Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Радиационный контроль при рентгеновской дефектоскопии

Методические указания
МУ 2.6.1.3585—19

Издание официальное

Москва • 2019

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Радиационный контроль при рентгеновской дефектоскопии

Методические указания
МУ 2.6.1.3585—19

ББК 51.26
Р15

Р15 **Радиационный** контроль при рентгеновской дефектоскопии: Методические указания.—М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019.—14 с.

ISBN 978–5–7508–1713–9

1. Разработаны Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (В. С. Степанов); ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева (А. Н. Барковский, Б. Ф. Воробьев, Н. В. Титов).

2. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 31 октября 2019 г.

3. Введены впервые.

ББК 51.26

ISBN 978–5–7508–1713–9

© Роспотребнадзор, 2019

Содержание

I. Область применения 4

II. Общие положения 4

III. Радиационный контроль стационарных рентгеновских дефектоскопов, работающих в специальных защитных камерах 5

IV. Радиационный контроль рентгеновских дефектоскопов, эксплуатируемых в защитных камерах, расположенных в производственных помещениях 8

V. Радиационный контроль переносных (передвижных) рентгеновских дефектоскопов, эксплуатируемых на открытых площадках или в полевых условиях 8

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации

А. Ю. Попова

31 октября 2019 г.

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Радиационный контроль при рентгеновской дефектоскопии

Методические указания МУ 2.6.1.3585—19

I. Область применения

1.1. Настоящие методические указания (далее – МУ) определяют алгоритм проведения радиационного контроля при рентгеновской дефектоскопии.

1.2. МУ предназначены для органов и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также для организаций, эксплуатирующих рентгеновские дефектоскопы, проводящих радиационный контроль при рентгеновской дефектоскопии.

1.3. МУ не распространяются на проведение индивидуального дозиметрического контроля персонала.

II. Общие положения

2.1. Рентгеновские дефектоскопы (далее – РД) предназначены для проведения неразрушающего контроля различных объектов методом рентгенографии. РД является одним из наиболее мощных используемых на практике техногенных источников рентгеновского излучения и представляет значительную потенциальную радиационную опасность для здоровья персонала и населения. Обращение с РД осуществляется в со-

ответствии с требованиями законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения[1].

2.2. Принцип действия РД основан на просвечивании контролируемого объекта пучком рентгеновского излучения и формировании теневого рентгеновского изображения его внутренней структуры с использованием различных систем регистрации прошедшего через объект контроля излучения.

2.3. Требования по обеспечению радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии определены в санитарных правилах[2].

2.4. Для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – МАД) импульсного рентгеновского излучения используют дозиметры, предназначенные для измерения импульсного рентгеновского излучения с учетом энергетического спектра излучения и длительности его импульсов.

III. Радиационный контроль стационарных рентгеновских дефектоскопов, работающих в специальных защитных камерах

3.1. Радиационный контроль стационарных РД, работающих в специальных защитных камерах, включает[3]:

– измерение МАД рентгеновского излучения на рабочих местах персонала группы А – один раз в квартал и при каждом изменении условий просвечивания;

– проверку стационарных защитных устройств – один раз в год, а также после окончания строительных и ремонтных работ, затрагивающих эти защитные устройства.

3.2. Измерение МАД рентгеновского излучения на рабочих местах персонала группы А проводится при максимальных рабочих параметрах РД. Измерения на каждом рабочем месте проводят на двух высотах: 80 и 160 см над полом со статистической погрешностью не более 15 %.

3.3. Измеренные значения МАД на рабочих местах персонала группы А с учетом погрешности измерений не должны превышать 10 мкЗв/ч[4].

---

[1] СП 2.6.1.2612—10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 № 40 (зарегистрировано Минюстом России 11.08.2010, регистрационный номер 18115) (далее – ОСПОРБ-99/2010); СанПиН 2.6.1.3164—14 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 05.05.2014 № 34 (зарегистрировано Минюстом России 24.11.2017, регистрационный номер 49009 от 05.05.2014 № 34) (далее – СанПиН 2.6.1.3164—14).

[2] СанПиН 2.6.1.3164—14.

[3] Пункты 8.4.1, 8.6 СанПиН 2.6.1.3164—14.

