

6. КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Энергия ядерного излучения, поглощенного веществом, превращается в тепло. Количество тепла зависит от интенсивности излучения, размеров и состава тела. Пусть на поверхность тела издает интенсивность излучения I , а каждая частица теряет в теле долю энергии η . Для заряженного излучения значение η близко к единице, однако для γ -квантов оно может значительно отличаться от единицы. Количество тепла Q , выделяемое ежесекундно в столбе слоя сечением 1 см^2 , связано с интенсивностью I уравнением

$$Q = \eta I. \quad (11)$$

Следовательно, теплу Q соответствует определенное значение интенсивности I . Пропорциональность величин Q и I используют при измерении дозы получения. По выделяющемуся теплу определяют активность препаратов.

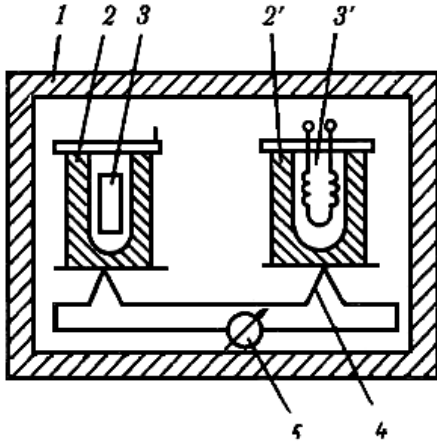


Рис. 27. Схема калориметра: 1 - корпус; 2, 2' - калориметрические цилиндры; 3 - источник излучения; 3' - нагревательная катушка; 4 - термодатчик; 5 - гальванометр.

Тепло Q можно измерить калориметром. В зависимости от назначения и принципов измерения тепла Q калориметры различаются по конструкции. Одним из калориметров (**Рис. 27**) определяют α - и β -активности препаратов. Он состоит из двух калориметрических цилиндров, заключенных в герметичный металлический корпус. В одном из цилиндров помещена проволочная катушка, служащая для градуировки калориметра. В дно каждого цилиндра вмонтированы термодатчики, включенные в электрическую цепь с гальванометром. Во второй калориметрический цилиндр опускают исследуемый препарат с известной энергией распада. Калориметр помещают в термостат, поддерживающий постоянную температуру корпуса.

Перед началом измерения калориметр градуируют. Для этого через проволочную катушку пропускают электрический ток. Мощность катушки расходуется на повышение температуры калориметрических цилиндров и теплоотдачу с поверхности калориметра в термостат. Так как мощность катушки постоянна, то с течением времени температуры калориметрических цилиндров с катушкой и без катушки станут равными соответственно t_1 и t_2 , а вся мощность катушки будет утекать в термостат. Из этого условия находят связь между мощностью катушки Q , внешней поверхностью калориметра S и разностью температур $\Delta t = t_1 - t_2$. По разности температур и показаниям гальванометра и градуируют калориметр. Затем в проградуированный калориметр опускают исследуемый препарат. Если в радиоактивном распаде испускаются только α -частицы, то тепловая мощность препарата пропорциональна энергии α -распада, так как все α -частицы поглощаются в калориметре. При измерении реактивности учитывают, что примерно $2/3$ энергии распада уносится нейтрино, а $1/3$ энергии распада поглощается в калориметре. Если же α - и β -распады сопровождаются испусканием γ -квантов, то делают поправку на поглощение γ -квантов в калориметре.

В другом типе калориметра тепловую мощность препарата находят по количеству жидкости, перешедшей в газообразное состояние. Одной из таких жидкостей является азот. Им заливают пространство вокруг калориметрической камеры с препаратом. Тепловая мощность Q препарата расходуется на испарение азота. Масса газообразного азота M связана с мощностью Q уравнением

$$Q = rM, \quad (12)$$

где r — теплота парообразования азота. Она равна теплу, которое необходимо подвести к жидкости при температуре кипения, чтобы превратить 1 кг жидкости в пар.

Результаты, полученные калориметрическим методом, зависят только от измеренного количества тепла. На них не влияют размеры и вес препарата, особенности взаимодействия ядерного излучения с веществом. Калориметрические методы незаменимы при изучении дозы сложного по составу излучения мощных ядерных реакторов. Найти точно дозу такого излучения другими методами весьма затруднительно.

Калориметрические методы детектирования ионизирующей радиации характеризуются низкой чувствительностью. Поэтому их применяют для измерения высоких активностей и доз излучения.