період цих досліджень, який на нашу думку тривав до 1941р., характеризувався примітивністю апаратного забезпечення і малочисленністю дослідників. Створивши і очоливши в 1930 р. в інституті фізики НКО УРСР відділ рентгенофізики, а в Київському університеті НДК рентгенометалофізики (1931 р.), яка через рік стала учбовою, С.Д. Герцрікен обмежився мінімальною кількістю співробітників (спочатку то був лише завідувач та 3-4 науковці).

Придбати в ті роки необхідне обладнання і матеріали, навіть при наявності коштів, було непросто. Оскільки фінансування було практично відсутнє, доводилося створювати устаткування своїми руками. Переборюючи ці труднощі, співробітники лабораторії змонтували рентгенівську апаратуру, з'явилися саморобні трансформатори, розбірні, а значить відкачувані перед кожним ввімкненням, рентгенівські трубки, розвішані по стелі приміщень лабораторії дроти високої напруги. Ця апаратура, не дивлячись на її примітивізм, дозволяла не лише виконувати нескладні дифрактометричні дослідження, але й займатися винахідницькою діяльністю. Так у 1934 р. під керівництвом С.Д. Герцрікена було розроблене спеціальне берилієве скло (ГЕТАН) майже прозоре для м'якого

рентгенівського випромінювання, що дозволило використати його в якості вікон рентгенівських трубок і згодом налагодити в СРСР виробництво стаціонарних, тобто відкачаних, запаяних трубок, які до того купувалися закордоном.

Отже, перший період рентгенодифрактометричних досліджень, який закінчився з початком війни, не зважаючи на примітивність обладнання, нестачу коштів і кваліфікованих кадрів, дав можливість створити в Україні відповідну учбово-наукову базу, яка стала трампліном подальшого розвитку цього важливого науково-практичного напрямку.

Другий період досліджень почався в повоєнні роки. Для нього є характерним розширення апаратурного і людського потенціалів галузі. На цьому етапі поряд з уже відомими в Україні з'являються нові центри рентгенодифракційних досліджень. Так у листопаді 1948р. було створено інститут металофізики АН УРСР і відділ рентгенофізики інституту фізики влився в структуру останнього. Розширила підготовку спеціалістів кафедра рентгенометалофізики Київського університету. У Харкові на базі політехнічного інституту з'явився центр рентгенівських досліджень, керований професором Б.Я. Пінесом, у новоствореному інституті фізики напівпровідників під керівництвом випускника кафедри рентгенометалофізики Л.І. Даценка була відкрита велика лабораторія, що займалася дифрактометричними дослідженнями елементарних напівпровідників і напівпровідникових сполук. У Чернівецькому університеті під керівництвом професора М.Д. Раранського почала працювати кафедра цього профілю. З'явилися великі рентгенівські лабораторії в інституті електрозварювання ім. Е.О. Патона та в інституті надтвердих матеріалів, відкрилися відповідні лабораторії на багатьох промислових підприємствах.

Такому широкому впровадженню рентгенодифракційних методів сприяло суттєве покращення приладного забезпечення досліджень. У цей період хоч подекуди і використовувалися ще саморобні, як правило, оригінальні установки, наприклад, відома камера О.З. Жмудського, що займала цілу кімнату і дозволяла визначати міжплощинну відстань у металах з точністю до четвертого - п'ятого знаку після коми, дослідників було в основному забезпечено апаратурою вітчизняного заводського виготовлення. Це були відомі серед спеціалістів

рентгенівські дифрактометричні апарати типу УРС (УРС-50, УРС-55, УРС-50-И, УРС-50-ИМ, УРС-60, УРС-70 тощо) та апарати для просвічування типу РУП. Вони комплектувались промисловими рентгенівськими трубками як розбірними, так і відкачаними, в основному типу БСВ, з водяним охолодженням аноду. Ця апаратура спочатку призначалася для фотографічної реєстрації рентгенівського випромінювання і не комплектувалася пристроями для вимірювання кутів (гоніометрами). У 70-х роках з'явилися дифрактометри типу ДРОН (від ДРОН-20 до ДРОН-4,0), де реєстрація кутового розподілу розсіяного рентгенівського випромінювання і його інтенсивності здійснювалася за допомогою гоніометричних установок і електронних детекторів. Це вже були прилади, що в якійсь мірі відповідали тодішньому світовому рівню, особливо апарати ДРОН-4,0, які комплектувалися персональним комп'ютером і де такі характеристики, як кути і інтенсивності відбиття, могли надходити в пам'ять цього комп'ютера та оброблятися далі за бажаною програмою. З'явилося багато учбової і наукової літератури присвяченої розглядуваному питанню.