[4] СанПиН 2.6.1.3164—14.

3.4. К стационарным защитным устройствам защитной камеры относятся: стенки камеры, потолочное перекрытие (при наличии смежных помещений над камерой), нижнее перекрытие (при наличии смежных помещений под защитной камерой), входные двери защитной камеры, защита технологических проемов для подачи деталей на просвечивание и смотровые защитные окна (при их наличии).

3.5. Проверка стационарных защитных устройств проводится путем определения максимального значения МАД рентгеновского излучения за ними. Для вертикальных элементов стационарных защитных устройств (стен, входных дверей, защитных окон) измерения проводятся на расстоянии 0,1 м от их внешней поверхности. В смежных помещениях, расположенных над защитной камерой, измерения проводятся на высоте 0,8 м от пола помещения, а под защитной камерой – на высоте 1,2 м от пола.

3.6. Для РД с направленным пучком излучения проверку стационарных защитных устройств, на которые падает прямой пучок рентгеновского излучения, проводят без установки имитатора объекта контроля. При проверке стационарных защитных устройств, на которые падает только прошедшее через радиационную защиту РД и рассеянное от объекта контроля рентгеновское излучение, в прямой пучок устанавливают имитатор объекта контроля. В качестве имитатора объекта контроля используют стальную пластину толщиной 5 мм и размером 50 × 50 см, устанавливаемую на расстоянии 50 см от фокуса рентгеновской трубки. Для РД с неограниченным по направлению пучком излучения имитатор объекта контроля не используется.

3.7. При включенном РД проводят сканирование внешней поверхности каждого стационарного защитного устройства (стена, пол, потолок, входные двери, рентгенозащитное окно) с использованием высокочувствительного радиометра или дозиметра для проверки наличия дефектов радиационной защиты камеры (рис. 1 к МУ). Расстояние от сканируемой поверхности выбирается в соответствии с пунктом 3.5 МУ. Скорость перемещения датчика прибора при сканировании не должна превышать 5 см в секунду. При обнаружении локальных максимумов показаний прибора отмечают их положение.

3.8. С использованием дозиметра проводят измерения МАД на всех внешних поверхностях камеры. Точки измерения на каждой поверхности определяют следующим образом:

– каждую поверхность делят на прямоугольные зоны со сторонами не более 50 см;

– в каждой зоне выделяют точки, расположенные в четырех углах и в центре зоны (рис. 2 МУ), для удобства проведения измерений рекомендуется предварительно отметить точки измерения мелом;

– для смотрового окна и входной двери защитной камеры дополнительно выделяют точки по линиям прилегания окна и двери к камере с шагом не более 25 см;

– во всех выделенных точках, а также в точках локальных максимумов, обнаруженных при сканировании, проводят измерения МАД со статистической погрешностью не более 15 %.

Измерения проводятся на расстояниях от контролируемой поверхности, определенных в пункте 3.5 МУ, при максимальных рабочих значениях анодного напряжения и анодного тока рентгеновской трубки.

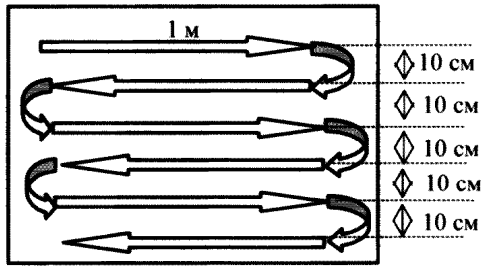


Рис. 1. Схема сканирования поверхностей элементов стационарных защитных устройств защитной камеры

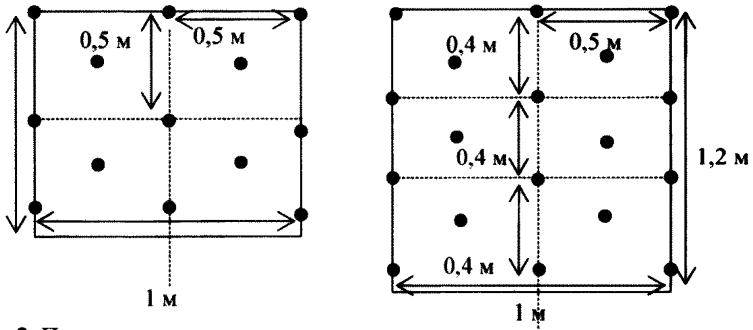


Рис. 2. Примеры выделения точек измерения на контролируемых поверхностях элементов стационарных защитных устройств защитной камеры

3.9. Если все измеренные величины с учетом погрешности измерения не превышают допустимых уровней для каждого из смежных помещений, радиационная обстановка в смежных помещениях соответствует требованиям санитарных правил[5].

