

ԵՐԵՎԱՆԻ ԶՐԶՐԿՆԵՐ ԲՆԱՏՐՏՈՒՄ  
ԵՐԵՎԱՆՍԿԻ ֆԻԶԻՉԵՍԿԻ ԻՆՏԻՏՈՒՏ

ЕФИ-308(31)-78

ՏՎ 79 0 4104

Դ. Դ. ՎԱՐԴՄՅԱՆ, Գ. Ա. ՄԱՐԻԿՅԱՆ  
Կ. Ա. ՄԱՏԵՎՈՍՅԱՆ

ԴՕԼՅԱ ՅԱՐՅԱՅԵՆՆՅԱՆ ՄԻՕՆՈՎ ՆԱ ԴՕՐԱԽ  
Վ ԱԴՐՈՆՆՈՒ ԿՕՄԻՇԵՍԿԻ ԼՍՇԵՅ  
Վ ՕԲԼԱՍՏԻ ԻՄՍՄԼՅՈՎ 55-330 ԴՅՎ/Տ

ԱՐՄՏ

ԵՐԵՎԱՆ



1978

D.T.VARDUMYAN, G.H.MARIKYAN, K.A.MATEVOSYAN

THE SHARE OF CHARGED PIONS IN THE HADRONIC COMPONENT OF  
COSMIC RAYS IN 55-330 GeV/c RANGE AT MOUNTAIN  
ALTITUDES

The magnetic-spark chamber spectrometer, where the radius of curvature of a particle trajectory is determined by the measurement of the particle input and output angles in the magnetic field, was used to determine the momentum and the sign of hadrons charge in cosmic rays at 2 km altitude. The maximum value of the measured momenta makes 400 GeV/c. The separation of hadrons was performed by means of scintillation counter telescope containing the nuclear target.

The value  $1,65^{+0,28}_{-0,34}$  is obtained for the ratio of the charged pions to protons in the (55-330) GeV/c momentum range.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1978

УДК.537.591

Д.Т.ВАРДУМЯН, Г.А.МАРИКЯН,  
К.А.МАТЕВОСЯН

ДОЛЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ПИОНОВ НА ГОРАХ В АДРОННОЙ  
КОМПОНЕНТЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ. В ОБЛАСТИ  
ИМПУЛЬСОВ 55-330 ГЭВ/С.

Магнитно-искровой спектрометр, где радиус кривизны частицы определяется с помощью измерения углов входа и выхода частицы в магнитное поле, использовался для определения величины импульса и знака заряда адронов космических лучей на высоте 2 км над уровнем моря. Максимальное значение измеряемых импульсов спектрометра равняется 400 Гэв/с. Выделение адронов осуществлялось с помощью телескопа сцинтилляционных счетчиков, содержащего ядерную мишень. Для отношения числа заряженных пионов к числу протонов в импульсном интервале (55-330)Гэв/с получено значение  $1,65 \begin{matrix} +0,28 \\ -0,34 \end{matrix}$ .

Ереванский физический институт  
Ереван 1978

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БФИ-306(31)-78

Д.Т.ВАРДУМЯН, Г.А.МАРИКЯН,  
К.А.МАТЕВОСЯН

ДОЛЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ПИОНОВ НА ГОРАХ В  
АДРОННОЙ КОМПОНЕНТЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ОБЛАСТИ  
ИМПУЛЬСОВ 55 - 330 ГЭВ/С

Ереван 1978

© *Ереванский физический институт*, 1978

Известно, что в составе первичного космического излучения пионов нет, и они образуются при взаимодействии первичных адронов и ядер в атмосфере. Их количество на различных глубинах атмосферы зависит как от характеристик первичных космических лучей, так и особенностей адрон-ядерных взаимодействий.

Следовательно, определение состава адронной компоненты космических лучей на высотах гор позволит получать определенную информацию о первичных космических лучах и ядерных процессах, происходящих при высоких энергиях.

Наиболее часто для решения этой задачи применяется калориметрический метод, который позволяет в принципе определить лишь отношение потока нейтральных и заряженных адронов. Для оценки пионного вклада в состав адронной компоненты делается предположение об отношении нейтронов к протонам, которое не для всех глубин атмосферы и интервалов энергии одинаково и, вообще говоря, неизвестно.

В последнее время применяется метод, основанный на использовании детекторов переходного излучения [2].

Полученные до настоящего времени результаты имеют большой разброс, зачастую выходящий за пределы нескольких стандартных

ошибок, приводимых в работах. Величина отношения числа пионов к числу протонов, в области энергии 100-1000 Гэв, по результатам имеющихся работ находится в пределах 0,4-1,9.

Поэтому определение доли пионов в адронной компоненте на различных глубинах атмосферы, другой, непосредственной методикой, является необходимостью. Таким является метод, где заряд частицы в данном импульсном интервале определяется по её отклонению в магнитном поле.

