

**МЕТОДИКА ЭКОНОМИЧНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ОБРАЗЦОВ
ИЗ ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ РАЗЛИЧНОГО
ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОРМОЗНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ
БЕТАТРОНА**

В. А. ВОРОБЬЕВ

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института электронной интроскопии)

При проведении экспериментов в работах, связанных с облучением материалов для снижения себестоимости облучения, можно идти по двум путям. Во-первых, снижение себестоимости может быть произведено за счет выбора наиболее дешевых источников излучения, наиболее полно удовлетворяющих предъявляемым требованиям. Во-вторых, для существующих установок могут быть разработаны методики, позволяющие наиболее полно использовать возможности источников излучения. Первый путь требует наличия большого количества установок, параметры которых разнятся в широких пределах, это вызывает неиспользование многих источников излучения постоянно в работах и общей экономии не получается. Кроме того, облучение одиночных образцов требует больших затрат времени и большего числа оборудования, чем массовое облучение.

Второй путь должен основываться на разработке методик массового облучения образцов.

Во многих исследованиях в области радиационной физики и радиационной технологии в настоящее время стоит вопрос о массовом облучении образцов, толщины которых составляют несколько миллиметров и менее. Распределение поглощенной энергии тормозного излучения бетатрона по толщине облучаемого объекта описывается кривой с максимумом, положение которого относительно поверхности объекта зависит от энергии падающего потока излучения, эффективного атомного номера и плотности материала поглотителя. Крутизна переднего и заднего фронтов данной кривой, описывающей распределение поглощенной дозы по толщине облучаемого объекта, зависит в основном от тех же параметров [1, 2, 3]. Поэтому облучение составного блока из нескольких образцов одного химического состава приводит к тому, что различные образцы после облучения имеют отличную друг от друга поглощенную дозу, в зависимости от положения максимума переходной кривой относительно плоскости блока, обращенной к источнику излучения. Общая толщина составного блока таким образом определяется допустимой разностью в поглощенной дозе для отдельных образцов облучаемой партии [3].

При облучении образцов из материалов с различными эффективными атомными номерами потоком тормозного излучения одинаковой интенсивности поглощенная энергия в каждом образце будет различная.

и определяется коэффициентом поглощения, который при прочих равных условиях зависит от атомного номера вещества [4].

Нами было проведено исследование поглощения тормозного излучения бетатрона в щелочногалогидных кристаллах: фтористом калии, хлористом калии, бромистом калии и йодистом калии с целью исследования суммарных толщин образцов, которые могут облучаться при условии равенства поглощенных доз в отдельных образцах с требуемой точностью [3]. При исследовании поглощения тормозного излучения был использован такой параметр, характеризующий поглощение тормозного излучения в веществе как массовый коэффициент поглощения [4], табл. 1.

Таблица 1

Массовые коэффициенты поглощения тормозного излучения бетатрона в щелочногалогидных кристаллах (по данным Г. П. Соколова)

Энергия, Мэв	Кристалл	KF	KCl	KBr	KI
10		0,0574	0,0697	0,0958	0,141
20		0,0458	0,0555	0,0849	0,1089
30		0,0423	0,0515	0,055	0,116

Как видно из табл. 1, наблюдается с ростом эффективного атомного номера увеличение коэффициентов поглощения для всех рассматриваемых диапазонов максимальных энергий тормозного излучения бетатрона. Причем это относительное увеличение коэффициента поглощения для калиевого ряда щелочногалогидных кристаллов в зависимости от $Z_{эф}$ аналогично для всех рассматриваемых энергий тормозного излучения. Принимая величину коэффициентов поглощения для фтористого калия за единицу, получаем относительное увеличение коэффициентов поглощения для каждого диапазона энергий (табл. 2).

Исходя из полученных данных о коэффициентах поглощения тормозного излучения в щелочногалогидных кристаллах, нами были изготовлены составные образцы из кристаллов различного химического состава

Таблица 2

Относительное увеличение коэффициентов поглощения тормозного излучения в щелочногалогидных кристаллах с ростом эффективного атомного номера

Энергия, Мэв	Кристалл	KF	KCl	KBr	KI
10		1	1,21	1,66	2,46
20		1	1,23	1,84	2,39
30		1	1,22	1,36	2,74

с целью выравнивания распределения поглощенной дозы по толщине блока. При изготовлении блока на толщине, на которую приходится максимум переходной кривой, устанавливались образцы из фтористого калия, как имеющего наименьший коэффициент поглощения, с обеих сторон к ним примыкали пластины из хлористого калия и далее бромистого и йодистого калия соответственно. Толщина каждого слоя выбиралась исходя из длин пробега вторичных электронов, образующихся в кристаллах под действием тормозного излучения соответствующей

энергии [5, 6]. Нами проведено исследование распределения поглощенной энергии тормозного излучения в составных блоках из кристаллов, указанных в табл. 1. теоретически, на основе коэффициентов поглощения (табл. 1 и 2) и экспериментально.