[5] СанПиН 2.6.1.3164—14.

IV. Радиационный контроль рентгеновских дефектоскопов, эксплуатируемых в защитных камерах, расположенных в производственных помещениях

4.1. Радиационный контроль РД, эксплуатируемых в защитных камерах, расположенных в производственных помещениях, включает[6]:

– измерение МАД рентгеновского излучения на рабочих местах персонала – один раз в квартал и при каждом изменении условий просвечивания;

– измерение МАД рентгеновского излучения в 10 см от внешней поверхности защитной камеры – один раз в год, а также каждый раз при изменении условий просвечивания;

– измерение МАД рентгеновского излучения на рабочих местах (для защитных камер, не имеющих защитного потолочного перекрытия) – один раз в год, а также каждый раз при изменении условий просвечивания.

Проведение измерений МАД рентгеновского излучения на рабочих местах персонала проводится так же, как описано в пункте 3.1 МУ.

Измерение МАД рентгеновского излучения в 10 см от внешней поверхности защитной камеры, включая входную дверь и смотровое окно (при его наличии), производится так же, как описано в пунктах 3.6—3.9 МУ.

4.2. Измерение МАД рентгеновского излучения на рабочих местах проводится для защитных камер, расположенных в производственных помещениях (цехах) и не имеющих защитного потолочного перекрытия.

4.3. Измерения проводятся для всех рабочих мест персонала группы Б и лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, на которых могут находиться работники при проведении работ по рентгеновской дефектоскопии в защитной камере. Измерения проводятся на двух высотах: 80 см и 160 см от пола.

4.4. Все результаты измерений МАД (с учетом погрешности измерений) на рабочих местах персонала группы Б не должны превышать 2,5 мкЗв/ч; на рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, – 0,5 мкЗв/ч[7].

V. Радиационный контроль переносных (передвижных) рентгеновских дефектоскопов, эксплуатируемых на открытых площадках или в полевых условиях

5.1. При проведении работ по рентгеновской дефектоскопии на открытых площадках или в полевых условиях с использованием переносных (передвижных) рентгеновских дефектоскопов один раз в год, а

[6] Пункты 8.4.1, 8.6 СанПиН 2.6.1.3164—14.
[7] СанПиН 2.6.1.3164—14.

также каждый раз при изменении условий просвечивания проводят следующие виды производственного радиационного контроля:

– определение безопасного расстояния для персонала группы А;

– определение размеров зоны ограничения доступа.

5.2. Безопасное расстояние для персонала группы А – это расстояние в направлении, противоположном направлению рабочего пучка рентгеновского излучения, на котором средняя мощность дозы не превышает 10 мкЗв/ч. Для панорамных РД безопасное расстояние определяется по оси рентгеновского излучателя в наиболее защищенную сторону.

5.3. Определяют допустимое значение МАД рентгеновского излучения при работе РД на безопасном расстоянии от него. Для этого из технической документации на РД определяют максимальную (по техническим характеристикам) долю рабочего времени (K), в течение которого он может работать в режиме излучения. Если РД может работать в режиме излучения произвольное время без перерывов, то $K = 1$. При отсутствии в технической документации на РД данных, о допустимом времени его непрерывной работы, считают, что для него $K = 1$.

Допустимое значение МАД при работе РД на безопасном расстоянии от него для персонала группы А ($H_{бр}$) для данного РД равно:

$$H_{бр} = 10 / K \text{, мкЗв/ч} \quad (1)$$

Значения K для некоторых РД приведены в таблице 1 МУ.

