

**ВЫХОД ЗЕРКАЛЬНЫХ ЯДЕР  ${}^3\text{H}$ ,  ${}^3\text{He}$  И  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^7\text{Be}$  ВО  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР КИСЛОРОДА С  
ПРОТОНОМ**

*В.В.Глаголев, К.Г.Гуламов<sup>+</sup>, М.Ю.Кратенко<sup>+</sup>, В.Д.Липин<sup>+</sup>,  
С.Л.Лутпуллаев<sup>+</sup>, К.Олимов<sup>+</sup>, И.Э.Шокиров<sup>\*</sup>, А.А.Юлдашев<sup>+</sup>,  
Б.С.Юлдашев<sup>\*</sup>*

*Объединенный институт ядерных исследований  
141980 Дубна, Московская обл., Россия*

*<sup>+</sup>Физико-технический институт НПО "Физика-Солнце" АН РУз  
700084 Ташкент, Узбекистан*

*<sup>\*</sup>Институт ядерной физики АН РУз  
702132 Ташкент, Узбекистан*

Поступила в редакцию 31 января 1994г.

Получены новые экспериментальные данные по выходу зеркальных ядер  ${}^3\text{H}$ ,  ${}^3\text{He}$  и  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^7\text{Be}$  в  ${}^{16}\text{O}$ -взаимодействии при импульсе 3,25 АГэВ/с.

В последней нашей работе [1] из цикла исследований взаимодействий релятивистских ядер кислорода с протонами [2-5] были представлены данные по изотопному составу фрагментов ядра-снаряда с зарядом  $Z_f = 1 \div 7$ . Полученные результаты сравнивались с предсказаниями каскадно-фрагментационной испарительной модели (КФИМ) [5,6]. При этом были обнаружены заметные расхождения эксперимента с моделью в оценках выходов изотопов ядер гелия и углерода. Здесь следует отметить, что КФИМ в целом удовлетворительно описывает множественности вторичных частиц, в том числе многозарядных фрагментов.

В настоящей работе представлены экспериментальные результаты изучения инклюзивных характеристик изоспиновых дублетов с массовым числом  $A = 3({}^3\text{H}, {}^3\text{He})$  и  $A = 7({}^7\text{Li}, {}^7\text{Be})$ , основанных на анализе 4737 измеренных  ${}^{16}\text{O}$ -взаимодействий при импульсе 3,25 АГэВ/с. Эффективность просмотра для топологий с образованием изучаемых ниже зеркальных ядер близка к 100%. Методические вопросы, связанные с обработкой снимков с 1-метровой водородной пузырьковой камеры, с помощью которой были получены экспериментальные данные, подробно изложены в работах [1-4]. Следует отметить, что для надежного разделения фрагментов по массе, как и в работе [1], рассматривались вторичные частицы с измеренной длиной в камере  $L \geq 40$  см. При таком отборе средняя относительная погрешность в измерении импульса составляет  $\leq 4\%$  при всех значениях заряда.

Общее число зеркальных ядер ( ${}^3\text{H}$ ,  ${}^3\text{He}$  и  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^7\text{Be}$ ), найденное из анализа импульсного спектра вторичных фрагментов с зарядом  $Z = 1 \div 4$ , методом, описанным в [1], и их инклюзивные сечения образования ( $\sigma_{incl}$ ) представлены в табл.1 совместно с расчетами по КФИМ. Значения сечений приведены с учетом поправки на потери из-за вторичных взаимодействий на длине до 40 см и получены нормировкой общего числа измеренных событий на неупругое сечение  ${}^{16}\text{O}$ -взаимодействий [7]. Значения сечений для изотопов  ${}^3\text{H}$  и  ${}^7\text{Be}$  находятся в хорошем согласии с данными, приведенными в работах [8,9].

