

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Д1-86-422

Алеев

А-ЗАВИСИМОСТЬ СЕЧЕНИЯ РОЖДЕНИЯ
ОЧАРОВАННЫХ БАРИОНОВ Δ_C^+
В НЕЙТРОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

Сотрудничество БИС-2

Направлено на 23 Международную
конференцию по физике высоких энергий,
Беркли, 1986 г.

1986

А.Н.Алеев, В.А.Арефьев, В.П.Баландин, В.К.Бердышев, В.К.Бирулев, Н.В.Власов, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов, А.И.Зинченко, И.И.Евсиков, И.М.Иванченко, И.Н.Какурин, М.Н.Капишин, Н.Н.Карпенко, Д.А.Кириллов, И.Г.Косарев, В.Р.Крастев, Н.А.Кузьмин, М.Ф.Лихачев, А.Л.Любимов, А.Н.Максимов, А.Н.Морозов, П.В.Мойсенз, В.В.Пальчик, А.В.Поле, А.Прокеш, Л.А.Слепец, М.Смижанска, Г.Г.Тахтамышев, П.Т.Тодоров, К.Хиллер, А.С.Чыров, В.Д.Чолаков

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Ж.А.Жияшев, А.Ф.Камбурян, А.А.Локтионов, В.Д.Назаренко, В.Б.Слюсарева, В.И.Скоробогатова, И.Я.Часников

Институт физики высоких энергий АН КазССР, Алма-Ата

М.В.Петров, Ю.К.Потребеников
Казахский государственный университет, Алма-Ата

Ю.Клабун, Э.Новак, Х.Новак, Х.-Э.Рызек
Институт физики высоких энергий АН ГДР, Берлин-Цойтен

А.С.Белоусов, Я.А.Ваздик, Е.Г.Девицын, М.В.Завертяев, В.А.Козлов, Е.И.Малиновский, В.В.Павловская, С.Ю.Поташев, С.В.Русаков, П.А.Смирнов, Ю.В.Соловьев, А.Р.Теркулов, А.М.Фоменко, Л.Н.Штарков
Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Т.Б.Прогулова, Е.А.Чудаков
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва

Я.Гладки, М.Новак, М.Вецко
Физический институт ЧСАН, Прага

В.Я.Заячки
Высший химико-технологический институт, София

Д.Т.Бурилков, П.К.Марков, Р.К.Траянов
Институт ядерных исследований и ядерной энергетики БАН, София

Л.И.Абашидзе, Л.Н.Абесалашвили, И.С.Амаглобели, В.П.Джорджадзе, Н.О.Кадагидзе, Р.А.Кватадзе, В.Д.Кекелидзе, И.Л.Ломидзе, Г.В.Мелитаури, Г.И.Никобадзе, Т.Г.Пицхелаури, Г.Т.Татишвили, М.С.Чаргейшвили, Р.Г.Шанидзе

Научно-исследовательский институт физики высоких энергий
Тбилисского государственного университета

Экспериментальные данные о зависимости инклюзивных сечений адронного рождения очарованных частиц от атомного веса (A) ядра мишени необходимы для выяснения механизма образования частиц, содержащих тяжелые кварки в адронных взаимодействиях, и сопоставления большого числа экспериментальных данных, полученных на различных ядрах.

Первые экспериментальные данные об A -зависимости поперечных сечений адронного рождения очарованных частиц были сообщены в работах ^{1,2/}. Результаты "бим-дамп" эксперимента на ядрах бериллия, меди и вольфрама при энергии протонов 400 ГэВ опубликованы в работе ^{3/}. В данной работе проведено сравнение рождения очарованных Λ_c^+ -барионов нейтронами на углероде, алюминии и меди. Λ_c^+ -барионы выделялись по сигналам в спектрах эффективных масс детектируемых частиц.

