

КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ МІШЕНІ В ЕКСПЕРИМЕНТАХ НА ПРИСКОРЮВАЧІ

М. В. Арцимович, І. О. Мазний, В. І. Сорока

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Описано нову систему дистанційного керування маніпулятором мішені в експериментах на прискорювачі. Маніпулятор включає трьохосний гоніометр і тримач мішені. Апаратне забезпечення керування здійснюється за допомогою модифікованого модуля керування кроковим двигуном у стандарті КАМАК. Модифікований модуль розраховано на роботу з чотирма кроковими двигунами, замість одного. Розроблено програмне забезпечення керування цим модулем. Систему випробувано в реальних умовах експерименту.

Вступ

У роботі [1] описано установку “Каніон”, розроблену Інститутом ядерних досліджень (ІЯД) та Інститутом металофізики НАН України. Планувалося, що вона буде використовуватися для експериментів на електростатичному прискорювачі ІЯД й основним її призначенням стане дослідження орієнтаційних ефектів при проходженні заряджених частинок через монокристали. Фактично виявилось, що установка може використовуватися для постановки різнопланових експериментів як у галузі власне ядерної фізики, так і прикладної ядерної фізики. Особливо це стосується досліджень, для яких підвищено вимоги щодо кутової роздільної здатності або для яких важливо якомога точніше знати кут нахилу поверхні мішені (зразка) щодо осі пучка з прискорювача.

Процедура орієнтування жорстко колімованого, з малим емітансом, пучка прискорених частинок по відношенню до вибраного кристалографічного напрямку є досить складною, а тому розробці маніпулятора мішені приділялася велика увага. Відзначимо, що його метрологічні випробування здійснювалися на заводі “Арсенал”. В експериментальному залі електростатичного прискорювача, де установка випробовувалася в зборі, спочатку для метрологічних перевірок використовували промінь лазера, а потім пучок протонів. У результаті коректувань отримано параметри, що повністю відповідають стандартам та вимогам щодо постановки зазначених експериментів з пучками частинок низьких та середніх енергій [2, 3].

Установка “Каніон” постійно модернізується з метою розширення можливостей її використання [4, 5]. Постановка задач модернізації залежить і від підвищених вимог, які ставляться до умов експерименту, і від наявності нової елементної бази чи нових приладів. У цьому відношенні система дистанційного керування маніпулятором мішені зазнала суттєвих змін у порівнянні з її

початковим варіантом. Далі опишемо цю оновлену систему, зазначивши спочатку основні характеристики маніпулятора.

Маніпулятор мішені

На рис. 1 показано фотокопію маніпулятора, розміщеного в камері реакцій.

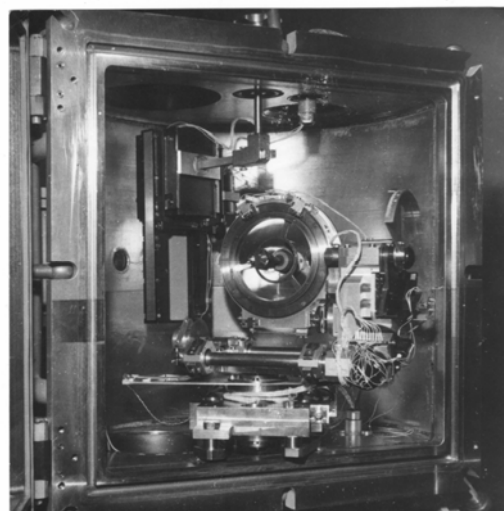


Рис. 1. Внутрішній вигляд камери реакцій (гоніометр у центрі).

