

УДК 621.386.1

В.Д. Федорів¹, І.П. Яремій¹, П.М. Райтер², Т.І. Присяжнюк², Ю.В. Гавенчук¹,
С.І. Яремій¹, В.В. Куровець¹, У.О. Томин¹

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИМ ДИФРАКТОМЕТРОМ ТИПУ ДРОН

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, 76000 Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: yaremiy@rambler.ru, тел: +(03422) 59-60-80

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, 76019 Івано-Франківськ, Україна

Розроблена система автоматичного керування установками типу ДРОН. За допомогою програмного забезпечення через персональний комп'ютер проводиться автоматичне управління гоніометром та зчитування й запис дифрактограм. Дана модифікація дозволяє значно оптимізувати роботу оператора й підвищити його захист від рентгенівського випромінювання.

Ключові слова: рентгенівський дифрактометр, кроковий двигун, гоніометр, детектор.

Рентгеноструктурний аналіз є основним методом дослідження кристалічної структури матеріалів, перевагами якого є те, що він експресний та неруйнівний. При рентгеноструктурному аналізі використовується апаратура з двома способами реєстрації дифракційної картини – фотографічним і за допомогою лічильника квантів.

Перший із них реалізується при використанні рентгенівських камер, а другий – у дифрактометрах. Зважаючи на те, що реєстрація розсіяного рентгенівського випромінювання в дифрактометрах на різних кутах відбувається в різні моменти часу (на відміну від фотореєстрації), вимоги до стабільної роботи джерела рентгенівських променів та приладу, за допомогою якого їх реєструють, є значно вищими [1].

Також важливе значення при цьому має спосіб виведення інформації, оскільки в сучасних умовах опрацювання експериментальних дифрактограм відбувається з використанням різного програмного забезпечення.

Тому для підвищення ефективності досліджень існує потреба автоматизувати роботу приладу, тобто реалізувати комп'ютерне керування установкою (виконання операції повороту столика зразка чи лічильника й зчитування імпульсів (кількість імпульсів пропорційна інтенсивності рентгенівських променів, що попадають у детектор)). Така автоматизація роботи дозволяє не тільки збільшити точність отриманих даних та зменшити витрату часу персоналом, але й підвищити захист оператора від шкідливого впливу рентгенівського випромінювання.

Пропонована модифікація була проведена нами на установках типу ДРОН (ДРОН-2 та ДРОН-3).

Для вирішення вказаної задачі було розроблено приставку автоматизованого керування рентгенівським дифрактометром та програмне забезпечення, за допомогою яких може здійснюватися управління дифрактометром через паралельний порт. Безпосередньо управляє дифрактометром ДРОН система автоматичного керування, яка призначена для виконання таких функцій:

- управління кроковим двигуном для електроприводу руху тримача зразка та лічильника за програмою, заданою з персонального комп'ютера;
- керування процесом зчитування показів із пристрою підрахунку кількості імпульсів за час експозиції або часу експозиції при наборі заданої кількості імпульсів;
- задання з комп'ютера часу експозиції та кута одиничного повороту гоніометра, а також кутового діапазону вимірювань;
- збереження результатів та параметрів вимірювання у файлі на комп'ютері;
- відображення на екрані монітора комп'ютера експериментальної дифрактограми в процесі її отримання.

Розроблена система автоматизованого керування рентгенівським дифрактометром типу ДРОН складається з таких блоків (рис. 1). Силовий блок електроприводу чотирифазного крокового двигуна 2 призначений для підсилення потужності сигналів керування, що подаються з блоку керування на кроковий двигун. Для установки ДРОН-2 додатково вводиться блок 5 – елект-

ронний блок узгодження рівнів сигналів (-12...0 В / 5...0 В) між мікропроцесорним блоком керування та блоком реєстрації рентгенівських променів. Електронний обчислювальний пристрій, який входить у комплектацію рентгенівського дифрактометра, призначений для первинної обробки та реєстрації імпульсної інформації, яка поступає з попередніх підсилювачів детектора випромінювання, а також для управління дифрактометром.

