

Г. ГУРО, В. НИКОЛАЕВ, Л. РАЗОРЕНОВ и И. ЧУВИЛО

**ВЫСОТНЫЙ ХОД И КРИВЫЕ ПОГЛОЩЕНИЯ В УГЛЕ ЧАСТИЦ,  
ГЕНЕРИРУЮЩИХ ТОЛЧКИ В ИОНИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЕ  
НА ВЫСОТАХ 3860 и 4700 МЕТРОВ**

*(Представлено академиком Д. В. Скобелевым 20 V 1949)*

Как известно <sup>(1)</sup>, ионизационные камеры малых размеров и небольшого давления регистрируют преимущественно толчки, вызываемые тяжелыми частицами или ядерными расщеплениями, возникающими в стенках и газе камеры. Целью настоящей работы являлось изучение с помощью ионизационных камер высотного хода и кривых поглощения веществом частиц, генерирующих толчки. Измерения были проведены летом 1948 г. на высотах 3860 и 4700 м.

Толчки регистрировались сферической ионизационной камерой диаметром 24 см, заполненной техническим аргоном до давления 4 атм. Латунные стенки камеры имели толщину 1,5 мм.

Толчки в камере, усиленные электрометрическим усилителем, записывались на киноплёнку. Камера, усиливающее и регистрирующее устройство и метод градуировки описаны в нашей работе по исследованию толчков, создаваемых широкими атмосферными ливнями <sup>(2)</sup>.

Как было установлено в указанной работе, лишь весьма незначительная часть толчков в камере обусловлена ливнями. Однако при измерениях с угольным поглотителем число таких толчков могло возрасти, так как ливни, возникающие в угле, не успевают разойтись и могут создать толчки в камере.

Для регистрации толчков, создаваемых ливнями из воздуха или же из поглотителя, над камерой располагалась система быстродействующих счетчиков, включенных в схему четверных и 7-кратных совпадений. Четверные совпадения регистрировались счетчиками площадью по 100 см<sup>2</sup>, 7-кратные совпадения регистрировались этими же счетчиками и 3 счетчиками площадью по 22 см<sup>2</sup>. Воздушный слой между высотами 3860 и 4700 м компенсировался эквивалентным по массе слоем графита.

В табл. 1 приведено число толчков, больших данного порога, на высоте 3860 м и на высоте 4700 м под эквивалентным воздушному слою слоем графита. Величины толчков выражены числом релятивистских частиц, необходимых для создания данной ионизации. Поправки на толчки, вызванные ливнями, вычислялись следующим образом. Все толчки, сопровождавшиеся 7-кратным совпадением разрядов, в счетчиках отбрасывались. Толчки, сопровождавшиеся только 4-кратным совпадением, уменьшались на величину максимального эффекта, который мог быть вызван ливнем такой плотности. Так как счетчики площадью по 22 см<sup>2</sup> не сработали, то плотность ливня не могла быть более 1 частицы на 22 см<sup>2</sup>, т. е. около 20 частиц на площадь камеры.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что компенсация воздушного слоя между высотами 3860 и 4700 м эквивалентным слоем графита не приводит к уменьшению числа толчков до регистрируемого на высоте 3860 м числа толчков. Из полученных данных, однако, нельзя сделать однозначный вывод о распаде частиц, генерирующих толчки. Действительно, если допустить возможность механизма размножения в угле частиц, генерирующих толчки, то может иметь место так называемый эффект плотности, т. е. увеличение числа толчков под углем за счет суммирования камерой одновременных толчков, созданных не успевшими разойтись вторичными частицами.

Таблица 1

Число толчков в незащищенной камере на высоте 3860 м, на высоте 4700 м и в камере под слоем графита 64 г/см<sup>2</sup> на высоте 4700 м

Величина порога, выраженная числом релятив. частиц	Число толчков в час				
	на высоте 4700 м под слоем графита 64 г/см <sup>2</sup>	на высоте 4700 м под слоем графита 64 г/см <sup>2</sup> с поправкой на ливни, зарегистр. счетчиками	на высоте 3860 м в незащищенной камере с поправкой на ливни, зарегистр. счетчиками	на высоте 4700 м в незащищенной камере	на высоте 4700 м в незащищенной камере с поправкой на ливни, зарегистр. счетчиками
50	28,2 ± 1,1	26,8 ± 1,1	19,3 ± 0,7	26,1 ± 0,9	25,9 ± 0,9
60	15,2 ± 0,8	14,9 ± 0,8	9,2 ± 0,5	14,0 ± 0,7	13,8 ± 0,7
70	8,5 ± 0,6	8,3 ± 0,6	5,6 ± 0,2	9,0 ± 0,5	8,8 ± 0,5
90	5,0 ± 0,5	4,5 ± 0,5	2,8 ± 0,2	5,0 ± 0,4	4,8 ± 0,4

Весьма малое различие между числом толчков в камере под графитом на высоте 4700 м и числом толчков в незащищенной камере на высоте 4700 м можно было объяснить эффектом плотности.