У камері підтримується вакуум на рівні 10^{-6} мм рт. ст. (з безмасляною відкачкою, без прогріву установки). Передбачено прогрів установки. Трьохосовий гоніометр є головною частиною маніпулятора. Він служить для вимірювання кутів нахилу та повороту мішені. Крокові двигуни приводу осей гоніометра знаходяться в камері. Межі зміни кутів гоніометра такі: вісь “Z” (вертикальна) – $\pm 75^\circ$, вісь “Y” (горизонтальна) – $\pm 45^\circ$, вісь “X” (обертання) – $\pm 360^\circ$. Мінімальний кут повороту для всіх осей становить $0,015^\circ$. Регулювання положення осей гоніометра в просторі продовжувалося до тих пір, доки не було досягнуто, щоб точка перетину осей нахилу з віссю обертання знаходилася на поверхні досліджуваної мішені з точністю $\sim 0,1$ мм. Досягнуто також, щоб нахил осі обертання до робочої поверхні мішені не перевищував 1° .

Другою важливою частиною маніпулятора є тримач мішені. Було спроектовано й виготовлено три типи тримачів: для товстого (на відбивання) зразка, з прогрівом і контролем температури; для тонкого (на простріл) зразка, з прогрівом і контролем температури; для набору зразків (4 - 8 шт., без прогріву). Для автоматичної заміни зразка в останньому випадку використовується окремий кроковий двигун. Зміщення зони опромінення на поверхні зразка, при відпрацюванні одного кроку двигуна, становило 0,3 мм. Перевірено, що просторове положення робочої поверхні зразка (після операцій їх заміни, нахилів та поворотів) відтворюється з точністю $\sim 0,1$ мм.

Керування маніпулятором

Апаратне забезпечення

Для дистанційного керування маніпулятором мішені спочатку використовувалися чотири еле-

ктронні блоки, спеціально розроблені з цією метою [1]. Три блоки призначалися для керування роботою крокових двигунів (КД) приводу трьох осей гоніометра. Четвертий блок призначався для КД приводу тримача мішені. Доцільність використання для опрацювання даних модульної системної електроніки в стандарті КАМАК і наявність у ній модуля керування кроковим двигуном (МККД) [6] спонукали внести зміни до початкового варіанта керування маніпулятором мішені та експериментом взагалі. Але перш, ніж повністю перейти до електроніки КАМАК, доцільно було модифікувати стандартний МККД, розрахований на роботу з одним КД. У результаті отримано модуль, за допомогою якого з'явилася можливість керувати чотирма КД. На рис. 2 показано зміни, які внесені в структурну схему МККД.