Таблица 1

Примеры значений K для некоторых РД

Модель	K
АРИОН-150	0,22
АРИОН-200	0,27
АРИОН-250	0,36
АРИОН-300	0,41
АРИОН-400	0,58
АРИОН-600	0,74
АРИНА-1, 3, 7, 9	0,25
АРИНА-11 (ПАМИР-300)	0,5
Примечание: * Количество типов РД (моделей) не ограничено указанным перечнем	

5.4. Для проведения измерений выбирают ровную пустую площадку шириной не менее 50 м и длиной не менее 200 м. РД с направленным пучком излучения устанавливают на высоте 1 м над землей на длинной оси площадки на расстоянии 50 м от ее короткой стороны и направляют рабочий пучок рентгеновского излучения вдоль длинной оси площадки в сторону ее дальней короткой стороны параллельно земной поверхно-

сти. Необходимо учитывать, что даже небольшое отклонение направления пучка излучения от горизонтали может приводить к значительному изменению результатов измерений, что особенно важно учитывать для РД с боковым выходом излучения.

Измерение МАД рентгеновского излучения для определения безопасного расстояния для персонала проводят при максимальных рабочих значениях анодного напряжения и анодного тока рентгеновской трубки. В рабочий пучок рентгеновского излучения устанавливается имитатор объекта контроля в виде стальной пластины толщиной 5 мм размером 50 × 50 см для РД с направленным пучком излучения или в виде стальной трубы длиной 50 см с толщиной стенки 5 мм и диаметром 50—100 см для панорамных РД. Стальная пластина устанавливается на расстоянии 50 см от фокуса рентгеновского излучателя. Панорамный РД устанавливают на оси трубы. Допускается в качестве имитатора объекта контроля установить в пучок излучения панорамного РД с двух сторон две стальных пластины толщиной 5 мм размером 50 × 50 см, каждую на расстоянии 50 см от фокуса рентгеновского излучателя.

5.5. Отходят на ожидаемое (из технической документации на РД) безопасное расстояние (R) и проводят измерение МАД при максимальных рабочих значениях анодного напряжения и анодного тока рентгеновской трубки. По измеренному значению МАД ($H_{изм}$) безопасное расстояние ($R_б$) определяют из соотношения:

$$R_б = R \cdot \sqrt{\frac{H_{изм} + \Delta H_{изм}}{H_{бр}}} \text{ м, где} \qquad (2)$$

$\Delta H_{изм}$ – погрешность измеренного значения $H_{изм}$;

$H_{бр}$ – определенное по п. 5.3 МУ допустимое значение МАД при работе РД на безопасном расстоянии от него для персонала группы А.

Если измеренное значение $R_б$ превышает безопасное расстояние, приведенное в инструкции по радиационной безопасности при работе с РД, в последнюю вносят необходимые изменения.

5.6. Граница зоны ограничения доступа определяется как линия, средняя мощность дозы во всех точках которой при работе РД не превышает 1 мкЗв/ч. Допустимое значение МАД рентгеновского излучения при работе РД на границе зоны ограничения доступа определяют так же, как и в пункте 5.3 МУ. Допустимое значение МАД на границе зоны ограничения доступа при работе РД ($H_{зод}$) для данного РД равно:

$$H_{зод} = 1 / к \text{ мкЗв/ч} \qquad (3)$$

5.7. Измерение МАД рентгеновского излучения для определения размеров зоны ограничения доступа РД с направленным пучком излучения проводят при максимальных рабочих значениях анодного напряжения и анодного тока рентгеновской трубки для четырех направлений: в

направлении рабочего пучка рентгеновского излучения, в противоположном направлении и в двух перпендикулярных направлениях (рис. 3 МУ).

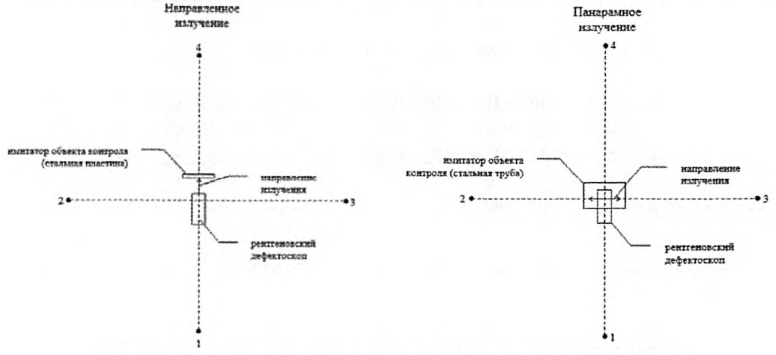


Рис. 3. Направления, для которых проводят измерения МАД, для РД с направленным и с панорамным пучком излучения