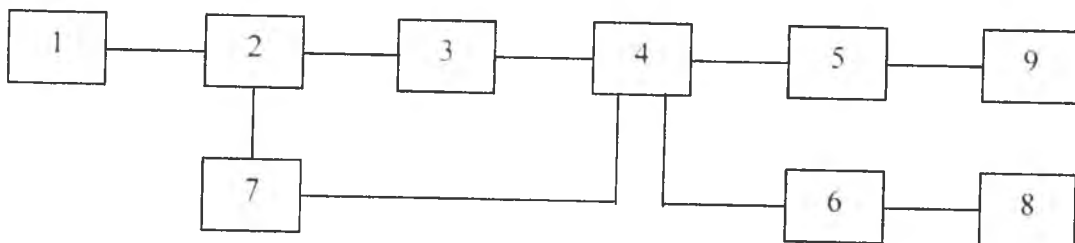


Рис. 1. Структурна схема системи автоматизованого керування рентгенівським дифрактометром:

- 1 – кроковий двигун ДШИ-200-2-3 (аналог DYNASYN 4SHG-023A 39S);
- 2 – силовий блок електроприводу чотирифазного крокового двигуна;
- 3 – мікропроцесорний блок генерації послідовності керуючих сигналів для крокового двигуна;
- 4 – мікропроцесорний блок генерування сигналів керування блоком автоматизованого керування та зчитування показів рентгенівського дифрактометра;
- 5 – електронний блок узгодження рівнів сигналів (-12...0 В / 5...0 В) між мікропроцесорним блоком керування та блоком реєстрації рентгенівських променів (для установки ДРОН-2);
- 6 – блок узгодження мікропроцесорного блока керування з персональним комп'ютером;
- 7 – блок живлення мікропроцесорного блока та блока електроприводу;
- 8 – персональний комп'ютер з каналом зв'язку по послідовному інтерфейсу RS-232;
- 9 – електронний обчислювальний пристрій для первинної обробки та реєстрації імпульсної інформації, яка поступає з попередніх підсилювачів детектора випромінювання, а також для управління дифрактометром.

Блоки 2, 3, 4, 5, 6, 7 конструктивно розміщені в одному корпусі і є, по-суті, автономним по живленню пристроєм, що керується персональним комп'ютером через послідовний інтерфейс RS-232.

Інтерфейс розробленої програми управління представлений на рис. 2.

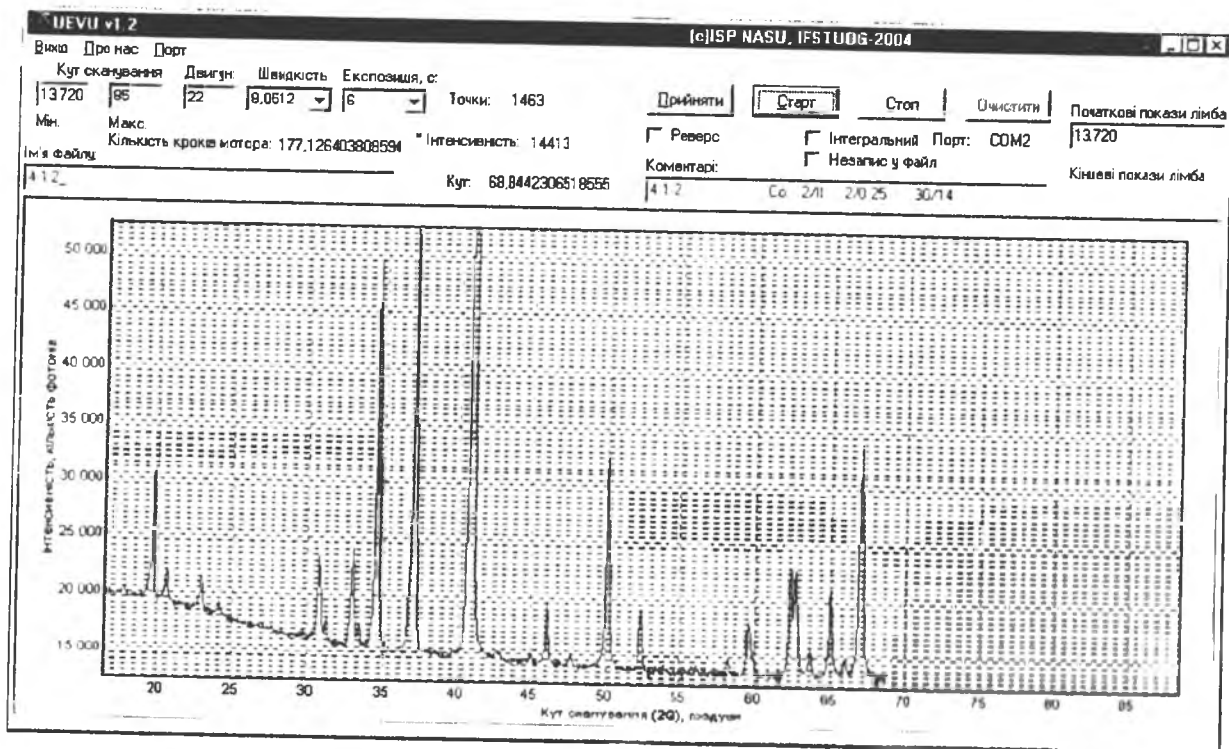


Рис. 2. Інтерфейс програми управління рентгенівським дифрактометром

Програмне забезпечення графічного інтерфейсу користувача оформлене у вигляді закінченого виконавчого модуля. Головна складова програмного забезпечення системи – програма DRON, виконана мовою Delphi 7 [2].

