

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРИИ И ОХРАНА ПЕРСОНАЛА ПРИ РАБОТЕ С БЕТАТРОНОМ

Г. П. ГАРГАНЕЕВ, В. А. МОСКАЛЕВ, Б. М. ЯКОВЛЕВ

(Представлено научным семинаром физико-технического факультета)

Для обеспечения безопасности при работе с ускорительными установками необходимо знание пространственного распределения излучения и доз, получаемых персоналом.

Работая с бетатроном с максимальной энергией в 11 Мэв, мы провели ориентировочные измерения с помощью установки типа „Б“. Данные, полученные на этой установке с применением γ - и β -счетчиков, дали возможность качественно оценить уровень рассеянного излучения в различных точках бетатронной лаборатории путем сравнения числа отсчетов прибора с уровнем естественного фона.

Количественные измерения доз на рабочих местах лаборатории производились с помощью микродозиметра типа „Мак“, отградуированного по радиоактивному препарату.

Результаты измерений рассеянного излучения, полученные с помощью установки типа „Б“, показали, что наиболее интенсивное излучение наблюдается во время работы бетатрона в смежных помещениях в плоскости равновесной орбиты электронов и особенно в направлении максимума излучения, характерного для пространственного распределения лучей бетатрона. При смещении счетчиков вверх и вниз относительно указанной плоскости интенсивность излучения снижается, и при измерениях в помещениях второго этажа, включая и комнату, расположенную непосредственно над бетатроном, величина излучения превосходила уровень естественного фона не более, чем в 2 раза.

Количественные измерения показали, что в среднем за 8-часовой рабочий день у пульта управления (положение 1, рис. 1), отделенного от аппаратной кирпичной стеной толщиной в 90 см, доза составляла 0,0288 р, т. е. почти в 4 раза ниже 0,1 р и в 2 раза ниже 0,05 р, признанных официально допустимыми. При тех же условиях в положении 2 (рис. 1) эта доза составляла 0,46, в положении 3—0,135 р, в положении 4—0,307 р. В положении 2 при расположении камеры дозиметра ниже плоскости равновесной орбиты на 1,3 м средняя доза за рабочий день составляла 0,115 р. В помещениях второго этажа дозиметром „Мак“ при работающем бетатроне излучение не обнаруживалось.

Так как энергия гамма-квантов нашего бетатрона превосходила порог фотоядерных реакций ряда элементов, наблюдалась активация предметов, подвергавшихся облучению бетатронными лучами. Измерения показали,

что во всех точках аппаратной фон излучения превышал естественный уровень. Измерения, проведенные 28 августа 1953 года, показали, что в центре аппаратной превышение над естественным фоном в среднем составляло 20—25%. Несколько больше это превышение было при размещении счетчика около стены, у места, куда падал луч. О наличии радио-

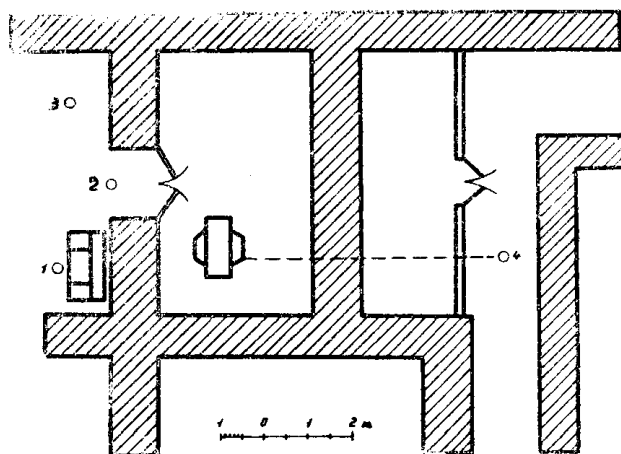


Рис. 1. План лаборатории и размещение оборудования.

активных изотопов в аппаратной свидетельствует также то, что при закрытых железных дверях, ведущих в аппаратную, в смежной комнате, где установлен пульт, в положении 1 γ - и β -счетчики показывали отсутствие превышения над уровнем естественного фона. При открытых дверях это превышение составляло в среднем 11% от уровня естественного фона. В остальных помещениях лаборатории наведенной активности не наблюдалось.

Явление активации окружающих предметов при работе бетатрона, безусловно, значительно усиливается при более высоких (20—30 *Мэв*) энергиях излучения, при которых пучок сверхжестких лучей бетатрона сопровождается достаточно интенсивным потоком быстрых и медленных нейтронов, возникающих как в мишени бетатрона, так и в деталях, формирующих пучок лучей (коллиматор, выравнивающий фильтр и т. д.). Нейтронный поток может способствовать наведению искусственной активности элементов с большим периодом полураспада.

Постоянное облучение сотрудников лаборатории, имевшее место в обсуждаемом случае, привело к проявлению отдельных симптомов хронической лучевой болезни.