Эксперимент выполнен с помощью спектрометра БИС-2, схема которого показана на рис. 1. Спектрометр располагался на пучке нейтронов (канал 4Н) серпуховского ускорителя. Энергетический спектр нейтронов приведен в работе ^{4/}. Средняя эффективная энергия нейтронов для рождения очарованных барионов составляет около 58 ГэВ. Кинематическая область для наблюдения Λ_c^+ ограничена значениями $0,5 \leq X \leq 1$ и $P_1 \leq 1$ ГэВ/с, где X - фейнмановская переменная и P_1 - поперечный импульс Λ_c^+ . В качестве мишеней использовались ядра углерода, алюминия и меди, толщины которых были равны $3,4 \cdot A^{1/3}$ г/см². В отличие от предыдущих экспериментов, опубликованных в работе ^{4/}, в спектрометр БИС-2 были введены два многоканальных пороговых газовых черенковских счетчика ^{5/}; семиканальный С1 и четырнадцатиканальный С2, наполненные, соответственно, воздухом и фреоном-12 при атмосферном давлении. Триггер спектрометра требовал, чтобы через спектрометр прошло не менее четырех заряженных частиц.

В ходе эксперимента мишени чередовались через каждые 40 ÷ 50 тыс записанных на магнитную ленту нейтрон-ядерных взаимодействий.

Всего было зарегистрировано около $12 \cdot 10^6$ взаимодействий, в том числе $\sim 3,9 \cdot 10^6$ - с углеродом, $\sim 4,2 \cdot 10^6$ - с алюминием и $\sim 3,8 \cdot 10^6$ - с медью. При этом потоки нейтронов через мишени относятся как 1/0,4/0,89 соответственно.

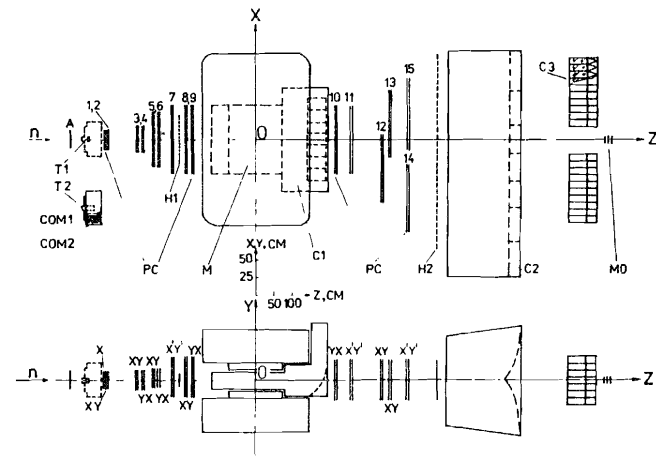


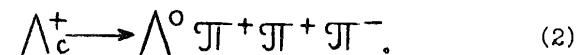
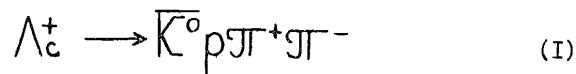
Рис. 1.

Схема спектрометра БИС-2 ОИИИ на канале 4Н серпуховского ускорителя.

n - пучок нейтронов, А - сцинтилляционный счетчик антисовпадений, Т1 - твердые мишени, Т2 - жидководородная мишень, COM1 и COM2 - годоскопы сцинтилляционных счетчиков окружения мишени, PC (1-14) - двухкоординатные проволочные пропорциональные камеры, Н1 и Н2 - годоскопы сцинтилляционных счетчиков, С1 и С2 - многоканальные газовые пороговые черенковские счетчики, С3 - годоскоп черенковских счетчиков полного поглощения, МО - телескоп из сцинтилляционных счетчиков для мониторинга пучка нейтронов, М - спектрометрический магнит SP - 40А.

Сигнальные провода в PC (7, 11, 14 и 15) повернуты на угол плюс или минус $22,5^\circ$ относительно сигнальных проводов других PC.

Очарованные барионы детектировались по распадам, содержащим в конечном состоянии K^0 или Λ^0 в сопровождении трех заряженных частиц:



Отбор событий осуществлялся в две стадии. На первой стадии процедура отбора кандидатов в (1) и (2) была аналогична описанной в работе /4/. Было найдено 1432, 1530 и 1960 событий, содержащих хотя бы одну комбинацию типа (1) и 746, 847 и 823 событий типа (2) соответственно в сериях с углеродной, алюминиевой и медной мишенями. Пример суммарного (по трем мишеням) распределения инвариантных масс $K_S^0 p \pi^+ \pi^-$, полученного на первой стадии отбора событий, показан пунктирной гистограммой на рис. 2.

