

ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВОГО СЛОЯ ПОЛОВИННОГО ОСЛАБЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ АППАРАТОВ

Петрушанский М.Г.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Качество тормозного рентгеновского излучения при заданном значении анодного напряжения рентгеновского аппарата характеризуется величиной первого слоя половинного ослабления этого излучения [1], которым называют такую толщину некоторого материала, при прохождении через которую мощность экспозиционной дозы (или экспозиционная доза) рассматриваемого излучения уменьшается в два раза [2]. В качестве упомянутого материала в рентгенодиагностике используют, как правило, алюминий.

Величины первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения нормируются пунктом 29.201.2 стандарта ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3], который содержит общие требования к защите от излучения в диагностических рентгеновских аппаратах. Указанные величины не могут быть сколь угодно малыми, поскольку это уменьшение приведет к увеличению дозовой нагрузки на пациента.

Кроме минимально допустимых величин первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения, в пункте 29.201.5 стандарта ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3] приведены минимально допустимые величины суммарной фильтрации пучка рентгеновского излучения и указано, что величина суммарной фильтрации излучения должна быть достаточной для обеспечения оговоренного в этом стандарте минимально допустимого первого слоя половинного ослабления [4]. В то же время, в Российской Федерации продолжает действовать ГОСТ 26140–84 [5], куда также включены сведения о допустимых величинах суммарной фильтрации пучка.

Стандарт ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3] предписывает определять суммарную фильтрацию при заданном анодном напряжении, если оно меньше 70 кВ, и при анодном напряжении 70 кВ, если заданное анодное напряжение больше 70 кВ. Но при дальнейшем увеличении анодного напряжения величина суммарной фильтрации излучения также будет увеличиваться до ненормированного стандартом ГОСТ Р 50267.0.3–99 значения [6 – 8]. Поэтому соответствующие ячейки таблицы 1, в которой представлены требования указанных стандартов, вместо конкретных значений содержат знак вопроса.

Таблица 1 - Допустимые величины суммарной фильтрации излучения при различных значениях анодного напряжения

Область применения	Значение анодного напряжения, кВ		Минимально допустимая величина суммарной фильтрации, мм Al	
	Рабочий диапазон	Выбранное значение	по ГОСТ 26140–84	по ГОСТ Р 50267.0.3–99
Стоматология	От 50 до 70	От 50 до 70	1,5	
	От 50 до 125	До 70	1,5	2,5
		От 70 до 80	2,0	?
		От 80 до 100	3,0	
		От 100 до 125	4,0	
Другие применения	От 30 и выше	До 70	1,5	2,5
		От 70 до 80	2,0	?
		От 80 до 100	3,0	
		От 100 до 125	4,0	
		От 125	5,0	

Используя сведения, представленные в таблице 1, можно найти значения первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения, соответствующие рекомендуемым стандартам ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3] и ГОСТ 26140–84 [5] минимально допустимым величинам суммарной фильтрации пучка рентгеновского излучения. Для этого нужно применить найденное в работе [2] выражение, позволяющее вычислить значение первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения по известным или измеренным величинам суммарной фильтрации пучка и анодного напряжения рентгенодиагностического аппарата.

В таблице 2 приведены минимально допустимые величины первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения, содержащиеся в пункте 29.201.2 стандарта ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3], а также рассчитанные с использованием указанного выражения по минимально допустимым значениям суммарной фильтрации пучка рентгеновского излучения из пункта 29.201.5 стандарта ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3] и стандарта ГОСТ 26140–84 [5], представленным в таблице 1.

Таблица 2 - Допустимые величины первого слоя половинного ослабления при различных значениях анодного напряжения

Область применения	Значение анодного напряжения, кВ		Минимально допустимые величины первого СПО, мм Al		
	Рабочий диапазон	Выбранное значение	по ГОСТ Р 50267.0.3–99		по ГОСТ 26140–84
			п. 29.201.2	п. 29.201.5	
Стоматология с внутриротовым приемником рентгеновского изображения	От 50 до 70	50	1,5	1,1	1,1
		60	1,5	1,2	1,2
		70	1,5	1,4	1,4
	От 50 до 90	50	1,5	1,5	1,1
		60	1,8	1,8	1,2
		70	2,1	2,0	1,4
		80	2,3	?	1,9
90	2,5	2,8			
Другие применения в стоматологии	От 50 до 70	50	1,2	1,1	1,1
		60	1,3	1,2	1,2
		70	1,5	1,4	1,4
	От 50 до 125	50	1,5	1,5	1,1
		60	1,8	1,8	1,2
		70	2,1	2,0	1,4
		80	2,3	?	1,9
		90	2,5		2,8
		100	2,7		3,0
		110	3,0		3,9
		120	3,2		4,2
		125	3,3		4,3
		Другие применения	От 30 и выше		30
40	1,2			1,2	0,9
50	1,5			1,5	1,1
60	1,8			1,8	1,2
70	2,1			2,0	1,4
80	2,3			?	1,9
90	2,5				2,8
100	2,7				3,0
110	3,0				3,9
120	3,2				4,2
130	3,5				5,2
140	3,8				5,5
150	4,1			5,8	

Сопоставляя между собой требования действующих стандартов к минимально допустимым величинам первого слоя половинного ослабления, представленным в таблице 2, можно сделать ряд важных выводов.

