ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
Том 87 ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА 1957 г.

ДОЗИМЕТР С НАПЕРСТКОВОЙ ИОНИЗАЦИОННОЙ КАМЕРОЙ ДЛЯ СВЕРХЖЕСТКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЕТАТРОНОВ И СИНХРОТРОНОВ

В. А. МОСКАЛЕВ

(Представлено научным семинаром физико-технического факультета)

При работе с генераторами сверхжесткого тормозного излучения бетатронами и синхротронами, предназначенными для клинического применения, а также для промышленной дефектоскопии, приходится производить большое количество дозиметрических работ по проверке защитных приспособлений, определению распределения изодоз в ткани организма при помощи фантомов, определению распределения излучения в пространстве вокруг излучателя, контролю необходимого дозирования излучения и т. д. Для этих целей широко применяются ионизационные камеры, работающие с электронными усилителями постоянного тока различных систем и конструкций. Выпускаемые стандартные приборы типа УСДДб, УП, „Мак", „Кактус" и др. рассчитаны на применение ионизационных камер с относительно большим рабочим объемом (порядка литров). Поэтому указанные приборы применимы лишь в измерениях, где не требуется определение значения дозы излучения в данной точке, например, в качестве контрольных приборов при работе с излучением, для оценки среднего значения дозы излучения, генерируемого установкой и т. п. Конструкция приборов не позволяет замену большой ионизационной камеры на так называемую „наперстковую" по техническим причинам. Кроме того, наличие большого объема газа в выносном блоке этих приборов делает невозможным применение наперстковой камеры принципиально, вследствие возникновения недопустимой погрешности в измерениях.

При измерениях, связанных с определением распределения изодоз в ткани организма, и ряде других работ необходимо иметь прибор с ионизационной камерой малых размеров, которая позволяла бы измерение дозы в малом объеме пространства. По нашему мнению, такой прибор должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Возможность измерения количества поглощенной энергии излучения в объеме порядка 1 $см^3$.

2. Ионизационная камера должна иметь возможность свободного перемещения в пределах нескольких метров от регистрирующего прибора (микроамперметра).

3. Камера должна быть изготовлена из „тканеэквивалентного" материала для уменьшения погрешности при измерениях дозы в фантоме.

4. Конструкция прибора должна позволять быструю замену ионизационных камер.

5. Влияние помех на усилитель должно быть минимальным.

6. Реакция держателя ионизационной камеры и других деталей усилителя на излучение должна быть сведена до минимума.

7. Чувствительность прибора должна давать возможность измерения ионизационных токов порядка 10^{-13} *а* и меньше.

В соответствии с вышеизложенным был изготовлен прибор, принципиальная схема которого представлена на рис. 1.

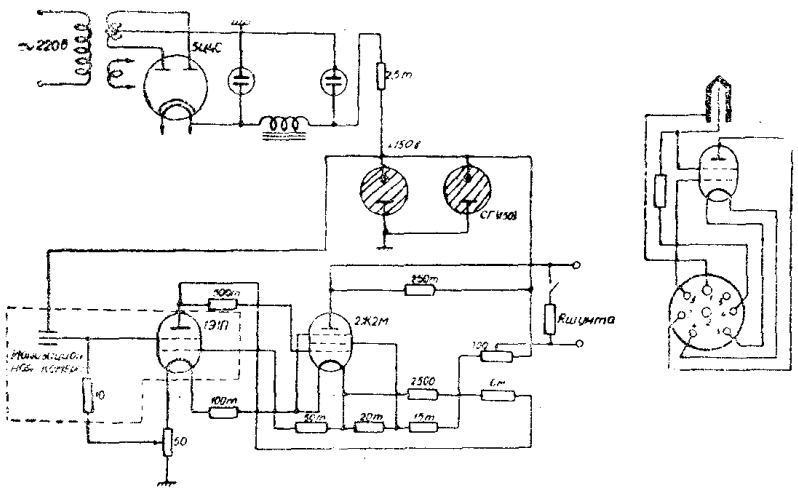

Рис. 1

В качестве входной лампы дозиметра применен опытный „пальчиковый" электрометрический тетрод типа 1Э1П отечественного производства. Во втором каскаде усиления поставлен пентод типа 2Ж2М, имеющий такой же ток накала, как и лампа 1Э1П, что делает возможным последовательное включение катодов этих ламп. Входное сопротивление схемы усилителя составляет 10^{11} *ом*. Усилитель питается от стабилизированного источника напряжения. Катоды ламп нагреваются выпрямленным током, и отсутствие аккумуляторных батарей в цепи накала делает прибор весьма удобным в употреблении.

Детектором излучения является графитовая ионизационная камера объемом 1 *см*^{3} и толщиной стенки 3 *мм* [1]). Корпус камеры соединяется с источником постоянного напряжения 150 *в*, а собирающий электрод подсоединяется непосредственно к управляющей (анодной) сетке выходной лампы.