При запуску системи на вимірювання виконується ряд настроювань у середовищі програми DRON.exe на персональному комп'ютері, основними з яких є:

- установлення діапазону кутів сканування та значення часу експозиції вимірювання в одній точці;
- у вікні “Двигун” набирається число в діапазоні від 1 (мінімальне значення) до 255 (максимальне значення), що відповідає значенню кута повороту валу двигуна після проведення одного вимірювання. Абсолютні значення реальних кутів повороту гоніометра розраховуються, виходячи зі значень встановленої передачі редуктора гоніометра (швидкості) та кута повороту вала крокового двигуна 7,5 кут. градусів при встановленні значення 1 у вікні “Двигун”;
- у вікні “Швидкість” зі спадаючого меню вибирається те значення швидкості (передачі), яке попередньо вмикається на гоніометрі і є робочим при вимірюванні.

У програмі є можливість змінювати напрям повертання зразкотримача та лічильника, вписувати коментарі й особливості параметрів зйомки, а також покази кутів повороту столика зразка та детектора.

За необхідності переривання процесу вимірювань натискається клавіша “Смон”. Після цього здійснюється повне вимірювання ще однієї точки й процес вимірювання закінчується.

У процесі вимірювань дані налаштування та вимірювань записуються у файл, ім'я якого по замовчуванню є часом початку вимірювання, а при заданні назви файла оператором час початку вимірювання додається до назви файла. Такий формат запису дозволяє зберегти експериментальну криву навіть у випадку збою живлення приладу чи “підвисання” комп'ютера, а вказаний вище запис назви файла – випадкової заміни існуючого файла новим.

Для оптимізації роботи оператора та для контролю кутового положення столика зразка й лічильника була розроблена приставка, за допомогою якої здійснюється відеонагляд за екраном гоніометра, на якому відображаються кути. Це спрощує роботу оператора при виведенні у відбиваюче положення монокристалів чи підведенні до певного кута. Також передбачена можливість фотографування екрана гоніометра в процесі знімання дифрактограм через певну кількість експериментальних точок з наступним використанням отриманих фотографій як реперних точок для калібрування кута повороту зразка або лічильника.

Проведена модифікація системи управління, реєстрації та виведення інформації при дослідженні структури кристалічних матеріалів за допомогою рентгенівських дифрактометрів типу ДРОН, де багаторазово повторюються операції обертання детектора й досліджуваного зразка на певний кут, а також зчитування кількості імпульсів, дозволила значно оптимізувати роботу оператора та сприяє підвищенню його захисту від впливу рентгенівських променів.

1. Руководство по рентгеновскому исследованию минералов / под ред. В. А. Франк-Каменецкого. – Л. : Недра, 1975. – 399 с.
2. Архангельский А. Я. Программирование в Delphi 7 / А. Я. Архангельский. – М. : Бинум-Пресс, 2003. – 1152 с.

The system of automatic control of DRON was developed. Automatic control of goniometry and read-out, record of diffractograms were realized by software through personal computer. This modification allows considerably to optimize work of operator and promote its protecting from X-ray radiation.

Key words: x-ray diffractometer, foot-pace engine, goniometr, detector.

Федорів Василь Дмитрович – к.ф.-м.н., доцент кафедри матеріалознавства і новітніх технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Яремій Іван Петрович – к.ф.-м.н., докторант кафедри матеріалознавства і новітніх технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Райтер Петро Миколайович – к.т.н., доцент кафедри технічної діагностики і моніторингу Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Присяжнюк Тарас Іванович – аспірант Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Гавенчук Юрій Васильович – м.н.с. кафедри матеріалознавства і новітніх технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Яремій Софія Іванівна – к.ф.-м.н., провідний фахівець ННЦДМ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Куровець Валентина Василівна – м.н.с. Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Томин Уляна Олексіївна – студентка V курсу фізико-технічного факультету.