Развитие техники широкозазорных искровых камер и их сочетание с другими детекторами высокоэнергичных частиц позволили создать магнитно-искровой спектрометр [3], предназначенный для исследования импульсного спектра и состава адронной компоненты космических лучей в области более высоких энергий, чем это было возможно с использованием счетчиков Гейгера-Мюллера и камеры Вильсона [4].

Работающий на высоте 2 км над уровнем моря (ст. Нор-Амберд) магнитно-искровой спектрометр содержит электромагнит, две искровые камеры, расположенные над и под зазором магнита и телескоп сцинтилляционных счетчиков.

Электромагнит имеет зазор с размерами 30x60x214 см, где максимальное значение напряженности поля 12500 эрстед. Геометрический фактор установки определяется размерами зазора магнита и равняется 70 см<sup>2</sup>стер.

Телескоп сцинтилляционных счетчиков состоит из трех рядов, включенных в схему совпадений, и служит для выделения адронов, с энергией выше порогового значения, и для запуска искровых камер и схем регистрации событий.

Первый ряд сцинтилляционных счетчиков расположен над верхней искровой камерой, а два остальных — под нижней камерой (один из них под поглотителями  $65 \text{ г/см}^2$  свинца и  $185 \text{ г/см}^2$  железа, а другой — под  $65 \text{ г/см}^2$  и  $350 \text{ г/см}^2$ , соответственно). Количество вещества над третьим рядом составляет 38 единиц радиационного пробега и обеспечивает исключение из регистрации практически всех электронов с энергией до 1000 Гэв.

Первый ряд счетчиков выдает импульс при прохождении через него одной или более релятивистских частиц, второй ряд — при прохождении ливня с числом частиц 10, а последний — при прохождении ливня, число частиц в котором определялось, исходя из величины энергетического порога регистрируемых частиц.

Порог срабатывания установки устанавливался на основании измерений импульса частиц с помощью спектрометра и составлял 20 Гэв/с.

Искровые камеры имели рабочую площадь  $40 \times 80 \text{ см}^2$  и межэлектродный зазор по 39 см и служили для определения направления траектории частицы при входе в магнитное поле и при выходе из него. Эти камеры работали при напряжении 180 кВ и питались от отдельных импульсных генераторов Аркадьева-Маркса, наполненных смесью азота и аргона под общим давлением 6,5 атмосфер.

Величина импульса частиц определялась по формуле

$$\rho = \frac{[L^2 + (x_1 - x_2)^2] \cdot 300 \cdot H_{\text{эф}}}{2L \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \sin \xi}$$

где  $L$  — протяженность магнитного поля между искровыми каме-

рами,  $X_1$  и  $X_2$  - абсциссы точек,  $\alpha$  и  $\beta$  - углы входа и выхода частицы в магнитное поле,  $\xi$  - угол между направлением частицы и напряженностью магнитного поля,  $H_{эф} = \int_0^z H(e) de$ , а  $H(e)$  - распределение магнитного поля на пути частицы между искровыми камерами.

Вектор напряженности магнитного поля в зазоре имеет горизонтальное направление, а углы  $\alpha$  и  $\beta$  определяются по отношению к вертикали. С этой целью в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях (проекциях) на расстоянии по 10 мм от внешних поверхностей стен искровых камер, подвешены юстировочно-реперные струны с шагом  $50 \pm 0,5$  мм. Крайние струны первой проекции (в плоскости, перпендикулярной магнитному полю) и все струны второй являются общими для верхней и нижней камер и позволяют установить остальные верхние и нижние струны, соответственно, в одинаковых направлениях с точностью  $\pm 0,1$  мм.

При срабатывании искровых камер все струны кратковременно освещаются и вместе с треком частицы фотографируются с двух взаимно-перпендикулярных направлений - одно по направлению напряженности магнитного поля, другое - по перпендикулярному. Каждая камера снабжена собственной фоторегистрирующей системой.

Фоторегистраторы первой проекции каждой камеры имеют по 5 объективов Ю-9, а во второй проекции - по 2. Применяемое стереофотографирование позволяет определить, как координаты  $X_1$  и  $X_2$ , так и проекции углов  $\alpha$  и  $\beta$ . На основании этих данных по вышеприведенной формуле определяются импульс частицы и знак заряда.

Проекции  $\alpha$  и  $\beta$  определялись на основании измерений

углов между изображениями трека и наиболее близкой реперной струны в обеих проекциях. Для этого использовался оптико-геометрический метод, обеспечивающий точность  $\pm 10^{-3}$  радиана.

Основными источниками ошибок в определении импульса частиц являются: ошибки в определении величин углов  $\alpha$  и  $\beta$ ; из-за многократного рассеяния частиц в веществе между искровыми камерами; в определении эффективного значения магнитного поля на пути частицы.

Суммарное среднеквадратическое значение ошибки в определении разности углов  $\alpha$  и  $\beta$  оказалось равным  $1,54 \cdot 10^{-3}$  рад для первой проекции [5] и  $1,60 \cdot 10^{-3}$  рад для второй.

