

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБИННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МЕДИ

В. А. ВОРОБЬЕВ, А. В. ПУШКИН

Проведено исследование распределения поглощенной энергии в меди, алюминии, графите, свинце. Графики распределения поглощенной энергии во всех материалах имеют одинаковый вид, в данной работе приводятся поэтому только результаты глубинного распределения поглощенной энергии в меди.

Источником тормозного высокоэнергетического излучения является синхротрон Томского политехнического института на 1,5 Гэв. Коллимированный пучок тормозного излучения, очищенный от электронов, падал на блок поглотителя. При коллиматоре  $\varnothing 10 \div 30$  мм и расстоянии в воздухе от мишени 12 м пучок тормозного излучения является приблизительно параллельным. Исследование сечения пучка до поглотителя фотометодом показало, что поле излучения равномерно при коллимации пучка до  $\varnothing 30$  мм.

Исследование глубинного распределения поглощенной энергии (ГРПЭ) проводилось фотографическим методом [1, 2, 3, 6]. Составлялся набор из блоков поглотителя диаметром 200 мм или пластин размером  $100 \times 100$  мм. Общий набор достигал толщины до 200 мм для меди. На различной глубине поглотителя устанавливались бумажные кассеты с рентгеновской пленкой. Экспонированные пленки обрабатывались одновременно. Такая методика позволила увеличить точность измерений, так как исключались ошибки, связанные с нестабильностью работы ускорителя и условиями обработки пленки. Основные ошибки, остающиеся при выбранной методике, обусловлены изменением чувствительности рентгеновской пленки по площади листа и от листа к листу для одного и того же типа пленки и не превышают 4%.

Общая ошибка метода с учетом отклонения характеристической кривой от линейной зависимости на выбранном участке и точности фотометрирования на микрофотометре не превышает  $7 \div 8\%$ .

Исследование ГРПЭ в меди проводилось с использованием рентгеновских пленок типа РТ-1, РТ-2 и РМ-1 при различных экспозиционных дозах. При экспериментах энергия тормозного излучения менялась от 250 мэв до 1000 мэв.

Кривые ГРПЭ в меди для четырех значений энергий тормозного излучения по оси пучка приведены на рис. 1. Они подобны кривым глубинного распределения поглощенной энергии при энергии тормозного излучения в несколько десятков мэв [2, 4, 7, 8].

На глубине поглотителя  $t \rightarrow 0$  величина поглощенной энергии не равна 0 и зависит от энергии тормозного излучения. Для меди она изме-

няется от 0,04 до 0,09 от дозы в максимуме кривой ГРПЭ при изменении энергии от 1000 мэв до 250 мэв. С увеличением энергии тормозного излучения положение максимума поглощенной энергии смещается

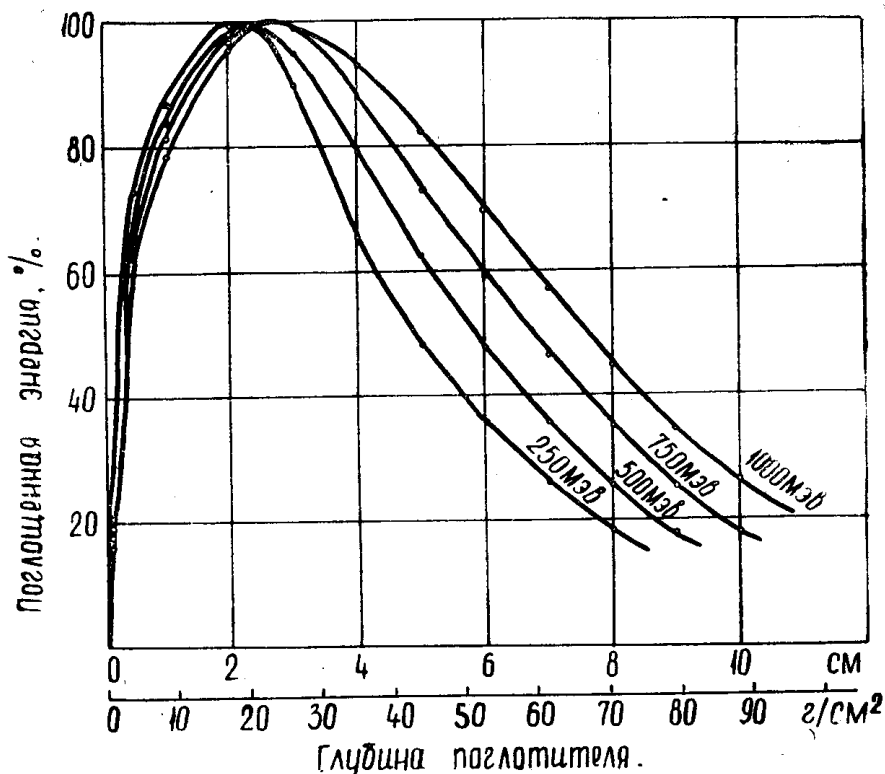


Рис. 1. Глубинное распределение поглощенной энергии в меди по оси пучка при различных энергиях тормозного излучения

в глубину от передней стенки поглотителя. Так для энергий тормозного излучения 250, 500, 750 и 1000 мэв максимум поглощенной энергии располагается на глубинах 20; 23,7; 25; 26,3 мм. Значения  $t_{\text{макс}}$  для энергий 250 и 500 мэв хорошо совпадают с результатами, полученными в работе [5] для энергии тормозного излучения 330 мэв. Используя полученные данные о положении максимума поглощенной энергии и данные, полученные другими авторами, например [4], можно построить зависимость от энергии тормозного излучения в интервале от нескольких мэв до 1000 мэв. Такая зависимость была нами построена. Ее вид подобен аналогичной зависимости, приведенной в работе [2].