Распределение поглощенной энергии тормозного излучения по толщине блока определялось с помощью рентгеновских пленок типа РТ-1, РТ-2, РМ-1, которые закладывались между соответствующими слоями кристаллов, рис. 1. На рис. 1 приведена переходная кривая, полученная

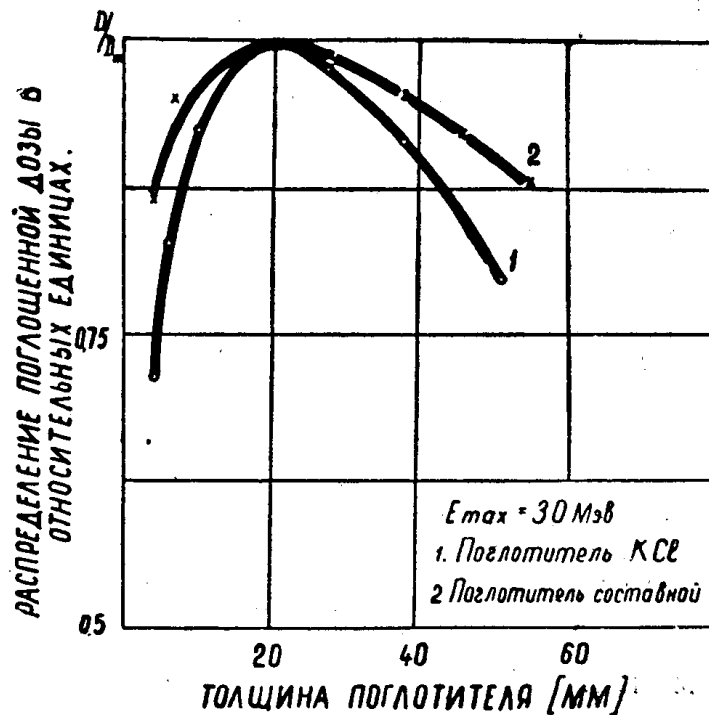


Рис. 1. Распределение поглощенной энергии по толщине образца из щелочногалогидных кристаллов при облучении тормозным излучением бетатрона с максимальной энергией 30 МэВ. Кривая 1 — распределение поглощенной энергии по толщине кристалла хлористого калия (экспериментальная кривая 3). Кривая 2 — распределение поглощенной энергии по толщине составного образца из кристаллов фтористого калия, хлористого калия, бромистого калия, йодистого калия, облученных совместно

при облучении монокристаллов хлористого калия тормозным излучением бетатрона с максимальной энергией 30 МэВ, и распределение поглощенной энергии при облучении тем же излучением составного образца из кристаллов, перечисленных в табл. 2 (сплошная кривая) и измеренных с помощью рентгеновской пленки. Как видно из рис. 1, суммарная толщина составного блока, в котором указанным способом было получено выравненное с точностью до 10% распределение поглощенной энергии при облучении тормозным излучением бетатрона с максимальной энергией 30 МэВ, составляет 47,5 мм по сравнению с 28 мм при облучении монокристалла хлористого калия.

Расхождение данных о распределении поглощенной энергии по толщине составного блока, рассчитанных теоретически по коэффициентам поглощения для соответствующих кристаллов (табл. 1 и 2), с результатами экспериментальных измерений с помощью рентгеновских пленок,

лежащее в пределах 5%, объясняется зависимостью эффективной энергии вторичных электронов, а следовательно, и длин их пробегов, от эффективного атомного номера кристалла, в котором они образуются под действием тормозного излучения [7], а также погрешности расчета и измерений.

Экспериментальная проверка результатов расчетов распределения поглощения энергии по составным образцам из указанных в табл. 1 и 2 кристаллов при облучении тормозным излучением бетатронов с максимальной энергией 10, 15, 20 и 25 Мэв, с помощью рентгеновских пленок типа РТ-2, РТ-1 и РМ-1, дала хорошее согласие экспериментальных результатов с данными расчета.

Таким образом, использование составных образцов из материалов различного химического состава при облучении электромагнитным излучением значительно увеличивает производительность процесса облучения и снижает затраты при массовом облучении образцов. Применение данного способа, как показал наш опыт, является экономически выгодным даже при облучении отдельных партий образцов. Его экономическая эффективность увеличивается при массовом облучении одинаковых партий. Так, при совместном облучении кристаллов фтористого калия, хлористого калия, бромистого калия и йодистого калия в виде пластин толщиной 1—2 мм за счет увеличения толщины одновременно облучаемого блока и увеличения поглощенной энергии в кристаллах с меньшим эффективным атомным номером по сравнению с облучением образцов, составленных из одинаковых кристаллов, было получено при максимальной энергии тормозного излучения в диапазоне 20—30 Мэв увеличение производительности в 1,4—1,7 раза. Однородность распределения поглощенной энергии по толщине составных образцов при этом составляла не хуже 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиационная дозиметрия, пер. с англ. под ред. И. Г. Гусева и К. Г. Прухонова, изд. ИЛ, М., 1958.
2. С. П. Круглов. ЖТФ, XXXI (1961), 1092.
3. В. А. Воробьев. Кандидагская диссертация, Томск, ТПИ, 1965.
4. О. И. Лейпунский, Б. В. Новожилов, В. Н. Сахаров. Распределение гамма-квантов в веществе. Гос. издат. физ. мат. литературы, М., 1960.
5. В. Н. Руденко. Кандидагская диссертация, Томск, ТПИ, 1964.
6. С. В. Стародубцев, А. М. Романов. Прохождение заряженных частиц через вещество. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1962.
7. В. А. Воробьев, В. Н. Руденко. Определение эффективной энергии вторичных электронов в кристаллах щелочногалогидных солей при облучении тормозным излучением бетатрона. Изв. ТПИ, 140, Изд. Томского госуниверситета, Томск, 1966.