Ошибки из-за многократного рассеяния частицы составляют 1,1% от разности углов  $\alpha$  и  $\beta$  при  $H_{эф} = 8100$  эрстед, а среднеквадратическое значение ошибок в определении  $H_{эф}$  при имеющейся топографии магнитного поля  $\pm 2,5\%$ .

С учетом всех источников ошибок получается, что максимальное значение измеряемых импульсов равняется 410 Гэв/с. Это значение было определено также экспериментально на основании измерений при отсутствии магнитного поля и получилось  $(390 \pm 100)$  Гэв/с.

Величина  $H_{эф}$ , при которой проводились измерения импульса находилась в пределах 7000-8000 эрстед, в зависимости от направления частицы в магнитном поле. Для определения количества пионов в адронной компоненте отбирались те частицы, которые проходили через зазор магнита и по разности углов  $\alpha$  и  $\beta$  по первой проекции попадали в область  $\geq 1,2 \cdot 10^{-2}$  рад. ( $P \geq 48 + 58$  Гэв/с).

Для этих же частиц было составлено распределение разности углов по второй проекции. Полуширина этого распределения получилась  $(1,7 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$  рад, что согласуется со значением максимально-измеряемого импульса, полученного по измерениям в отсутствии поля.

Методика идентификации частиц в искровых камерах позволяла в основном отбирать частицы, входящие в события с числом треков 10 в одной камере. Кроме таких были также события (50%), где большая плотность треков не позволяла идентифицировать частицы.

Всего было отобрано 428 частиц в интервале импульсов 55-330 Гэв/с. Отношение числа частиц с отрицательным знаком заряда к числу частиц с положительным оказалось равным

$$\frac{N^-}{N^+} = 0,46 \pm 0,05.$$

С целью исключения погрешностей, связанных с возможной асимметрией в геометрии установки, измерения проводились при одном и противоположном направлениях магнитного поля. В первом случае получилось  $\frac{N^-}{N^+} = 0,46 \pm 0,08$ , а во втором  $\frac{N^-}{N^+} = 0,48 \pm 0,07$ . Здесь приведены ошибки только статистического характера.

Если количеством каонов в адронной компоненте пренебречь, можно считать, что зарегистрированные установкой частицы с отрицательным знаком являются в основном пионами. Предполагая, что количество отрицательных и положительных пионов одинаково, получаем возможность определить долю пионов в заряженной адронной компоненте, где наряду с ними имеются и протоны.

Предполагая, что в количество зарегистрированных событий входит также некоторая доля мюонов (около 7% [6]), отношение

числа положительных и отрицательных мюонов составляет 1,2, учитывая разность эффективных значений сечений взаимодействий пионов и протонов [7], на основании экспериментальных данных, было получено, что отношение числа заряженных пионов к числу протонов в адронной компоненте равняется

$$\frac{N_{\pi^{\pm}}}{N_p} = 1,65 \begin{array}{l} + 0,28 \\ - 0,34 \end{array}$$

в интервале импульсов 55-330 Гэв/с. Здесь приведены суммарные значения ошибок.

В заключение авторы выражают благодарность Э.А.Мамиджянцу за интерес к работе, А.П.Оганесяну, Р.А.Еринджакяну, Р.Р.Аветисяну, А.К.Унанияну, Д.Е.Егизаряну, А.В.Багдасаряну и Д.З.Захаряну за участие в осуществлении эксперимента и обработке данных измерений, а также нач.станции Захаряну А.Б. за постоянную помощь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.С.Мураин и др. Труды Всесоюзной конференции по космическим лучам, I, 90, 1969.  
А.М.Абдуллаев и др. Изв.АН СССР, сер.физ., 35, 2065, 1971.  
W.E.Hazen. 12-th Int.Cosmic Ray Conf. 3 1200, 1971.  
A.J.Anochin, V.S.Murzin et al. 14-th Int.Cosmic Ray Conf. 7.2517, 1975.
2. В.В.Авакян и др. Препринт ЕФИ-100(74)-1974.  
R.W.Ellsworth, 14-th Int. Cosmic Ray Conf. 7.2538, 1975.
3. Д.Т.Вардумян, Г.А.Марикян, К.А.Матевосян, А.П.Оганесян.  
Препринт ЕФИ-210(2)-77, 1977.
4. Н.М.Кочарян и др. ДАН Арм.ССР, 5, 169, 1955.
5. D.T.Vardumian, G.A.Marikian et al. 15-th Int. Cosmic Ray Conf. 7.417. 1977.
6. Н.Л.Григоров и др. Частицы высоких энергий в космических лучах, Москва, 1973.
7. В.М.Мурзин и др. Ядерная физика, 14, 1214, 1971.

Рукопись поступила 20-го апреля 1978г.

Редактор Л.П.Мукаян

Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 289

ВФ- 03373

Тираж 299

Подписано в печати 29/VI-78г. Формат издания 30-х 40

0,7 уч.изд.л. Ц. 5 к.

Издано Отделом научно-технической информации  
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Маркаряна 2



индекс 3624