Скорость уменьшения величины поглощенной энергии после максимума зависит от величины энергии тормозного излучения. С увеличением энергии тормозного излучения она увеличивается, что, вероятно, обусловлено увеличением коэффициента линейного ослабления в меди с увеличением энергии тормозного излучения в указанных пределах. Сравнение кривых ГРПЭ, полученных в нашей работе фотометодом, с кривыми ГРПЭ, полученными ионизационным методом с использованием экстраполяционных камер [4, 5], показывает, что спад последних происходит медленнее. Это отличие обусловлено методикой измерения и наблюдается также при низких энергиях тормозного излучения [3]. При измерениях экстраполяционной камерой измеряется среднее значение по всей площади, а при фотометоде измерения производятся в точке. Особенно это должно сказаться при малых размерах коллима-

тора, когда относительная величина «утечки» энергии из проекции пучка будет большой.

На рис. 2 приведены кривые радиального распределения поглощенной энергии по сечению пучка в меди в относительных единицах на различной глубине поглотителя для энергии тормозного излучения 1000 мэв и при диаметре коллиматора 10 мм. За 100% принята величина поглощенной энергии на оси пучка. Как видно, с увеличением глубины поглотителя равномерность распределения поглощенной энергии по проекции пучка ухудшается, и относительная величина «утечки» энергии растет.

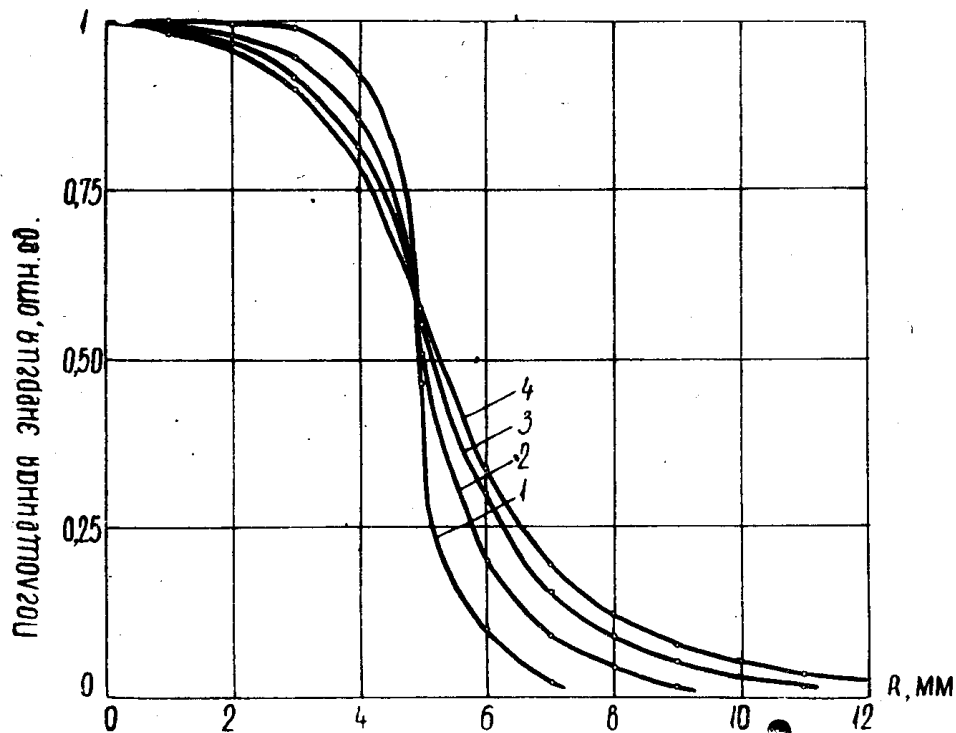


Рис. 2. Распределение поглощенной энергии по сечению пучка в меди на различной глубине поглотителя: кривая 1—5 мм; 2—10 мм; 3—30 мм, 4—50 мм

Аналогичная зависимость в распределении поглощенной энергии по сечению пучка наблюдается при других значениях энергии тормозного излучения. Дальнейшее увеличение глубины поглотителя (более 50 мм для меди) сопровождается сближением кривых радиального распределения поглощенной энергии. А при глубинах 100÷120 мм они сливаются в одну.

Мы считаем, что кривые ГРПЭ, полученные фотометодом, удовлетворительно отражают истинную картину и более точно, чем полученные ионизационным методом с помощью экстраполяционной камеры.

Авторы выражают глубокую благодарность профессору доктору Воробьеву Александру Акимовичу за предложение темы и руководство исследованиями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. E. Charlton and H. Bread. Amer. J. Roentgenol., 60, № 2, 158 (1948).
2. Б. М. Исаев, М. И. Шальнов. Атомная энергия, 6, вып. 1, 57, (1959).

3. В. А. Балицкий, Е. А. Вайнер, В. С. Грамматикати, А. М. Литвицкий, И. Р. Меркушев, А. А. Нелюбов. Дозиметрия больших доз. Труды II координационного совещания по дозиметрии больших доз. Т. изд. «ФАН», 1966.
  4. С. П. Круглов. ЖТФ, XXXI, вып. 9, 1092 (1961).
  5. W. Blocker, R. M. Kenney, W. K. H. Rapofsky. Phys. Rev., 79, 419, 1950.
  6. В. А. Воробьев. Диссертация, Томск, ТПИ, 1965.
  7. В. А. Воробьев, В. Н. Руденко. Изв. ТПИ, 140, 90 (1965).
  8. В. А. Воробьев, В. Н. Руденко. Изв. вузов СССР, Физика, 2, 174 (1965).
-