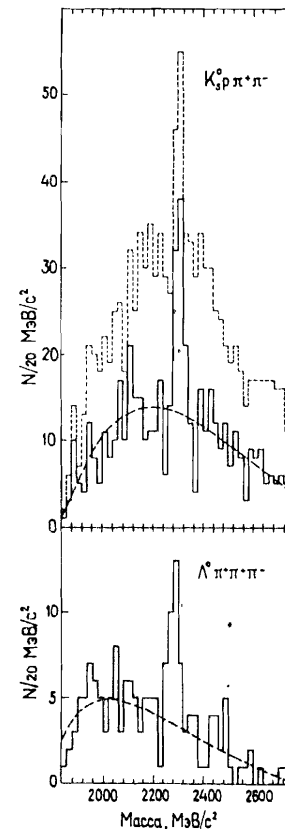


Рис. 2.

Спектры инвариантных масс $M(K_S^0 p \pi^+ \pi^-)$ (вверху) и $M(\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-)$ (внизу) для событий, зарегистрированных с тремя разными мишенями. Пунктирная гистограмма (вверху) - события, отобранные без учета информации с С1 и С2. Пунктирные кривые - аппроксимации фона гладкой функцией.

На второй стадии отбора заряженные частицы событий - кандидатов идентифицируются на основе информации от счетчиков С1 и С2.

Результирующие спектры инвариантных масс для событий $K_S^0 p \pi^+ \pi^-$ и $\Lambda^0 \pi^+ \pi^-$, где все частицы идентифицированы, суммарно по всем трем мишеням показаны сплошными гистограммами на рис. 2, отдельно по мишеням для $K_S^0 p \pi^+ \pi^-$ - на рис. 3 и для $\Lambda^0 \pi^+ \pi^-$ - на рис. 4. Плавные пунктирные кривые есть результат аппроксимации фона гладкой функцией.

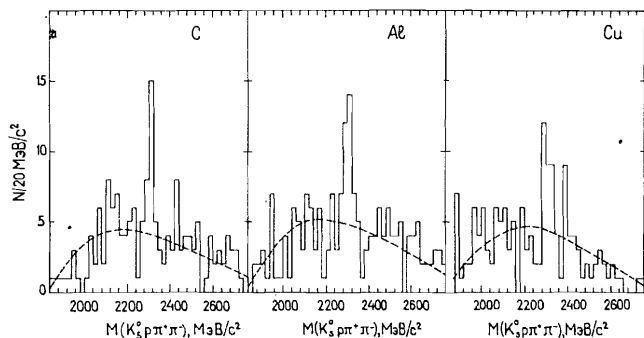


Рис. 3.

Спектры инвариантных масс $M(K_S^0 p \pi^+ \pi^-)$ событий, зарегистрированных в экспозициях с углеродной, алюминиевой и медной мишенями. Пунктирные кривые - аппроксимации фона гладкой функцией.

Число наблюдаемых Λ_c^+ - барионов приведено в таблице I.

Инклюзивное сечение рождения очарованного Λ_c^+ - бариона в наблюдаемой кинематической области в зависимости от атомного номера ядра мишени можно представить в виде:

$$\sigma(A) = \sigma_0 \cdot A^\alpha, \quad (3)$$

где σ_0 - константа и α - искомый параметр. Величина α вычислялась по формуле

$$\alpha = \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \left[\frac{\ln(\delta_1 N_1 / N_2)}{\ln(A_1 / A_2)} + \frac{\ln(\delta_2 \cdot N_1 / N_3)}{\ln(A_1 / A_3)} + \frac{\ln(\delta_1 \cdot N_2 / (\delta_2 \cdot N_3))}{\ln(A_2 / A_3)} \right], \quad (4)$$