В рабочий пучок рентгеновского излучения устанавливается имитатор объекта контроля в виде стальной пластины толщиной 5 мм размером 50 × 50 см на расстоянии 50 см от фокуса рентгеновского излучателя. Точки измерения в направлении, противоположном направлению рабочего пучка излучения, и в перпендикулярных направлениях выбирают на расстояниях от РД в 3 раза больших, чем измеренное значение безопасного расстояния для персонала группы А. Точку измерения в направлении рабочего пучка излучения выбирают на расстоянии 50—200 м от РД.

Проводят измерение МАД рентгеновского излучения в выбранных точках.

5.8. Радиус зоны ограничения доступа определяют для направления пучка рентгеновского излучения, противоположного направления и перпендикулярного направления.

Радиусы зоны ограничения доступа определяют с использованием соотношения:

$$R_{зод} = R \cdot \sqrt{\frac{H_{изм} + \Delta H_{изм}}{H_{зод}}}\text{, м, где} \qquad (4)$$

$R_{зод}$ – радиус зоны ограничения доступа в данном направлении;

R – расстояние от РД, на котором было произведено измерение МАД в данном направлении;

$H_{изм}$ и $\Delta H_{изм}$ – измеренное значение МАД в данном направлении и погрешность измерения, соответственно;

$H_{зод}$ – допустимое значение МАД на границе зоны ограничения доступа.

В качестве радиуса зоны ограничения доступа в направлении, перпендикулярном направлению рабочего пучка излучения, выбирают наибольшее из двух полученных значений для перпендикулярных направлений.

Если $R_{зод}$, полученный с использованием соотношения (4), превышает 200 м, то его необходимо пересчитать с учетом ослабления рентгеновского излучения атмосферным воздухом. В этом случае сначала рассчитывают МАД рентгеновского излучения для $R = 200$ м (H_{200})с использованием соотношения:

$$H_{200} = (H_{изм} + \Delta H_{изм}) * (R / 200)^2. \quad (5)$$

Затем определяют необходимый коэффициент дополнительного ослабления P:

$$P = H_{200} / H_{зод}. \quad (6)$$

С учетом анодного напряжения рентгеновской трубки по графикам рис. 4 МУ определяют $R_{зод}$, обеспечивающую необходимый коэффициент дополнительного ослабления.

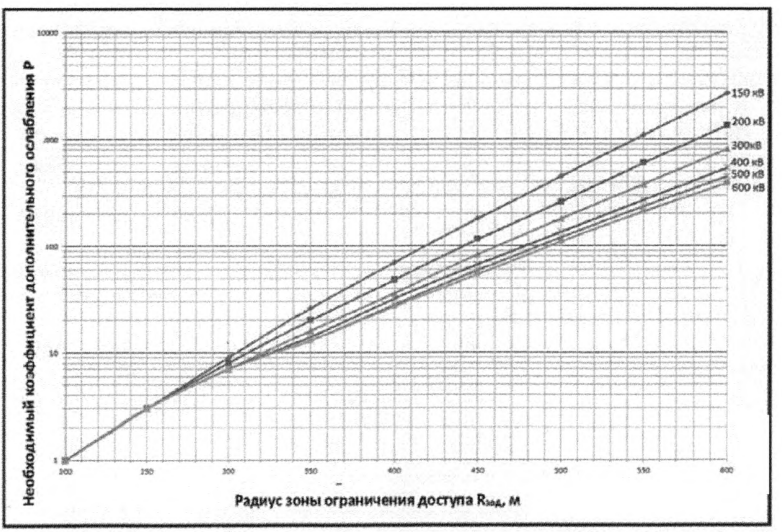


Рис. 4. Графики для определения радиуса зоны ограничения доступа, обеспечивающего заданное значение коэффициента дополнительного ослабления с учетом ослабления рентгеновского излучения воздухом