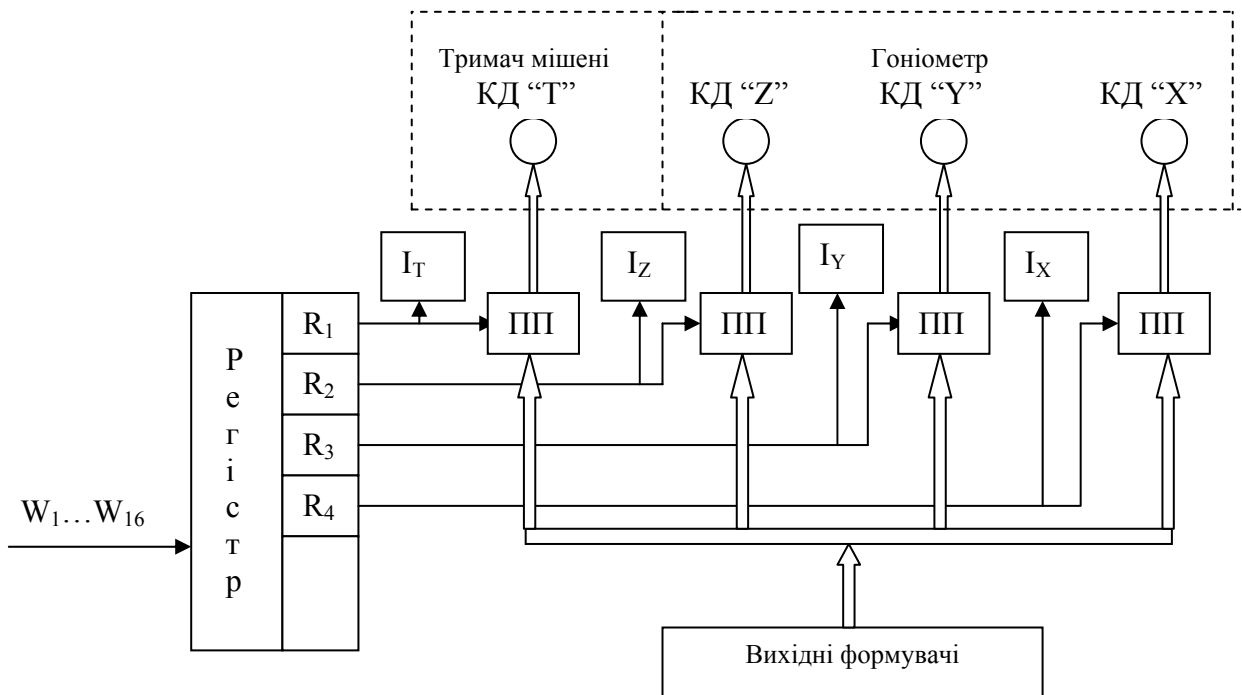


Рис. 2. Структурна схема модуля керування кроковими двигунами.

Укажемо на ці зміни. З використанням нової елементної бази було розроблено, виготовлено й розміщено на платі стандартного блока МККД чотири підсилювачі потужності (ПП), кожен з яких навантажено обмотками КД. У нашому випадку це чотирифазні КД з чотиритактною системою комутації. Підсилювачі підключено до вихідних формувачів імпульсів модуля в стандарті КАМАК. З метою організації роботи крокових двигунів використано частину розрядів регістру періоду (швидкості обертання КД). Регістр періоду розділено на дві підгрупи. До першої підгрупи віднесено чотири нижчі розряди регіст-

ру ($W_1 \dots W_4$). Виходи ($R_1 \dots R_4$) з цієї підгрупи регістру вмикають або вимикають підсилювачі потужності приводів КД "Т", КД "Z", КД "Y" та КД "X". Ці ж сигнали подаються на відповідні індикатори (I). Вищі розряди регістру періоду ($W_5 \dots W_{16}$) виконують своє початкове призначення [6].

Відомо, що керування напрямком повороту, швидкістю та числом кроків (кутом повороту КД) здійснюється як за сигналами, що поступають із магістралі крейту КАМАК, так і вручну з передньої панелі модуля. У зв'язку з викладеним вище панель модуля також зазнала невеликих змін. Зо-

крема, на ній тепер розміщено чотири гнізда для підключення КД та додаткову індикацію.

Програмне забезпечення

Структурну схему забезпечення керування маніпулятором мішені показано на рис. 3.

На початковому етапі роботи з КД необхідно:
 а) вибрати номер мішені (T_n); б) вибрати вісь гоніометра (X, Y, Z); в) вибрати напрямок руху КД (R, L); г) задати кількість кроків; д) задати період обертання. Уведені дані перевіряються на розмі-

рність та допустимість. Так, кількість кроків має розмірність 7 біт і знаходиться в діапазоні від 0 до 127. Розмірність періоду обертання становить 4 біти й може мати значення від 0 до 15. Розташування біт у регістрі стану керування КД таке: напрямок руху – 15-й розряд, кількість кроків – від 8-го по 14-й розряд, період обертання – від 4-го по 7-й розряд, мішень T – 3-й, вісь гоніометра Z – 2-й, вісь Y – 1-й, вісь X – 0-й розряди відповідно.



Рис. 3. Структурна схема програмного забезпечення керування КД.

