

РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИМ ДИФРАКТРОМЕТРОМ ДРОН-3М

На базі персонального комп'ютера *IBM PC*, контролера і рентгенівського дифрактометра ДРОН-3М розроблено апаратну систему для дослідження поверхні кристала методами повного зовнішнього відбивання рентгенівських променів. Система керується програмою, написаною мовою *Turbo Pascal 7,0*.

On the base of the personal computer *IBM PC*, controller and X-ray diffractometer *DRON-3M* the hardware system is created for the investigation of crystal surface using x-ray total external reflection method. The system is controlled by the program created with *Turbo Pascal 7,0*.

При дослідженні поверхні кристала методами повного зовнішнього відбивання рентгенівських променів на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-3М багаторазово повторюються такі операції: обертання приставок гоніометра, детектора і приставки досліджуваного кристала на певний кут, а також зчитування кількості імпульсів (рис. 1).

Для підвищення ефективності досліджень ставилась задача автоматизації фізичного експерименту, тобто комп'ютерного керування установкою, циклічне виконання операції повороту і зчитування імпульсів (кількість імпульсів пропорційна інтенсивності рентгенівських променів, що попадають у детектор). Така автоматизація експерименту дозволяє не тільки збільшити точність отриманих даних, зменшити витрати часу персоналом, але й підвищити захист людей від рентгенівського випромінювання.

Управління експериментальною установкою здійснюється спеціально розробленою програмою з *IBM* сумісного комп'ютера через паралельний порт. Безпосередньо керує дифрактометром ДРОН-3М, вбудований в апарат комплекс управління дифрактометром (КУД-1). Для взаємодії комп'ютера з КУД-1 і було створено контролер установки КУ-1, який складається з блоку введення БВ-1 і блоку управління БУ-1. Через блок управління комп'ютер КУД-1 керує роботою, а через блок вводу зчитує дані з КУД-1.

За схемою експерименту [1] досліджуваний кристал *K* встановлюється на приставку *П* (рис. 1),

яка може повертатися у потрібному кутовому діапазоні. Кристал-аналізатор *A* розміщується на приставці гоніометра *Г*. Приставка гоніометра і детектор можуть повертатися незалежно, а також у зв'язаному режимі.

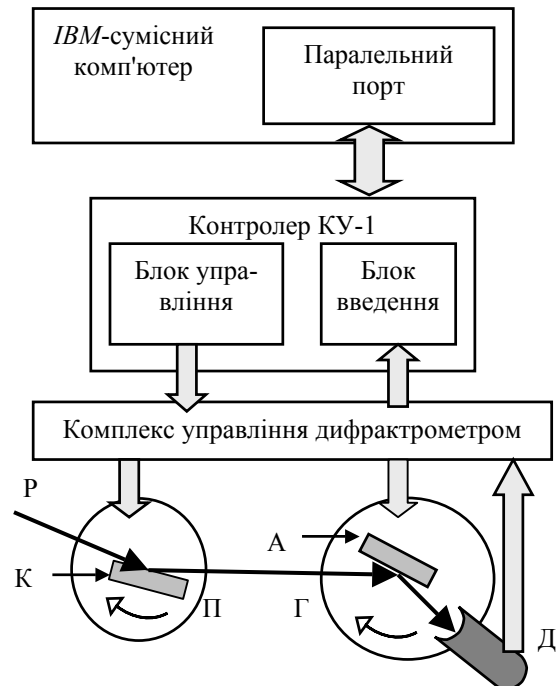


Рис. 1 Структурна схема автоматизованої системи на базі дифрактометра ДРОН-3М: *P* – пучок рентгенівських променів, *П* – приставка, на якій розміщується досліджуваний кристал *K*, *Г* – приставка гоніометра, на якій розміщений кристал-аналізатор *A*, *D* – детектор.