Отже, другий період розвитку рентгенодифрактометричних досліджень характеризувався суттєвим зростанням потенціалу і можливостей, досягненням у цій області досліджень практично світового рівня. Правда, в кінці цього періоду (кінець 80-х років минулого століття) стало помітним певне відставання в приладному забезпеченні. Дійсно, західноєвропейські та японські фірми почали налагоджувати випуск сучасних автоматизованих дифрактометрів, які забезпечували суттєве скорочення часу досліджень і підвищення точності останніх. Відпадала необхідність ретельного юстування зразків, прилад за заданою програмою виконував ці операції автоматично і швидко. Автоматично ж при потребі прилад сканував зразок, вибираючи потрібні для дослідження точки і ділянки. Отримана інформація оброблялася за заданою програмою, при потребі порівнювалася з табличними даними і виводилася на екран комп'ютера чи на принтер. Було розроблено потужні рентгенівські джерела, з'явилася можливість використання надпотужного синхротронного випромінювання. Подібної апаратури наші дослідники не мали. Це було дороге устаткування, яке в нашій країні не виготовлялося. Але відсутність його надолужувалася кропіткою

експериментальною роботою та ґрунтовною теоретичною обробкою одержаних даних. У цей період отримали світове визнання теоретичні праці А.А. Смірнова та М.О. Кривоглаза та їх талановитих учнів К.П. Рябошапки і В.П. Молодкіна, була розроблена кінематична та започаткована динамічна теорія розсіяння рентгенівського випромінювання.

Все це відкрило перспективи вивчення розсіяння випромінювання не лише монолітними, але й багат шаровими структурами [2].

Так починався сучасний третій період вивчення і використання рентгенівських дифрактометричних методик. На жаль, хронологічно він прийшовся на час значного скорочення українського промислового потенціалу, коли було закрито або перепрофільовано ряд великих промислових підприємств, а отже перестали працювати тамтешні рентгенівські лабораторії. Скоротилося і число працівників у академічних та вузівських лабораторіях. Старі великі лабораторії продовжували працювати (наприклад, в інститутах напівпровідників, металофізики, в Чернівецькому та Київському університетах тощо), але вони були поставлені в екстремальні умови. Як відомо, рентгенівське обладнання навіть витратне, таке як джерела випромінювання – рентгенівські трубки, в Україні не виготовляється, його придбання закордоном потребує великих витрат і при практичній відсутності бюджетного фінансування стає недосяжним. Тому похвалитися новим обладнанням можуть навіть далеко не всі з найбільш впливових установ. Так нещодавно інститутом напівпровідників було закуплено в Німеччині сучасний високороздільний рентгенівський дифрактометр, який дав можливість керованій професором В.П. Кладько лабораторії зайняти чільне місце серед структур, що займаються подібними проблемами. В інших лабораторіях науковці і практики продовжують працювати на застарілому обладнанні, а тому найбільш вагомі результати отримують в основному там, де традиційно приділяють значну увагу теоретичним дослідженням. У результаті має місце суттєве скорочення кількості наукових публікацій з даної тематики, особливо тих, авторами яких були співробітники невеликих дослідно-виробничих центрів.

Отже, третій сучасний період, на жаль, характеризується спадом інтенсивності досліджень, особливо експериментальних. Така ситуація досить

прикра, бо існуючий в Україні науковий потенціал дозволяє постійно збільшувати обсяг цих надзвичайно корисних у практичному відношенні пошуків. І залишається тільки сподіватися, що цей науковий потенціал буде використано. Наша країна займе належне їй за науковим потенціалом місце серед розвинених країн світу.

Список використаної літератури

1. *Наука на Україні: Орган Науч. Ком. Укрглавпрофобра.* – 1922. – № 1. – 116 с.
2. *Рентгенооптичні ефекти в багатошарових періодичних квантових структурах* / В.П. Кладько, В.Ф. Мачулін, Д.О. Григор'єв, І.В. Прокопенко. – К., Наук. думка, 2006. – 284 с.