

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПРИСКОРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС МАС

І. С. Гук, П. І. Гладких, Г. Д. Коваленко, С. І. Прохорець, Є. В. Рудичев, Д. Ю. Шахов

Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Харків, Україна

Бурхливий розвиток прискорювальних технологій в середині двадцятого століття привів до створення великої кількості прискорювачів, які стали основою для проведення фундаментальних, а потім прикладних ядерно-фізичних досліджень в світі. Були побудовані і розробляються на основі прискорювачів потужні джерела електронів, позитронів, фотонів і нейтронів, з допомогою яких проводяться дослідження, важливі для ядерної фізики і енергетики, ядерної медицини, фізики твердого тіла, фізики плазми і багатьох інших галузей науки і техніки.

До 1993 року Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» мав низку унікальних прискорювальних установок: найбільші в Європі лінійні прискорювачі ЛУ-2000 та ЛУ-300, накопичувач Н-100 та ряд прискорювачів на меншу енергію. В інституті був сформований найбільший в Україні колектив висококваліфікованих фахівців з ядерної фізики та фізики прискорювачів.

Прискорювачі ЛУ-2000 та ЛУ-300 були розроблені і виготовлені наприкінці 50 років попереднього століття і запущені на початку 60 років. Вже в 80 роки стала зрозумілою невідповідність параметрів пучка цих прискорювачів потребам ядерно-фізичних експериментів і була запропонована модернізація шляхом розробки накопичувача-розтягувача пучка PSR-2000 та джерела синхротронного випромінювання на енергію 3 ГеВ. Проект був розроблений, почалася робота по виготовленню головних зразків обладнання, але, в зв'язку з розпадом СРСР, фінансування реалізації проекту було припинено.

Після 1993 року в Росії було ліквідовано виробництво клістронів для наших прискорювачів і великі прискорювачі були зупинені. Експериментальна робота, що становить основу ядерно-фізичних досліджень, практично припинилася, наукові співробітники були змушені переносити свої дослідження на інші установки поза Україною або перекваліфікуватися. Відсутність «живої» роботи в першу чергу призвела до відтоку з України молодих фахівців з цієї галузі наукової діяльності та старіння кадрів.

На даний час в Україні працюють тільки чотири прискорювача електронів: технологічний прискорювач ЛУ-10 на енергію 10 МеВ, прискорювач ЛУ-30 на енергію 30 МеВ, прискорювач ЛУ-40 в ННЦ ХФТІ, роботу яких вдалось відновити після завданих війною пошкоджень, і мікротрон М 30 на енергію 25 МеВ в Інституті електронної фізики в Ужгороді.

Відсутність прискорювачів і ядерно-фізичних установок, побудованих на основі новітніх технологій, привела до катастрофічного падіння підготовки фахівців в галузі ядерно-фізичних досліджень, край необхідних для підтримання атомної енергетики України. Це виключає також доступ вчених України до створення сучасних прискорювачів для потреб науки і ядерних технологій як в країні, так і в світі.

Очевидно, що розгляд нової державної програми розвитку ядерно-фізичних і прикладних досліджень з використанням прискорювачів електронів [1], а також прискорювального комплексу для її реалізації [2], є на часі. Якщо взяти до уваги, що в ННЦ ХФТІ на теперішній час зосереджені майже всі фахівці по прискорювачам в Україні, є надія, що при необхідному фінансуванні комплекс може бути створеним в стислі терміни при поетапному запуску установки.

В зв'язку з цим в ННЦ ХФТІ розробляється новий проект багатофункціонального прискорювального комплексу [3] - (**Multifunctional Accelerator Complex – MAC**).

Метою розробки і побудови цього комплексу являється створення матеріально технічної бази відродження ядерно-фізичних досліджень і основи для виховання спеціалістів в цій галузі в Україні. В основу проекту установки покладені світові досягнення в розвитку прискорювальних технологій на основі надпровідних прискорюючих структур.

Загальний вигляд рециркулятора – джерела пучків електронів, фотонів, позитронів та нейтронів комплексу, представлений на Рис.1.

Основні параметри електронних пучків установки:

Енергія інжекції – 29 МеВ

Приріст енергії за один проход прискорювача – 175МеВ

Максимальна енергія на виході рециркулятора при трикратному проході прискорювача - 554 МеВ

Середня величина прискореного струму може досягати 1 мА.