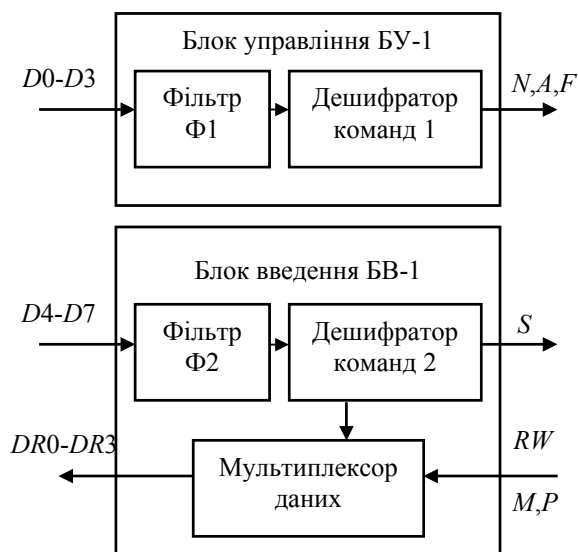


Рис.2. Структурна схема контролера КУ-1

Для організації обміну даними між комп'ютером і контролером було використано паралельний порт (інтерфейс *Centronics*), який в даному випадку має ряд переваг: стандартність, простота під'єднання, паралельність [2]. Для виведення даних з комп'ютера використовується восьмирозрядна шина даних інтерфейсу *Centronics* (сигнали $D0... D7$). Для введення даних у комп'ютер використовується чотири розряди п'ятирозрядної шини стану (сигнали – *ERROR, SLCT, PE, ACK* або відповідно $DR0-DR3$).

Структурна схема контролера КУ-1 представлена на рис.2.

Фільтри $\Phi 1$ і $\Phi 2$ призначені для підвищення надійності роботи контролера. Дешифратор команд 1 відповідно до сигналів з комп'ютера $D0-D3$ видає на магістраль КУД-1 сигнали N, A, F . КУД-1 виготовлений за міжнародною системою модульної електроніки КАМАК [3], згідно з якою N – номер модуля в КУД-1, A – номер блока в модулі, F – номер функції. Дешифратор команд 2 відповідно до сигналів з комп'ютера $D4-D7$ видає на магістраль КУД-1 стробуючі сигнали S і керує роботою мультиплексора даних, який зчитує з КУД-1 сигнали кількості імпульсів RW , кута повороту M , стану системи P .

Головна складова програмного забезпечення системи – програма *DRON-1* виконана мовою *Turbo Pascal 7.0* [4]. Перед початком роботи програма зчитує з клавіатури (або з файлу) початкові дані для проведення експерименту: назву файлу, в якому будуть зберігатися результати, початковий і кінцевий кут повороту, крок повороту, час експозиції і кількість зчитувань імпульсів у точці.

У залежності від того який метод реалізується чи метод інтегральних кривих повного зовнішнього відбивання чи диференціальний метод може повертатися лише приставка досліджуваного кристала або лише приставка аналізатора, або одночасно повертатися приставка аналізатора з детектором.

На основі початкового і кінцевого кутів, кроку повороту програма розраховує кількість точок, у яких буде здійснюватись зчитування імпульсів. У початковій точці запускається процедура зчитування імпульсів. Далі відбувається поворот однієї з приставок або детектора на заданий кут. Після повороту у новій точці відбувається зчитування кількості імпульсів, яке і записується у файл. На основі значень кількості імпульсів у просканованих точках програма буде на екрані монітора графік з автоматичним вибором масштабу. При проходженні повного кутового діапазону програма припиняє сканування, після чого у діалоговому режимі з оператором починається математична обробка експериментальних даних.

Зазначимо, що розроблена нами програма дозволяє записувати дані у форматах, доступних для таких програмних продуктів, як *Origin* і *Microsoft Excel*.

Незначна модифікація розроблених контролера КУ-1 і програмних продуктів дозволила автоматизувати проведення експериментальних досліджень і на рентгенівських установках ДРОН-2 і УРТ-1.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фодчук І.М., Раранський А.М., Кивецька М.Л., Баловсяк С.В. Трьохкристальна рентгенівська рефлектометрія // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 32: Фізика. - Чернівці: ЧДУ, 1998. - С.45-52.
2. Новиков Ю.В., Калашиников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. - М.: ЭКОМ, 1997.
3. Певчев Ю.Ф., Финогенов К.Г. Автоматизация физического эксперимента. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
4. Епанешников А.М., Епанешников В.А. Программирование в среде Turbo Pascal 7.0. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995.