Во-первых, для превышающих 80 кВ значений анодного напряжения более поздний ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3] значительно ослабляет требования по минимально допустимой величине первого слоя половинного ослабления излучения по сравнению с ранее введенным ГОСТ 26140–84 [5]. Очевидно, что это приводит к увеличению дозовой нагрузки на пациента.

Во-вторых, наблюдаются явные разногласия даже внутри одного ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3] между требуемыми в пунктах 29.201.2 и 29.201.5 этого стандарта минимально допустимыми величинами первого слоя половинного ослабления излучения для ряда значений анодного напряжения.

В третьих, такая неоднозначность требований к минимально допустимой величине первого слоя половинного ослабления дает возможность производителям и продавцам медицинской техники в каждом конкретном случае использовать наиболее подходящий вариант нормирования указанной величины и порождает дальнейшие противоречия. Например, в таблице 3 приведены значения первого слоя половинного ослабления в алюминии для ряда величин анодного напряжения, содержащиеся в стандарте ГОСТ Р МЭК 61267–2001 [1] и соответствующие стандартным качествам излучения в выходящем из рентгеновского излучателя пучке (RQR).

Таблица 3 - Величины первого слоя половинного ослабления излучения при различных значениях анодного напряжения по ГОСТ Р МЭК 61267–2001 [1]

Значение анодного напряжения, кВ	Величина первого слоя половинного ослабления, мм Al
40	1,0
50	1,5
60	2,0
70	2,5
80	2,9
90	3,3
100	3,7
120	4,5
150	5,7

Из таблицы 3 видно, что не все указанные в стандарте ГОСТ Р МЭК 61267–2001 [1] условия соответствуют представленным в таблице 2 требованиям. В частности, величина первого слоя половинного ослабления при анодном напряжении 40 кВ меньше соответствующего значения по ГОСТ Р 50267.0.3–99 [3], а при 150 кВ – меньше значения по ГОСТ 26140–84 [5].

Однако получаемые при этих условиях излучения используют, в том числе, для определения ослабляющих свойств вспомогательного защитного оборудования. А при эксплуатации в реальных условиях свойства этого оборудования могут оказаться совсем другими.

Для преодоления сложившейся ситуации необходима разработка взаимоувязанных и однозначных требований в области нормирования основных параметров рентгенодиагностических аппаратов, к которым и относится величина первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения [9].

Список литературы:

1. *Аппараты рентгеновские медицинские диагностические. Условия излучения при определении характеристик: ГОСТ Р МЭК 61267–2001. – М., 2001.*
2. **Петрушанский, М. Г.** К вопросу определения первого слоя половинного ослабления рентгеновского излучения / М. Г. Петрушанский // *Медицинская техника. – 2009. – №5. – С. 16 – 18.*
3. *Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности. 3. Общие требования к защите от излучения в диагностических рентгеновских аппаратах: ГОСТ Р 50267.0.3–99 (МЭК 60601–94). – М., 2000.*
4. **Петрушанский, М. Г.** Требования к контролю и методы определения суммарной фильтрации пучка рентгеновского излучения рентгенодиагностических аппаратов / М. Г. Петрушанский // *Медицинская техника. – 2009. – №1. – С. 18 – 21.*
5. *Аппараты рентгеновские медицинские. Общие технические условия: ГОСТ 26140–84. – М., 1990.*
6. **Петрушанский, М. Г.** Сравнительный анализ требований государственных стандартов к величинам суммарной фильтрации пучка рентгеновского излучения рентгенодиагностических аппаратов / М. Г. Петрушанский // *Медицинская техника. – 2011. – № 5. – С. 11 – 14.*
7. **Петрушанский, М. Г.** К определению эффективной энергии смешанного пучка рентгеновского излучения / М. Г. Петрушанский, Е. А. Корнев // *Медицинская техника. – 2006. – №2. – С. 46 – 49.*
8. **Петрушанский, М. Г.** Расчет коэффициента пропускания тормозного рентгеновского излучения тестовым фильтром / М. Г. Петрушанский // *Медицинская техника. – 2008. – №6. – С. 27 – 30.*
9. **Петрушанский, М. Г.** Экспериментальная проверка метода спектрального преобразования для измерения параметров излучателей рентгенодиагностических аппаратов / М. Г. Петрушанский // *Альманах клинической медицины. – 2008. – №17–1. – С. 366 – 367.*