Т а б л и ц а 1

$\sigma_{incl}$ , мб	Число фрагментов			
	${}^3\text{H}(394 \pm 25)$	${}^3\text{He}(410 \pm 25)$	${}^7\text{Li}(80 \pm 10)$	${}^7\text{Be}(78 \pm 11)$
Эксперимент	$42,3 \pm 2,2$	$44,1 \pm 2,2$	$9,6 \pm 1,2$	$9,4 \pm 1,2$
КФИМ	$35,6 \pm 0,7$	$50,3 \pm 0,9$	$13,7 \pm 0,5$	$19,6 \pm 0,5$

Как видно из табл. 1, инклюзивные сечения выхода зеркальных ядер в пределах статистических погрешностей не отличаются. КФИМ для отношений сечений выходов зеркальных ядер даст следующие значения  $\sigma_{incl}({}^3\text{He})/\sigma_{incl}({}^3\text{H}) = 1,41 \pm 0,04$ ,  $\sigma_{incl}({}^7\text{Be})/\sigma_{incl}({}^7\text{Li}) = 1,43 \pm 0,06$ . Хотя эти отношения в эксперименте также оказались равными между собой, однако в отличие от опыта в модели протоноизбыточные ядра имеют более вероятный выход.

Полученные экспериментальные данные можно просто объяснить в рамках двухстадийных механизмов  ${}^{16}\text{O}$ -соударения, как в случае КФИМ, в предположении, что в стадиях развития внутриядерного каскада остаточному возбужденному ядру, в результате распада которого образуются наблюдаемые фрагменты, дополнительный заряд не передается. Возможно, это обусловлено тем, что поскольку процессы упругой и неупругой перезарядки протекают с большей передачей импульса, перезарядившиеся нуклоны ядра, участвующие в каскадном процессе, не захватываются остаточным термализуемым ядром, а кулоновские силы не влияют на формирование наблюдаемых фрагментов.

Рассмотрим корреляции между множественностями вторичных частиц с выходом ядер  ${}^3\text{H}$  и  ${}^3\text{He}$ , для которых имеется достаточный статистический материал. В табл.2 приведены средние ассоциативные множественности одно- и двухзарядных частиц, а также многозарядных фрагментов с зарядом  $Z \geq 3$ , в полуинклюзивных реакциях с выходом одного ядра  ${}^3\text{H}$  или  ${}^3\text{He}$ . При этом число событий оказалось соответственно равным 314 и 323. Множественности ассоциируемых частиц определялись, как и для зеркальных ядер, путем отбора треков с  $L > 40$  см в импульсном интервале (4,6 ÷ 7,8) ГэВ/с для  ${}^2\text{H}$ ; > 7,8 ГэВ/с -  ${}^3\text{H}$ ; < 10,8 ГэВ/с -  ${}^3\text{He}$  и > 10,8 ГэВ/с для  ${}^4\text{He}$  и с учетом потерь на вторичные взаимодействия. При таком отборе неточность в определении средней множественности за счет перекрытия импульсных спектров ближайших изотопов не превышает 5%. Средняя множественность фрагментов с  $Z \geq 3$  в отобранных событиях определялась из данных просмотра.

Т а б л и ц а 2

Тип частицы	${}^3\text{H}$		${}^3\text{He}$	
	эксперимент	КФИМ	эксперимент	КФИМ
$d$	$0,71 \pm 0,03$	0,33	$0,71 \pm 0,03$	0,32
${}^3\text{H}$	1,0	1,0	$0,29 \pm 0,01$	0,11
${}^3\text{He}$	$0,28 \pm 0,01$	0,16	1,0	1,0
${}^4\text{He}$	$0,85 \pm 0,05$	0,34	$0,86 \pm 0,05$	0,40
$A(Z \geq 3)$	$0,25 \pm 0,03$	0,60	$0,20 \pm 0,03$	0,62

Из табл.2 видно, что в эксперименте средние множественности рассмотренных частиц в пределах статистических погрешностей оказались одинаковыми для обоих зеркальных ядер.