Запуск пристрою здійснюється через запис сформованих даних у регістр керування КД, який видається на магістраль шини КАМАК у вигляді команди $F(16) A(0) <W_1 \dots W_{16}>$. Після відпрацювання модулем заданої кількості кроків на магістраль шини КАМАК видається сигнал запиту на переривання LAM. Цей сигнал через інтерфейс КАМАК-ПЕОМ генерує переривання IRQ

на магістралі ПЕОМ. Програма опрацювання переривання визначає та відображає на екрані монітора положення кожного з двигунів (у мінутах) та останній напрямок руху двигуна (L, R). Після цього відбувається перехід у режим введення нових параметрів для формування та виконання чергового циклу або перехід до програми експерименту.

Висновки

Модифіковану систему дистанційного керування маніпулятором мішені випробувано на тандемному прискорювачі ЕПГ-10 ІЯД НАН України. Випробування показали її працездатність. Заплановано нові експерименти по дослідженню

та використанню орієнтаційних ефектів при взаємодії заряджених частинок із кристалами. У першу чергу плануються експерименти по дослідженню передбачуваного нами теоретично ефекту впливу електромагнітної спин-орбітальної взаємодії на рух іонів у кристалах за умови площинного квазіканалювання [7].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Арцимович М.В., Легков Б.Е., Могильник И.Ф. и др. Установка «Камион» для исследования ориентационных эффектов. - Киев, 1983. - 17 с. - (Препр. / НАН Украины. Ин-т ядерных исслед.; КИЯИ -83-95).
2. Donald S. Gemmell. Channeling and related effects in the motion of charged particles through crystals // Rev. Mod. Phys. - 1974. - Vol. 46, No. 1. - P. 129 - 227.
3. Chu W.K., Mayer J.M., Nicolet M.A. Backscattering spectrometry. - New York: Academic Press, 1978.
4. Artsimovich M.V., Mogilnik I.F., Soroka V.I. The measuring and calculating complex "Kanion" for researches in the field of the applied nuclear physics.- Kyiv, 1997. - 18 p.- (Prepr. / Academy of Sciences of Ukraine. Institute for Nuclear Research; KINR-97-8).
5. Сорока В.І., Арцимович М.В., Мазний І.О. Метод та установка для дослідження орієнтаційних залежностей проходження іонів через тонкі монокристали // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досл. - 2003. - № 1 (9). - С. 126 - 134.
6. Модуль управління шаговим двигателем МУШД (S-MD): Техническое описание ШЛЗ 057.118 ТО АН СССР. Ин-т радиотехники и электроники. - Вильнюс, 1985. - 23 с.
7. Soroka V.I. Influence of the electromagnetic spin-orbit interaction on the motion of ions in crystals under planar quasi-channeling // Ukr. J. Phys. - 2004. - Vol. 49, No. 9. - P. 911 - 916.

**УПРАВЛЕНИЕ МАНІПУЛЯТОРОМ МІШЕНІ
В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА УСКОРИТЕЛЕ**

М. В. Арцимович, И. А. Мазный, В. И. Сорока

Описывается новая система дистанционного управления манипулятором мишени в экспериментах на ускорителе. Манипулятор состоит из трехосного гониометра и держателя мишени. Аппаратное обеспечение управления осуществляется с помощью модифицированного модуля управления шаговым двигателем в стандарте КАМАК. Модифицированный модуль рассчитан на работу с четырьмя шаговыми двигателями, вместо одного. Разработано программное обеспечение управления этим модулем. Систему опробовано в реальных условиях эксперимента.

**TARGET MANIPULATOR CONTROL
IN EXPERIMENTS AT AN ACCELERATOR**

M. V. Artsimovich, I. O. Mazny, V. I. Soroka

The new system of distant control by the target manipulator in experiments at an accelerator is described. The manipulator consists of the three-axis goniometer and the target holder. The hardware maintenance of the control is carried out by means of a modified step-motor driver in the CAMAC standard. This driver is suitable for the work with four step-motors, instead of one. The software maintenance of the control has been worked out as well. The system has been tested at the practicable conditions of an experiment.

Надійшла до редакції 05.06.08,
після доопрацювання – 15.07.08.