

02;03;12

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ МИШЕНЕЙ ИЗ СРЕДНИХ И ТЯЖЕЛЫХ ЯДЕР ДЛЯ УСКОРИТЕЛЕЙ-НАКОПИТЕЛЕЙ

© В.Л.Варенцов, И.С.Ожунев

Фундаментальные исследования спин зависимого сечения глубоко неупругого рассеяния поляризованных лептонов на протоне [¹⁻⁴] дали чрезвычайно интересные данные по спиновой структуре протона. Оказалось, что вклад валентных кварков в спин протона составляет лишь 20-30% и при этом имеется большой статистический вес странных кварков в поляризации кварк-глюонного моря. Последующие эксперименты по рассеянию поляризованных лептонов на дейтерии и гелии третьем [^{5,6}] подтвердили наличие этого эффекта, но не прояснили его природы.

Также до настоящего времени теоретики не пришли к однозначной интерпретации данных по глубоко неупругому рассеянию лептонов на ядре Fe (известный EMC-эффект [⁷]). Большая часть выдвинутых моделей предполагает изменения параметров нуклона в ядре по отношению к свободному нуклону и появление дополнительных кварковых конфигураций в ядре [^{8,9}].

Прояснить природу обоих эффектов, по-видимому, могут измерения спин зависимого сечения рассеяния электронов на средних и тяжелых ядрах, так как данное сечение будет чувствительно как к матрице плотности нуклонов в ядре, так и к сечению на отдельном нуклоне. Отношение поляризационных сечений параллельных и антипараллельных спинов для ядра должно падать по зависимости типа $1/A$ (A — масса ядра) относительно отношения для свободного протона и слабо связанного нейтрона. Отклонение будет указывать на изменение распределения поляризации в ядре относительно одиночного нуклона. Исследование четно-нечетных и нечетно-четных ядер вблизи области магических ядер даст отдельные распределения для связанного поляризованного протона и нейтрона.

Отдельный интерес представляет изучение реакций квазиупругого рассеяния поляризованных протонов на поляризованных ядрах, дающее информацию по спин-зависимому нуклон-нуклонному взаимодействию при энергиях выше 1 ГэВ. Уже первые эксперименты по поляризованному

pp-рассеянию дали неожиданную сильную зависимость эффекта от переданного импульса [10]. Недавние эксперименты на гелии третьем при энергии протонов до 500 МэВ [11] также дали отклонение от модели рассеяния, пересчитанной по трехчастичной реакции срыва.

Как известно, указанные экспериментальные исследования наиболее целесообразно проводить на ускорителях-накопителях [12]. Существующие в настоящее время установки внутренних поляризованных мишеней способны работать только на водороде, дейтерии и гелии третьем. В литературе отсутствуют какие-либо данные даже о методах получения внутренних поляризованных мишеней из средних и тяжелых ядер, хотя необходимость создания таких мишеней очевидна.

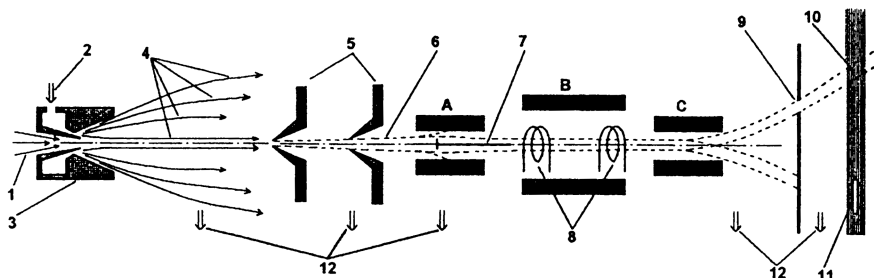
Настоящая работа имеет своей целью описание нового метода, позволяющего устранить указанный недостаток. Использование предлагаемого метода позволит получать внутренние поляризованные мишени для ускорителей-накопителей в широком диапазоне атомных ядер.

Данная работа является дальнейшим развитием нового подхода к созданию газодинамических внутренних мишеней, подробно описанного в работах [13,14]. Предлагаемый метод фактически является расширением возможностей этого подхода для получения поляризованных мишеней.

Идея метода достаточно проста и легко может быть понята из представленной на рисунке принципиальной схемы, поясняющей его работу.

Газ (или пар) вещества мишени вводится прямо в расширенную холодную сверхзвуковую струю газа-носителя, истекающего в вакуум из сверхзвукового сопла. Конструктивно это осуществляется через трубку в сопле, расположенную на его оси и проходящую в область сверхзвукового расширения газа-носителя. За счет столкновений между "холодными" молекулами газа-носителя и "горячими" атомами вещества мишени последние охлаждаются до статической температуры сверхзвуковой струи и движутся в околоосевом течении струи к апертуре первого скиммера (конусной диафрагмы с острой кромкой отверстия при вершине), проходя который формируются в неполяризованный атомный пучок. Если первый скиммер "вырезает" из струи газа-носителя приосевую часть потока (вместе с термализованными в струе атомами мишени), то второй скиммер служит в качестве коллиматора и обеспечивает дополнительную ступень дифференциальной откачки.