Например, у сотрудника Б. до начала работы количество лейкоцитов равнялось 3800 в *мм*³. В момент работы Б. находился у пульта управления (полож. 1, рис. 1) в течение 2 часов. Анализы, проведенные прямо у пульта управления, показали, что количество лейкоцитов к концу первого часа увеличилось до 4950 в *мм*³, к концу второго — до 5850. Исследования, проведенные на протяжении последующих 4 часов после работы, дали следующий ряд цифр: 3650, 4200, 6650 и 7950 лейкоцитов в *мм*³. Через 24 часа в *мм*³ насчитывалось 4250 лейкоцитов.

Исследование сотрудника Г. при тех же условиях дало подобные результаты.

Анализы гемограмм, проводимых в абсолютных числах, нередко дают повышенное число лимфоцитов при пониженных числах нейтрофилов. Острая же реакция, примеры которой мы привели выше, характеризуется нейтрофильным лейкоцитозом с левым ядерным сдвигом и интактностью или снижением числа лимфоцитов.

Показатели гемоглобина и эритроцитов изменяются более медленно, чем число лейкоцитов, поэтому особенно важно исследования проводить в динамике. Обычно в условиях хронического облучения наблюдается снижение эритроцитов и гемоглобина, которое может иногда продолжаться и после прекращения работы в течение нескольких дней. Затем начинается восстановление этих показателей, которые могут достигать высоких значений в момент длительного отдыха (рис. 2).

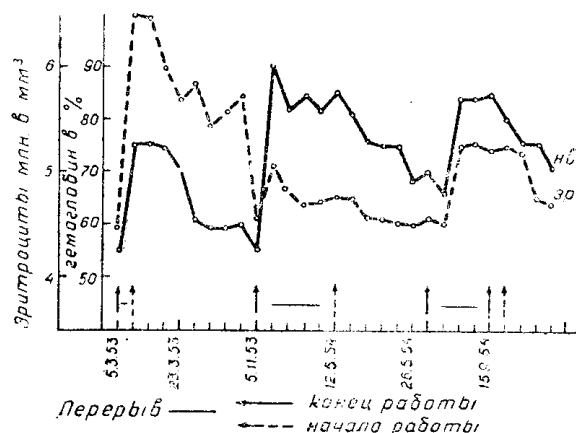


Рис. 2. Кривые числа эритроцитов и процента гемоглобина.

При изучении мазков крови мы отметили ряд изменений морфологического характера, которые то нарастали в отдельные дни исследований по интенсивности, то исчезали совершенно. У нейтрофилов довольно часто отмечалось наличие токсической зернистости в протоплазме, наличие участков пикноза в ядрах отдельных клеток; у лимфоцитов — атипичность ядер некоторых клеток, часто повышенная базофилия протоплазмы. Из отклонений со стороны красной крови можно отметить довольно нередкое появление эритробластов.

Из других явлений общего порядка, наблюдаемых у сотрудников, можно отметить легкую утомляемость, раздражительность, повышенную потливость, кратковременные приступы головокружения, головные боли, нарушение сна, боли в области сердца и ряд других симптомов.

Следовательно, если учесть, что проявление симптомов хронической лучевой болезни наблюдается при дозах рассеянного излучения ниже официально допустимых (0,05—0,1 *p* за рабочий день), то необходимо ставить вопрос о снижении последних. По всей вероятности, эта доза для излучения высоких энергий должна быть снижена до величин, близких к естественному фону.

Снизить до такого уровня фон рассеянного излучения возможно либо созданием специальных баритобетонных стен, либо, учитывая особенности пространственного распределения рассеянного излучения бетатрона, размещением ускорителя в специальном подвальном помещении с таким расчетом, чтобы плоскость равновесной орбиты электронов была на 2—3 метра ниже уровня пола остальных помещений при горизонтальном распространении пучка лучей. В любом другом случае (включая и обратный бетатрон) плоскость равновесной орбиты не должна пересекать смежных помещений, где находятся люди.

Учитывая наведенную активность и наличие радиоактивной пыли, необходимо обеспечить помещение лаборатории эффективной приточно-вытяжной вентиляцией, создать в зоне падения луча так называемую „гасительную яму“, обеспечить легкость механической очистки стен, пола

помещений, а в случае надобности, и легкость замены облицовочного материала.

Для такой лаборатории необходимо не менее двух комнат, так как управление бетатроном должно осуществляться только из других помещений.

Размещение бетатрона в специальных подвальных помещениях нам кажется наиболее выгодным как в смысле эффективности защиты, так и в смысле экономии средств.

В случае работы с животными необходимо учитывать возможность наведенной активности их тканей, в связи с чем содержание животных и уход за ними должны быть такими же, как и за животными, которым радиоактивное вещество вводится внутрь.