Прискорювальна структура рециркулятора працює на частоті 1.3ГГц при температурі 1.8К.
Кількість каналів виводу пучка на експериментальні установки - 8

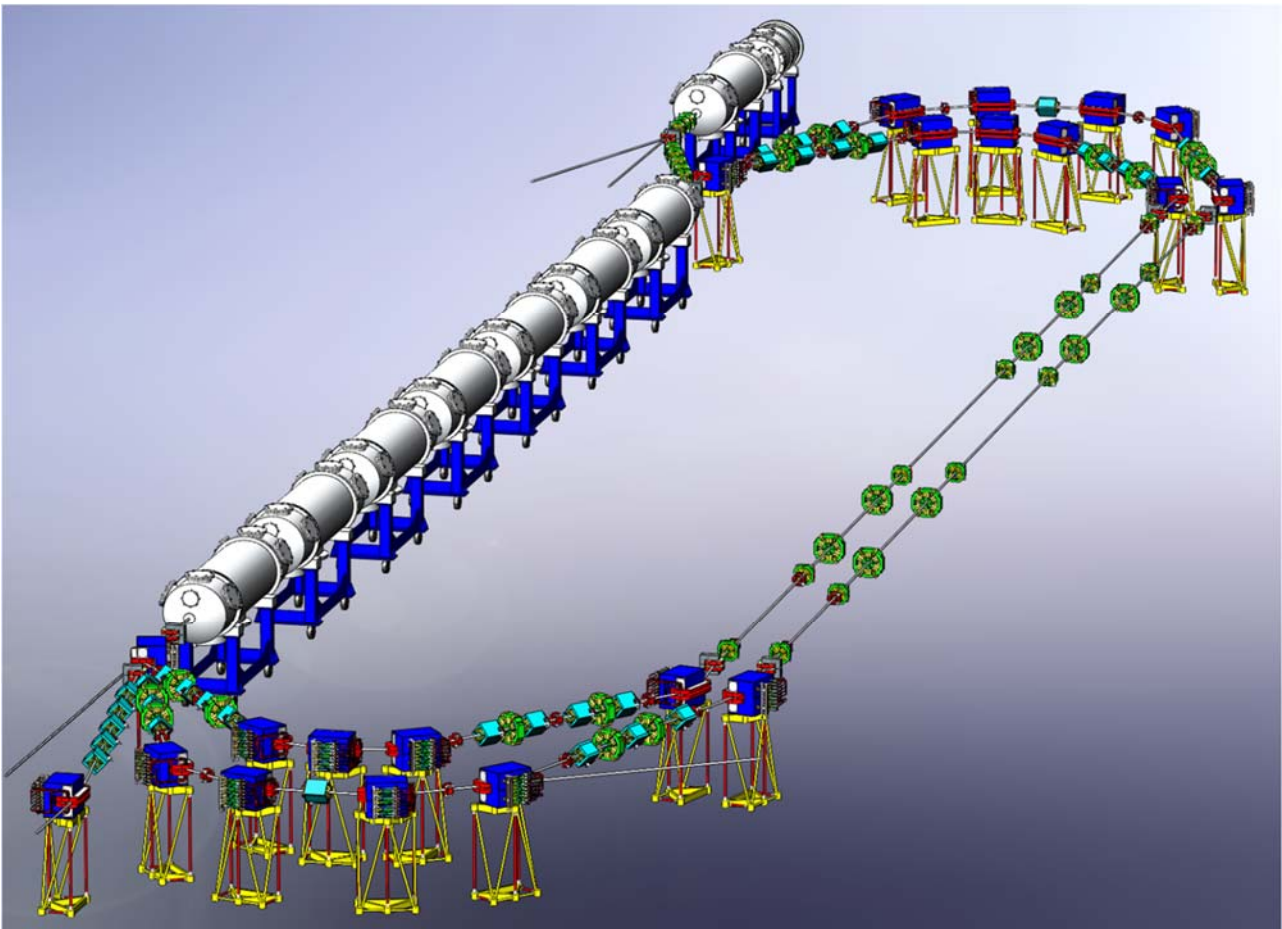


Рис.1 Загальний вигляд рециркулятора з каналами виводу пучків електронів

Як можна бачити із огляду сучасного стану наукових досліджень, фундаментальні і прикладні ядерно-фізичні дослідження відіграють велику роль в розвитку науки і технологій в передових країнах світу. Про це свідчить суттєва матеріальна підтримка цих досліджень і розвитку прискорювальних технологій з боку бюджетного фінансування цих держав. Ця підтримка приводить до вирішення багатьох проблем в промисловості, енергетиці, медицині, біології, оборонній та інших галузях науки і техніки. В зв'язку з доволі великими капітальними затратами в створенні технічної інфраструктури цих досліджень, без державної підтримки неможливо очікувати суттєвого вкладу цього напрямку діяльності на прогрес суспільства.

1. M.F. Shul'ga, G.D. Kovalenko, V.B. Ganenko, L.G. Levchuk, S.H. Karpus, I.L. Semisalov. Problems of Atomic Science and Technology. Series "Nuclear Physics Investigations". № 3(139) (2022) 3. <https://doi.org/10.46813/2022-139-003R>.
2. M.F. Shul'ga, G.D. Kovalenko, I.S. Guk, P.I. Gladkikh, F.A. Peev. Problems of Atomic Science and Technology. Series "Nuclear Physics Investigations" №5(141) (2022) 55. <https://doi.org/10.46813/2022-141-055>.
3. П.І. Гладких, І.С. Гук, Г.Д. Коваленко, С.І. Прохорець, Є.В. Рудичев, Д.Ю. Шахов. *Багатофункціональний прискорювальний комплекс ННЦ ХФТІ*, монографія, ННЦ ХФТІ (Харків: ФОП Панов А. М., 2026), 124 с.