Далее пучок, состоящий из неполяризованных атомов мишени и молекул газа-носителя, поступает на вход класси-



Принципиальная схема метода получения внутренних поляризованных мишеней из средних и тяжелых ядер для ускорителей-накопителей: 1 — газ или пар вещества мишени, 2 — подача газа-носителя, 3 — сверхзвуковое сопло, 4 — сверхзвуковая струя газа-носителя, 5 — скиммеры, 6 — неполяризованный пучок, А — фокусирующий магнит-поляризатор, В — магнит с однородным полем, С — отклоняющий магнит-анализатор, 7 — заслонка, 8 — катушки с отдельными осциллирующими полями, 9 — диафрагма, 10 — поляризованная мишень, 11 — пучок заряженных частиц в ускорителе-накопителе, 12 — к насосам.

ческого магниторезонансного спектрометра, принципы работы которого неоднократно описаны в литературе (см., например, [15,16]). Действие фокусирующего магнито-поляризатора А с неоднородным магнитным полем и расположенной в нем заслонки сводится к тому, что на вход следующего магнита В приходят только атомы пучка, имеющие определенный знак проекции электронного углового момента атома на направление магнитного поля. Область однородного магнитного поля (создаваемого магнитом В) с установленными там катушками с отдельными осциллирующими радиочастотными полями и отклоняющий магнит-анализатор С служат для создания ядерной поляризации атомного пучка.

Таким образом, поляризованный атомный пучок, проходя через установленную после магнита С диафрагму, попадает в камеру реакций ускорителя-накопителя, где и выступает уже в роли внутренней поляризованной мишени для ускорителя-накопителя.

Следует отметить, что так как пучки из газодинамических источников обладают высокой монохроматичностью атомов по скоростям и узкой угловой направленностью, то, как было показано в работе [17], описанные выше магниторезонансные спектрометры обладают значительно более высоким пропусканием, чем спектрометры в традиционных установках молекулярных пучков.

Добавим также, что созданные по предлагаемому методу внутренние поляризованные мишени будут практически полностью очищены от газа-носителя. Для очистки моле-

кулярных (или атомных) пучков от газа-носителя в работе [18] предложено использовать эффект отклонения пучков нейтральных дипольных частиц в неоднородном магнитном поле. В данном случае очистка от газа-носителя будет происходить автоматически, так как молекулы газа-носителя, имеющие спин, равный нулю (например, H_2 , He, N_2 или Ar), не будут испытывать отклонения в неоднородных магнитных полях магнитов A и C и, следовательно, не попадут в кольцо ускорителя-накопителя.

Авторы надеются, что предложенный в данной работе метод получит признание у специалистов и найдет применение для многих экспериментальных исследований на ускорителях-накопителях.

Список литературы

- [1] *Ashman J. et al.* // Nucl. Phys. 1989. V. B328. P. 1.
- [2] *Adeva B. et al.* // Phys. Lett. 1994. V. B329. P. 399.
- [3] *Abe K. et al.* // Phys. Rev. Lett. 1995. V. 74. P. 345.
- [4] *Cavata C., Hugheseds V.* // Internal Spin Structure of the Nuclton. World Scientific. Singapore, 1995.
- [5] *Adeva B. et al.* // Phys. Lett. 1993. V. B302. P. 553.
- [6] *Anthony P. et al.* // Phys. Rev. Lett. 1991. V. 71. P. 959.
- [7] *Auber J. et al.* // Phys. Lett. 1983. V. B123. P. 275.
- [8] *Слав Л.А. и др.* // УФН. 1985. Т. 145. В. 4. С. 553.
- [9] *Frankfurt L., Strikman M.* // Phys. Rep. 1988. V. 5–6. P. 235.
- [10] *Krish A.* // In Proc. International Workshop on Polarized Ion Sources and Polarized Gas Jets. KEK, Japan, 1990. P. 8.
- [11] *Brash E. et al.* // Phys. Rev. 1993. V. C47. P. 2064.
- [12] *Aloff K., Meyer W.* // Proc. International High Energy Spin Physics. Bonn, Germany, 1990. (Shpringer, Berlin, 1990).
- [13] *Varentsov V.L., Hansevarov D.R.* // Nucl. Instr. and Meth. 1992. V. A317. P. 1–6.
- [14] *Varentsov V.L., Hansevarov D.R., Varentsov D.V.* // Nucl. Instr. and Meth. 1995. V. A352. P. 542–547.
- [15] *Рамзэй Н.* // Молекулярные пучки. М.: ИЛ, 1960. 568 с.
- [16] *Extroem C., Olsmats M., Wannberg G.* // Nucl. Instr. and Meth. 1972. V. 103. P. 13.
- [17] *Varentsov V.L., Ryabov V.L., Yaschuk V.V., Andrianov S.N., Matyshev A.A.* // Nucl. Instr. and Meth. 1985. V. 228. P. 343.
- [18] *Варенцов В.Л.* Письма в ЖТФ. 1996. (в печати).

Санкт-Петербургский
институт информатики
и автоматизации РАН
Петербургский институт
ядерной физики
им. Б.П. Константинова
РАН

Поступило в Редакцию
8 декабря 1995 г.