

3. Romanyukha A, Trompier F, LeBlanc B, Calas C, Clairand I, Mitchell C, Smirniotopoulos JG, Swartz H. EPR dosimetry in chemically treated fingernails// Radiat Measurements.-2007.-Vol.42.- P. 1110-1113.

ӘОЖ 539.143.5

## **PD- ЖӘНЕ DD-ШАШЫРАУ АМПЛИТУДАСЫНЫҢ СПИНДІК ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ**

**Базарова А.Н.**

[alba.9@mail.ru](mailto:alba.9@mail.ru)

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ докторанты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекші – Темербаев А.А.

БЯЗИ-да (Бірлескен ядролық зерттеулер институты) NICA/SPD (Nuclotron based Ion Collider facility and Spin Physics Detector) жобасы шеңберінде бұрын қол жетімді емес эксперименттік параметрлер мен шарттарының бөлшектер физикасы саласында зерттеу жүргізу үшін жедел кешен құрылуда. Жоба 2011 жылы басталды. Бұл жоба БЯЗИ ғылыми бағдарламасының бөлігі болып табылады. Жоба аясында іргелі эксперименталды зерттеулер ғылымның әртүрлі салаларында, соның ішінде өзара әрекеттесетін бөлшектердің жоғары және орта энергия ауқымында спин физикасы бойынша жүргізілетін болады. Жоба аясындағы іргелі эксперименттік зерттеулерге өзара әрекеттесетін бөлшектердің жоғары және орта энергиясы саласындағы спиндік физика саласы кіреді [1,2]. NICA/SPD жобасының аясында құрылған қазіргі заманғы үдеткіш кешені бөлшектердің спиндік физика саласындағы әлемдік деңгейдегі зерттеу бағдарламасының ұзақ мерзімді орындалуын қамтамасыз етеді. Үдеткіш кешені алдыңғы қатарлы параметрлері бар зарядталған бөлшектер шоғырын пайдалануға негізделген көптеген зерттеу бағдарламаларын жүзеге асыру кезіндегі икемділігі арқасында әлемдегі басқа үдеткіш қондырғыларымен салыстырғанда бірегей болып табылады. Жобаның негізгі мақсаты-массалық жүйе орталығындағы 11 ГэВ/н-ға дейінгі энергия соқтығысуындағы күшті әсер ететін материяны зерттеу болып табылады.

NICA кешені жұмысының екі режимі бар: келе жатқан шоғыр және белгіленген нысанаға жеткізілетін шоғыр. NICA жобасында поляризацияланған протондар мен дейтрондардың шығарылған (Нуклотрон) және қарама-қарсы (Коллайдер) шоғырындағы спиндік физикасын зерттеу жоспарлануда. Соңғы жағдайда екі соқтығысқан протонның жалпы энергиясы 27 ГэВ-қа жетеді. Мысалы, нуклотрон режимі жоғары энергия кезінде протон-дейтрондық (pd) соқтығысуды, ал коллайдер режимі-дейтрон-дейтрондық (dd) режимін жүзеге асыруға және зерттеуге мүмкіндік береді.

Ұсынылған зерттеу бағдарламасы фазалық өтулерді іздеуге және бариондық материядағы сыни құбылыстарды зерттеуге, сонымен қатар нуклон спин құрылымының мәселесін нақтылауға мүмкіндік береді. Нуклондық спиннің құрылымын зерттеу қазіргі заманғы бөлшектер физикасының маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Бұл мәселе 1987 жылғы әйгілі «спин дағдарысынан» бастап жоғары энергия физикасындағы ең қызықты жұмбақтардың бірі болып қалады. Көптеген жылдар бойы теоретиктердің де, экспериментаторлардың да назарын өзіне аударған бұл мәселенің өзегі-сұраққа жауап: протон спині оның құраушы бөлшектерінің спині мен орбиталық моменттерінен қалай құрылады? Зерттеулер нуклонда Партондарды Үлестіру Функциясының (Parton Distribution Functions -PDF) Концепциясын қалыптастыруға әкелді [3]. NICA Коллайдерінде жүргізілген зерттеулерге қосымша, NICA/SPD жобалары үшін ұсынылған, бірақ төменгі энергия саласындағы есептерді шешу үшін жаңартылған Нуклотронның шоғырындағы зерттеулер жүргізілетін болады. Нуклотрон шоғыры SPD детекторы элементтерін сынау үшін де қолданылады.