Таблица 2

Величина порога, выраженная числом релятив. частиц	Число толчков, больших данного порога, под различными толщинами угольного поглотителя				То же, с учетом поправок на ливни, регистрируемые счетчиками		
	Толщина графита в г/см <sup>2</sup>						
	0	64	128	192	0'	128	192
50	19,8 ± 0,5	16,8 ± 0,7	14,9 ± 0,4	13,9 ± 0,4	19,3 ± 0,7	13,5 ± 0,5	12,5 ± 0,5
60	9,5 ± 0,3	8,5 ± 0,5	8,5 ± 0,3	8,6 ± 0,3	9,2 ± 0,5	7,8 ± 0,4	7,7 ± 0,4
70	5,6 ± 0,2	5,1 ± 0,4	4,9 ± 0,3	4,6 ± 0,2	5,6 ± 0,2	4,4 ± 0,4	3,8 ± 0,3
75	4,7 ± 0,2	4,1 ± 0,3	3,7 ± 0,2	3,8 ± 0,2	—	—	—
90	2,8 ± 0,2	2,4 ± 0,3	2,4 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,8 ± 0,2	2,1 ± 0,3	1,8 ± 0,2
100	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,2	1,7 ± 0,2	1,5 ± 0,1	—	—	—

Для рассмотрения этой возможности снимались кривые поглощения частиц, генерирующих толчки. Поглотителем служили слои графита толщиной 64, 128 и 192 г/см<sup>2</sup>. Схема расположения установки показана на рис. 1. Всего было промерено 6000 импульсов в камере под различными толщинами поглотителя. Число толчков, больших данного порога, под различными толщинами графита приведено в табл. 2. Соответствующие кривые даны на рис. 2. Пунктиром нанесены кривые с учетом возможных поправок на толчки, сопровождающиеся ливнями, зарегистрированными счетчиками.

На рис. 3 приведены те же кривые, что и на рис. 2, в полулогарифмическом масштабе. На этом же рисунке показан и высотный ход

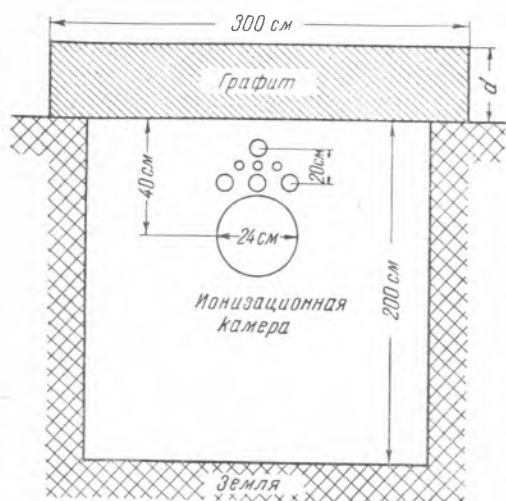


Рис. 1. Схема расположения установки для снятия кривых поглощения в графите частиц, генерирующих толчки

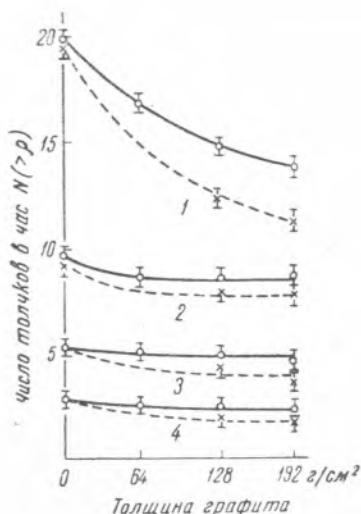


Рис. 2. Кривые поглощения в графите частиц, генерирующих толчки, для различных порогов. 1 — порог  $\rho = 50$  релятивистских частиц, 2 —  $\rho = 60$ , 3 —  $\rho = 70$ , 4 —  $\rho = 90$

толчков для соответствующих порогов. На оси абсцисс нанесен отрезок, соответствующий разности высот 4700 и 3860 м по массе воздуха ( $64 \text{ г/см}^2$ ), и далее в том же масштабе толщина угольного поглотителя на высоте 3860 м. Пунктиром нанесены кривые с возможными поправками на ливни, зарегистрированные счетчиками. Тонкими линиями показаны кривые с учетом поправок на такие ливни, возникшие в графите, которые, в силу малой плотности, могли не зарегистрироваться 4 счетчиками с площадью по  $100 \text{ см}^2$  (их плотность меньше или равна 5 частицам на площадь камеры). Для учета таких ливней величины всех толчков, регистрируемых под графитом, были уменьшены, причем число толчков с внесением поправки определялось смещением по спектру величин толчков в сторону уменьшения величины толчков на 5 релятивистских частиц. Все эти поправки (возможно, сильно завышенные) приводят к более крутому ходу кривой поглощения в графите. Однако, несмотря на это, она все же остается значительно более пологой, чем кривая для высотного хода. Так как кривая поглощения может быть описана экспонентой, то можно сравнить коэффициент поглощения  $\mu_1$  в воздухе и коэффициент поглощения  $\mu_2$  в графите. Кривые рис. 3 дают для порога 90 релятивистских частиц значения  $1/\mu_1 = (120 \pm 30) \text{ г/см}^2$  и  $1/\mu_2 = (310 \pm 90$