Предсказание КФИМ для ассоциативных множественностей одно- и двухзарядных фрагментов в два и более раза меньше, чем в эксперименте, а для многозарядных фрагментов с  $Z \geq 3$  - наоборот, больше.

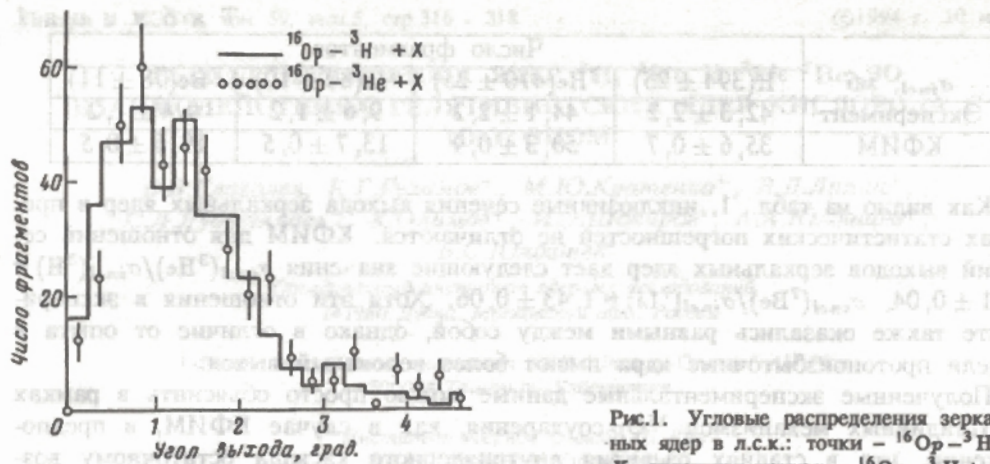


Рис.1. Угловые распределения зеркальных ядер в л.с.к.: точки -  $^{16}\text{O} - ^3\text{He} + \text{X}$ , сплошная кривая -  $^{16}\text{O} - ^3\text{H} + \text{X}$

Наряду с идентичностью приведенных выше характеристик совпадают и угловые спектры изоспиновых дублетов с  $A = 3$  (см. рисунок). Подобие всех характеристик зеркальных ядер  $^3\text{H}$  и  $^3\text{He}$  указывает на то, что процесс формирования этих ядер, по-видимому, протекает при одинаковых физических условиях. Наблюдаемая заметно сильная корреляция выхода ядер  $^4\text{He}$  с образованием изоспинового дублета с  $A = 3$  по сравнению с моделью подтверждает выводы нашей работы [5] о необходимости учета в моделях  $hA$ -соударений при высоких энергиях наличия  $\alpha$ -частичной кластерной структуры ядра.

1. В.В.Глаголев, К.Г.Гуламов, М.Ю.Кратенко и др., Письма в ЖЭТФ, 58, 497 (1993).
2. В.В.Глаголев и др., Сообщение ОИЯИ, P1-89-218, Дубна, 1989.
3. В.Вислицкий и др., Сообщение ОИЯИ, P1-90-306, Дубна, 1990.
4. Б.У.Амева и др., Сообщение ОИЯИ, P1-91-545, Дубна, 1991.
5. A.S.Botvina et al., Z. Phys. A345, 413 (1993).
6. A.S.Botvina, A.S.Djnov, I.N.Mishustin Nucl. Phys. A507, 649 (1990); Препринт ИЯИ АН СССР 626, Москва, 1989.
7. А.С.Ботвина и др., Препринт ОИЯИ, P1-92-45, Дубна, 1992.
8. Ф.П.Денисов, В.Н.Мехедов, Ядерные реакции при высоких энергиях, М.: Атомиздат, 1972.
9. G.M.Raisbeck and F.Yiou, Phys. Rev. Lett., 35, 155 (1975).