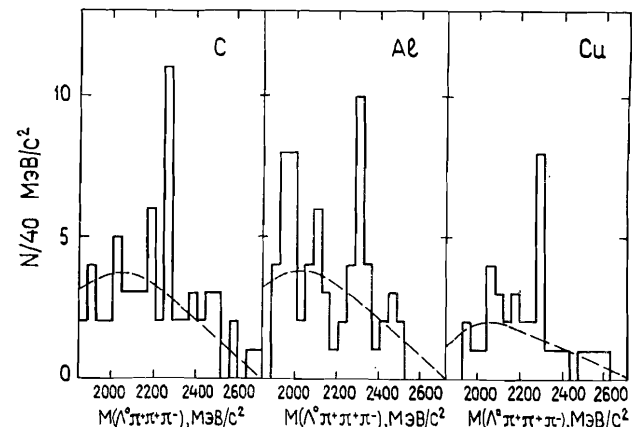


Рис. 4.

Спектры инвариантных масс $M(\Lambda^0 \pi^+ \pi^-)$ событий, зарегистрированных в экспозициях с углеродной, алюминиевой и медной мишенями. Пунктирные кривые - аппроксимации фона гладкой функцией.

Таблица I.

Распад	Мишень		
	Углерод N_1	Алюминий N_2	Медь N_3
$K_S^0 p \pi^+ \pi^-$	$16,0 \pm 5,3$	$18,5 \pm 5,7$	$17,0 \pm 5,5$
$\Lambda^0 \pi^+ \pi^-$	$8,0 \pm 3,3$	$7,5 \pm 3,2$	$7,0 \pm 2,8$
ВСЕГО	24 ± 6	26 ± 7	24 ± 6

где $\delta_1 = 1,04$ и $\delta_2 = 0,89$ есть отношения потоков нейтронов на алюминиевую и медную мишени к потоку нейтронов на углеродную мишень соответственно, и A_1, A_2, A_3 - атомные веса ядер углерода алюминия и меди соответственно. Подставив в соотношение (4) известные и найденные в этом эксперименте числа, получим:

$$\alpha(\Lambda_c^+) = 0,73 \pm 0,20. \quad (5)$$

Аналогичным путем в этом же эксперименте был найден параметр α , характеризующий A -зависимость инклюзивного сечения рождения Λ^0 - гиперонов. Для кинематической области $0,2 \leq X \leq 1$ и $P_{\perp} \leq 1$ ГэВ/с он оказался равным:

$$\alpha(\Lambda^0) = 0,49 \pm 0,05. \quad (6)$$

Данные этой работы о параметре α для Λ^0 (рис. 5) находятся в хорошем согласии с данными, полученными в работах /6,7/, а о параметре α для Λ_c^+ - с результатами эксперимента /3/.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в наблюдаемой кинематической области $\alpha(\Lambda_c^+) < 1$.

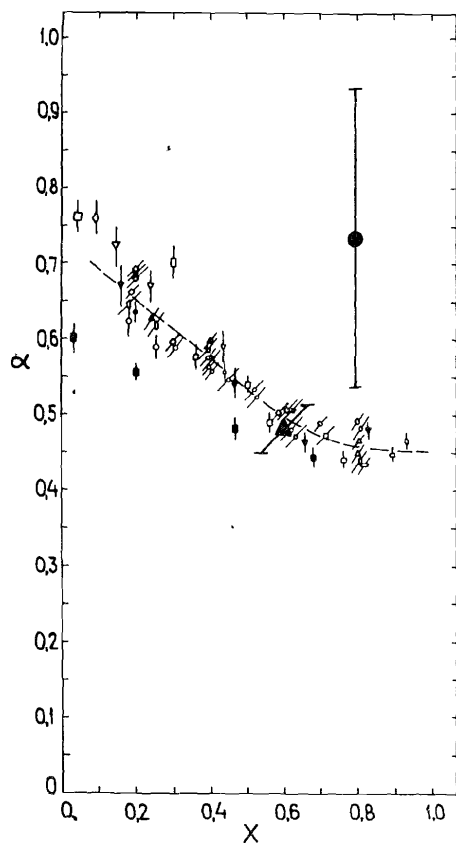


Рис. 5.