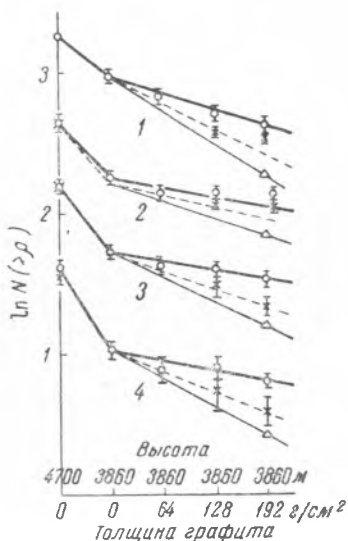


Рис. 3. Высотный ход и кривые поглощения в графите частиц, генерирующих толчки, для различных порогов. Обозначения те же, что на рис. 2

г/см<sup>2</sup>, причем  $1/\mu_2$  вычислено из кривой, получающейся после внесения поправки как на ливни, зарегистрированные счетчиками, так и на возможные мало плотные ливни. Без учета мало плотных ливней, не регистрируемых счетчиками, получается  $1/\mu_2 = (400 \pm 140)$  г/см<sup>2</sup> и без учета ливней, регистрируемых счетчиками,  $1/\mu_2 = (730 \pm 340)$  г/см<sup>2</sup>. Разница в значениях  $1/\mu_1$  и  $1/\mu_2$  указывает либо на распад частиц, генерирующих толчки, либо на существование механизма, приводящего к эффекту плотности. Если принять  $1/\mu_1 = (120 \pm 30)$  г/см<sup>2</sup>,  $1/\mu_2 = (310 \pm 90)$  г/см<sup>2</sup> и объяснять различие  $1/\mu_1$  и  $1/\mu_2$  распадом частиц, генерирующих толчки, то время жизни этих частиц получается  $\sim 10^{-5}$  сек. Коэффициент

Таблица 3

Число толчков в камере, защищенной слоем земли  $\sim 10^4$  г/см<sup>2</sup> на уровне моря

Величина порога выраженная числом релятив. частиц	Число толчков в час
50	$7,2 \pm 1,4$
60	$1,2 \pm 0,5$
70	$1,0 \pm 0,5$
80	0,0
90	0,0

ход для разных порогов могут объясняться наличием фона толчков в камере. Для определения фона измерялось число толчков в камере, помещенной под слоем земли около 50 м ( $\sim 10^4$  г/см<sup>2</sup>) на уровне моря. Результаты измерений фона приведены в табл. 3.

На рис. 4 приведен интегральный спектр толчков в двойном логарифмическом масштабе. Как видно из рис. 4, интегральный спектр толчков имеет вид степенной функции  $f(>\rho) = A\rho^{-\gamma}$ , где  $\gamma = 3,3 \pm 0,1$ . На рис. 4 приведен также интегральный спектр толчков под слоем графита 128 г/см<sup>2</sup> на той же высоте. Тот факт, что кривые поглощения не дают крутого спада вплоть до 192 г/см<sup>2</sup>, делает мало вероятным эффект плотности от вторичных частиц. Однако возможность эффекта плотности при наличии каскадного размножения генерирующих частиц не исключена.

Для частиц сравнительно небольших энергий, создающих толчки в камере, наблюдаемые результаты говорят в пользу гипотезы распада генерирующей компоненты.

В заключение авторы приносят благодарность акад. Д. В. Скобельцыну за участие в дискуссии результатов и Н. А. Добротину, руководившему этой работой.

Физический институт им. П. Н. Лебедева  
Академии наук СССР

Поступило  
13 V 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Д. В. Скобельцын, ДАН, 44, № 5 (1944). <sup>2</sup> Л. Разоренов и А. Князев, ЖЭТФ, 19, 4, 283 (1949). <sup>3</sup> Н. Bridge and B. Rossi, Phys. Rev., 71, 379 (1947).

поглощения в воздухе  $\mu_1 = \frac{1}{120 \pm 30}$  см<sup>2</sup>/г соответствует сечению поглощения  $\sigma_1 = (1,9 \pm 0,5) \cdot 10^{-25}$  см<sup>2</sup>, т. е.  $\sigma_1$  — порядка геометрического сечения ядра. Коэффициент поглощения в графите  $\mu_2 = \frac{1}{310 \pm 90}$  см<sup>2</sup>/г соответствует сечению поглощения  $\sigma_2 = (0,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-25}$  см<sup>2</sup>. Коэффициент поглощения в воздухе, найденный нами, близок к коэффициенту поглощения, полученному Росси (<sup>3</sup>) и другими авторами.

Несколько различная крутизна кривых поглощения и различный высотный



Рис. 4. Интегральный спектр толчков в камере в двойном логарифмическом масштабе. 1 — спектры толчков в незащищенной камере, 2 — в камере под слоем графита 128 г/см<sup>2</sup>