Зависимость тока на выходе усилителя от потенциала на управляющей сетке электрометрической лампы имеет вид прямой линии. При изменении потенциала сетки на 1 *в* ток на выходе изменяется на 550 *мка*. Это означает, что 1 *мка* на выходе усилителя соответствует входному току (если входное сопротивление равно 10^{11}*ом*) $1{,}82 \cdot 10^{-14}$ *а*.

В единицах *CGSE* этот ток составит:

$$I_{вх} = 1{,}82 \cdot 10^{-14} \cdot 3 \cdot 10^{-9} = 5{,}45 \cdot 10^{-5}.$$

---

[1]) Толщина стенки камеры может быть изменена до 3,8 *см* ступенями по 5 *мм* с помощью специальных графитовых колпаков.

Разделив $I_{вх}$ на ионизационный объем камеры, найдем интенсивность излучения в *р/сек* на 1 деление прибора:

$$\frac{I_{вх}}{V} = \frac{5{,}45 \cdot 10^{-5}}{1} = 5{,}45 \cdot 10^{-5}\ р/сек,$$

что соответствует $0{,}326 \cdot 10^{-2}$ *р/мин*, т. е. прибор дает возможность измерять дозу излучения начиная от $0{,}326 \cdot 10^{-2}$ *р/мин*. Такая чувствительность вполне достаточна для большинства практических работ, производимых с излучением бетатрона.

Конструктивно прибор оформлен в виде выносного блока и усилителя постоянного тока. В выносном блоке объединена ионизационная камера и первый каскад усилителя. Входное сопротивление также устанавливается в выносном блоке. Часть схемы, вынесенная в блок, показана на схеме в пунктирной рамке, а справа на рис. 1 показана схема соединений в блоке. Расположение деталей в блоке показано на рис. 2. Блок соединяется с усилителем бронированным кабелем. Держатель ионизационной камеры

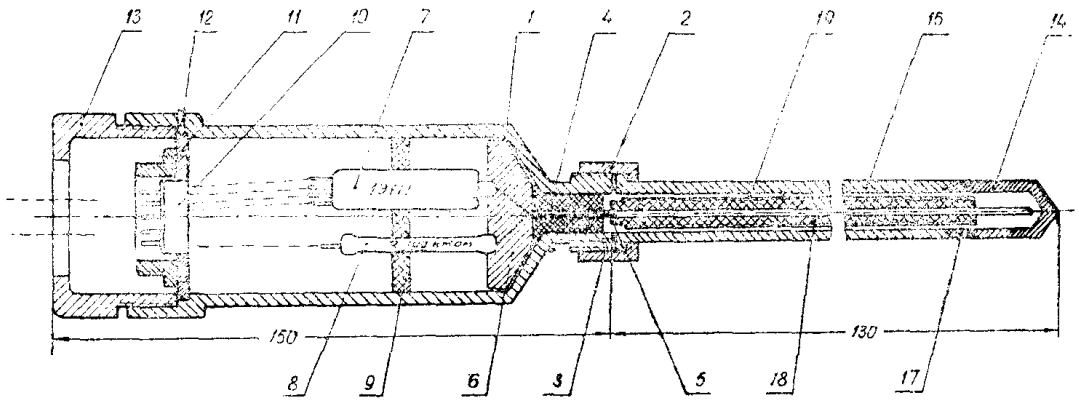

Рис. 2

(вместе с камерой) может быть легко заменен другим, с большей или меньшей длиной, в зависимости от условий проведения измерений. Герметическое соединение ионизационной камеры с держателем дает возможность производить измерение распределения изодоз в водяном фантоме.

В случае присутствия около прибора сильных магнитных полей легкий экран из железной жести, надеваемый на корпус выносного блока, полностью устраняет помехи, вызванные этими полями.

Предлагаемый дозиметр находится в эксплуатации в течение 5 лет, обнаружил хорошую стабильность и точность работы и может быть рекомендован для различного рода экспериментов, требующих измерений дозы в малых объемах.

Простота схемы прибора позволяет изготовление и настройку его за короткий промежуток времени. Сборка схемы не представляет затруднений. Следует особо отметить, что выносный блок должен быть выполнен очень тщательно, все детали перед монтажом промываются спиртом и хорошо просушиваются, а после сборки внутренность блока заливается чистым парафином. При выполнении этого условия устойчивая и надежная работа дозиметра может быть гарантирована.

В настоящее время прибор получил распространение в ряде бетатронных лабораторий Советского Союза (Москва, Тбилиси и др.), а также в высоковольтных лабораториях для измерения токов утечки по диэлектрикам при исследовании электрического пробоя последних (г. Томск).