Зависимость параметра α от относительного импульса для инклюзивных сечений адронного рождения на ядрах частиц, не/6/, содержащих тяжелых кварков и полученные данные:

● - для Λ_c^+ и ▲ - для Λ^0 .

Сопоставление данных, показанных на рис. 5, указывает на то, что адронное рождение частиц, содержащих тяжелые кварки, слабее зависит от атомного номера мишени, чем частиц, не содержащих тяжелых кварки.

Авторы признательны А.М. Балдину, К. Лантусу, А.А. Логунову, М.Г. Мещерякову, И.А. Савину, А.Н. Сисакяну, Л.Д. Соловьеву, Н.Е. Тюрину, Х.Я. Христову, П.А. Черенкову и Э.И. Мальцеву за поддержку работы; благодарят коллективы серпуховского ускорителя и СІЭО ОИЯИ за обеспечение эксперимента во время сеансов БИС-2; сотрудников ЛВЭ ОИЯИ, способствовавших эксперименту на разных этапах его проведения, а также Е.М. Лихачеву за постоянное участие в эксперименте.

Литература

1. Материалы XV Симпозиума по динамике многих тел. Лунд, 10-16 июня 1984 г. (Сообщения, представленные Х. Новак и R. Lovless) Proceed. of XXII Int. Conf. on NER, Leipzig, July 19-25, 1984, v. I, p. 158. (Aleev A.N. et.al., paper No 49I, edited by H. Nowak)
2. Curtu A., CERN/EP 84-102, 1984.
3. Duffy M.E. et al., Phys. Rev. Lett., 55 (1985) 1816.
4. Aleev A.N. et.al., Z. Phys. C. - Particles and Fields 23, 1984, 333.
5. Войчишин М.Н. и др., ПТЭ, № 3, (1985) 49; Гуськов Б.Н. и др., ПТЭ, № 5 (1985) 71; Гуськов Б.Н. и др., ОИЯИ, PI-86-248 (1986) Дубна.
6. Barton D.S. et.al., Phys. Rev., D27, 1983, p. 2580;
7. Heller K. et.al., Phys. Rev., D16, 1977, p. 2737; Skubic P. et al., Phys. Rev., D18, 1978, p. 3115.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Алеев А.Н. и др.

D1-86-422

A-зависимость сечения рождения очарованных барионов Λ_c^+ в нейтрон-ядерных взаимодействиях

В нейтрон-ядерных взаимодействиях при ~ 58 ГэВ наблюдалось прямое рождение очарованных барионов Λ_c^+ на углеродной, алюминиевой и медной мишенях. Найдено, что параметр, характеризующий A-зависимость инклюзивного сечения рождения Λ_c^+ -барионов в кинематической области $0,5 \leq x \leq 1$ и $P_{\perp} \leq 1$ ГэВ/с, равен $\alpha = 0,73 \pm 0,20$. Это первый экспериментальный результат об A-зависимости рождения очарованных барионов. Эксперимент выполнен на ускорителе 70 ГэВ ИФВЭ /Серпухов/ с помощью спектрометра ВИС-2 ОИЯИ /Дубна/.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод авторов

Aleev A.N. et al.

D1-86-422

A-Dependence of the Production Cross Section of Λ_c^+ Charmed Baryons in Neutron-Nucleus Interactions

Direct production of charmed baryons Λ_c^+ on carbon, aluminium and copper targets has been observed in neutron-nucleus interactions at ~ 58 GeV. It has been found that an A-dependence of Λ_c^+ -baryon inclusive production cross section in a kinematical region of $0.5 \leq x \leq 1$ and $P_{\perp} \leq 1$ GeV/c, fitted as $\sigma(A) \sim A^{\alpha}$ gives $\alpha = 0.73 \pm 0.20$. This is the first experimental result on the A-dependence of the charmed baryon production cross section. The experiment has been performed at the 70 GeV Serpukhov accelerator by means of the BIS-2 spectrometer of JINR.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986