5.9. Измерение МАД рентгеновского излучения для определения размеров зоны ограничения доступа панорамного РД проводят при максимальных рабочих значениях анодного напряжения и анодного тока рентгеновской трубки для четырех взаимно перпендикулярных направлений, два из которых совпадают с направлением рабочего пучка рентгеновского излучения (рис. 3 МУ). Измерения проводят с имитатором объекта контроля в виде стальной трубы длиной 50 см с толщиной стенки 5 мм и диаметром 50—100 см. Панорамный РД устанавливают на оси трубы. Допускается в качестве имитатора объекта контроля установить в пучок излучения панорамного РД с двух сторон две стальных пластины толщиной 5 мм размером 50 × 50 см, каждую на расстоянии 50 см от фокуса рентгеновского излучателя.

Точки измерения в направлениях, перпендикулярных направлению рабочего пучка излучения, выбирают на расстояниях от РД в 3 раза больших, чем измеренное значение безопасного расстояния для персонала группы А. Точки измерения в направлениях рабочего пучка излучения выбирают на расстояниях 50—200 м от РД.

Проводят измерение МАД рентгеновского излучения в выбранных точках.

5.10. Радиус зоны ограничения доступа панорамного РД определяют для двух направлений пучка рентгеновского излучения и двух перпендикулярных направлений.

Радиусы зоны ограничения доступа определяют так же, как это описано в пункте 5.8 МУ. За радиус зоны ограничения доступа в направлении прямого пучка излучения для панорамного РД принимают наибольшее из двух полученных значений.

5.11. При проведении радиационного контроля импульсных РД необходимо дополнительно учитывать ограничения на максимальную среднюю мощность дозы рентгеновского излучения в импульсе для используемого для проведения радиационного контроля дозиметра. Мощность дозы в импульсе может быть на 5—8 порядков больше, чем средняя мощность дозы импульсного излучения, которая является измеряемой величиной.

Пример: если длительность импульса излучения составляет 10 нс (10^{-8} с), а частота следования импульсов 10 Гц, то средняя мощность дозы (показания дозиметра) будет меньше мощности дозы в импульсе в 10^{7} раз. Для большинства используемых для контроля импульсного рентгеновского излучения дозиметров допустимое значение МАД в импульсе ($МАД_{доп}$) не превышает 1,0 Зв/с. Для выполнения этого условия в приведенном примере максимальная средняя мощность дозы не должна превышать 360 мкЗв/ч.

5.12. В таблице 2 МУ приведены максимальные средние мощности дозы рентгеновского излучения некоторых РД, которые могут быть измерены используемыми дозиметрами. Точки для проведения измерений при радиационном контроле этих дефектоскопов должны выбираться на достаточном расстоянии, чтобы не превышались приведенные в таблице 2 МУ значения $МАД_{доп}$.

Таблица 2

Примеры характеристик импульсных РД

Модель*	Ua**, кВ	τ***, нс	W****, Гц	Доза*****, мкЗв/имп.	$МАД_{доп}$******, мкЗв/ч
АРИОН-150	150	2	20	2	140
АРИОН-200	200	2	15	5	110
АРИОН-250	250	2	10	9	71
АРИОН-300	300	2	8	12	58
АРИОН-400	400	1,5	4	20	22
АРИОН-600	600	1,5	2	40	11
АРИНА-1	200	10	10	8	360
АРИНА-3	200	10	10	8	360
АРИНА-7	250	10	10	15	360
АРИНА-9	300	10	10	20	360

Примечание:
*Количество типов РД (моделей) не ограничено указанным перечнем;
**Ua – максимальное анодное напряжение рентгеновской трубки;
***τ – длительность импульса;
****W – частота следования импульсов;
*****Доза – доза за 1 импульс на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки;
******$МАД_{доп}$ – максимальное значение средней МАД, которое может быть измерено

Радиационный контроль при рентгеновской дефектоскопии

Методические указания
МУ 2.6.1.3585—19

Компьютерная верстка Е. В. Ломановой

Подписано в печать 30.12.19

Формат 60x84/16

Печ. л. 1,0

Тираж 100 экз.

Заказ 29

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а

Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 633-86-59

gost.e-ecolog.ru