NICA жаңа үдеткіш кешені келесі режимдерде эксперименттер жүргізуді қамтамасыз етуге арналған:

1. Тіркелген нысанаға шығарылған нуклотроннан жасалған иондар шоғыры;
2. ГэВ/н кинетикалық энергия интервалындағы Коллайдердегі иондардың қарсы шоғыры;
3. Бірдей энергия интервалындағы қарама-қарсы протон-иондық шоғыр;
4. Поляризацияланған протондардың (ГэВ) және дейтрондардың (ГэВ/н) қарсы шоғыры.

Аса өткізгіш синхротрон Нуклотрон үш негізгі режимдерде жұмыс істеуге арналған:

1. Коллайдерге инъекцияға арналған иондарды үдету.
2. Коллайдерге инъекциялау үшін поляризацияланған протондар мен дейтрондар шоғырын үдету.
3. Протондарды, дейтрондарды (поляризацияланған және поляризацияланбаған) және ауыр иондар тіркелген нысаналардағы ішкі нысанадағы эксперименттер үшін немесе баяу шығару үшін үдету.

Екінші режимде Нуклотрон 20 МэВ-дан 12 ГэВ-ға дейін поляризацияланған протондарды және 5 МэВ/н-дан 5,6 ГэВ/н-ға дейін поляризацияланған дейтрондарды үдету үшін пайдаланылатын болады. Бұл жағдайда байламның қарқындылығы 1010 бөлшекке бірнеше бірлікті құрауы керек.

Үшінші режимде нуклотрон бірінші немесе екінші режимге ұқсас жұмыс істейді (үдеткіш бөлшектердің түріне байланысты), содан кейін Коллайдерге сәулені берудің орнына белгіленген нысанаға тәжірибе жүргізу үшін баяу сәуле шығарылады.

NICA/SPD жобасында *pd*-және *dd*-шашырату бойынша эксперименттерді теориялық қолдау ретінде осы жұмыс ұсынылады. Онда ядролардың соқтығысу процесін теориялық сипаттау үшін шашыраудың амплитудасы анықталады және ол арқылы дифференциалды кима мен спиндік бақылаулар көрсетіледі. Осы мақсатта шашырау амплитудасы спиндік матрицаларда және өзара әрекеттесетін екі бөлшектердің импульстары бойынша жіктеледі – тәуелсіз амплитудалар бойынша жіктеледі [4,5]. Өз кезегінде, тәуелсіз амплитудалар нуклон-нуклондық амплитудалар арқылы көрсетіледі, олар ядролық деректер қорынан анықталады.

Екінші жағынан, шашырау амплитудасы шашырау операторымен байланысты болады. Сол оператор ретінде Глаубердің көпреттік шашырау операторын аламыз. Талап етілетін жоғары энергия кезінде Глаубер операторы (Глаубер дифракциялық теориясы) өзін жақсы дәлелдеді. Глаубер операторы бір-реттік, екі-реттік және қайтазарядтау шашырау операторларына жіктеледі. Жоғары-реттік шашырау операторларын қолдануы жалпы болмашы деп танылды.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. A.V. Butenko, E.E. Donets, E.D. Donets, A.I. Govorov, V.V. Kobets, V.A. Monchinsky, I.N. Meshkov, A.O. Sidorin, G.V. Trubnikov, V.V. Fimushkin, A. Belov, O.K. Belyaev, A.P. Injector complex of the NICA facility № Proceedings of RuPA C . – 2010. - Vol.12. – P.12-23
2. А. Ангелов, В. Ангелов, А.В. Елисеев, И.Н. Мешков, В.А. Михайлов, А.О. Сидорин, Н.Д. Топилин, Г.В. Трубников, А.В. Тузиков, Каналы транспортировки пучка в проекте NICA, Письма в ЭЧАЯ.- 2012. – Vol. 9. –P. 4-5.
3. В.С. Александров, В.Ф. Шевцов, Варианты канала ESIS-RFQ: преимущества и недостатки, Письма в ЭЧАЯ. – 2010. – Vol.7. – P. 874-879.
4. Platonova M.N., Kukulin V.I. Refined Glauber model versus Faddeev calculations and experimental data for *pd* spin observables. // Phys. Rev. C. 2010. V. 81. 014004. Erratum: Phys.Rev. C. – 2016. – Vol. 94. – P.69-90.
5. Узиков Ю.Н. Упругое *pd* рассеяние назад при промежуточных энергиях. // ЭЧАЯ. - 1998. - Т. 29. С. 1405.