ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ПРИБОРЫ РЕНТГЕНОВСКИЕ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ

ГОСТ 22091.4—86

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.386.2.001.4:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ПРИБОРЫ РЕНТГЕНОВСКИЕ

Методы измерения напряжения рентгеновской трубки

X-Ray devices. The methods of measuring of the valtage of X-Ray tube

ГОСТ 22091.4—86

Взамен
ГОСТ 21817.2—76,
ГОСТ 22091.4—76

ОКП 63 6600

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 февраля 1986 г. № 456 срок действия установлен

с 01.01.87

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на рентгеновскне трубки и устанавливает следующие методы измерения напряжения рентгеновской трубки (для имплуьсных рентгеновских трубок — напряжения анода):

метод измерения постоянного напряжения микроамперметром с добавочным резистором;

метод измерения постоянного напряжения киловольтметром;

метод измерения постоянного, переменного и пульсирующего напряжения вольтметром с делителем напряжения;

метод измерения переменного, пульсирующего и постоянного напряжения вольтметром, включенным в первичную обмотку высоковольтного трансформатора источника напряжения рентгеновской трубки.

Общие требования к измерению и требования безопасности— по ГОСТ 22091.0—84.

Стандарт соответствует публикации МЭК 52 в части метода измерения напряжения шаровым измерительным разрядником.

1. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ МИКРОАМПЕРМЕТРОМ С ДОБАВОЧНЫМ РЕЗИСТОРОМ

1.1. Аппаратура

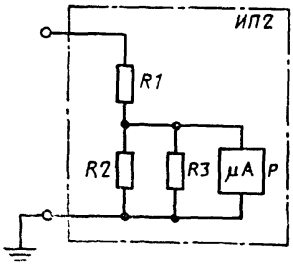
1.1.1. Измерения следует проводить на установках, электрические схемы которых должны соответствовать схемам подключе-

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

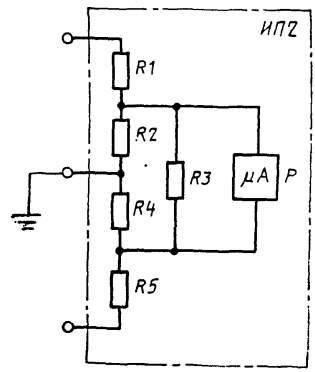
© Издательство стандартов, 1986

ния рентгеновских трубок, приведенным в ГОСТ 22091.0—84, при этом функциональная электрическая схема измерителя напряжения ИП2, приведенная на черт. 1, должна соответствовать ГОСТ 22091.0—84 (обязательное приложение 1, 3, 4, 5), а приведенная на черт. 2 — ГОСТ 22091.0—84 (обязательное приложение 2)



R1—добавочный резистор; *R2*—защитный резистор; *R3*—шунтирующий резистор; *P*—микроамперметр

Черт. 1



R1, R5 — добавочные резисторы; *R2, R4*—защитные резисторы; *R3*—шунтирующий резистор; *P*—микроамперметр

Черт. 2

1.1.2. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 22091.0—84 и настоящего раздела.

1.1.3. Сопротивления резисторов измерителя напряжения должны удовлетворять следующим требованиям:

для измерителя напряжения, приведенного на черт. 1:

$$50 \cdot \frac{R_{пр} \cdot R_3}{R_{пр}+R_3} \leqslant R_2;$$

для измерителя напряжения, приведенного на черт. 2:

$$50 \cdot \frac{R_{пр} \cdot R_3}{R_{пр}+R_3} \leqslant R_2+R_4;\ 0{,}8 \leqslant \frac{R_1}{R_5} \leqslant 1{,}2;\ 0{,}8 \leqslant \frac{R_2}{R_4} \leqslant 1{,}2,$$

где $R_{пр}$ — внутреннее сопротивление микроамперметра, Ом;

$R_1, \ldots, R_5$ — сопротивления резисторов, Ом.

Сопротивления должны быть выбраны с погрешностью, %, в пределах:

±6 — для добавочных резисторов;

±10 — для защитных резисторов;

±2 — для шунтирующих резисторов.

1.2. Подготовка и проведение измерений

1.2.1. Измерительную установку подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

1.2.2. Режим работы рентгеновской трубки устанавливают в соответствии с техническими условиями (ТУ) на трубки конкретных типов.

1.2.3. Измеряют ток.

1.3. Обработка результатов

1.3.1. Напряжение рентгеновской трубки следует определять: для измерителя напряжения, приведенного на черт. 1, по формуле

$$U=I_{\text{пр}}\left(1+\frac{R_{\text{пр}}}{R_2}+\frac{R_{\text{пр}}}{R_3}\right)\left(R_1+\frac{1}{\frac{1}{R_{\text{пр}}}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}\right);$$

для измерителя напряжения, приведенного на черт. 2, по формуле

$$U=I_{\text{пр}}\left(1+\frac{R_{\text{пр}}}{R_2+R_4}+\frac{R_{\text{пр}}}{R_3}\right)\left(R_1+R_5+\frac{1}{\frac{1}{R_{\text{пр}}}+\frac{1}{R_2+R_4}+\frac{1}{R_3}}\right),$$

где $I_{\text{пр}}$ — измеренное значение тока, А;

U — напряжение рентгеновской трубки, В.

1.4. Показатели точности измерений

1.4.1. Погрешность измерения напряжения рентгеновской трубки находится в интервале ±8 % (с 01.01.88 ±5 %) с установленной вероятностью $P=0{,}95$.

2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ КИЛОВОЛЬТМЕТРОМ

2.1. Аппаратура

2.1.1. Измерение следует проводить на установках, электрические схемы которых должны соответствовать схемам подключения рентгеновских трубок, приведенным в ГОСТ 22091.0—84 (обязательные приложения 1, 3, 4, 5) при этом в качестве измерителя напряжения ИП2 применяют киловольтметр.

2.1.2. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 22091.0—84.

2.2. Подготовка и проведение измерений

2.2.1. Подготовка к измерениям должна соответствовать требованиям пп. 1.2.1 и 1.2.2.

2.2.2. Измеряют напряжение рентгеновской трубки.

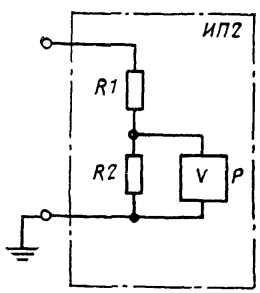
2.3. Показатели точности измерений

2.3.1. Погрешность измерения напряжения рентгеновской трубки находится в интервале ±8 % (с 01.01.88 ±5 %) с установленной вероятностью $P = 0{,}95$.

3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ПЕРЕМЕННОГО И ПУЛЬСИРУЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ВОЛЬТМЕТРОМ С ДЕЛИТЕЛЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

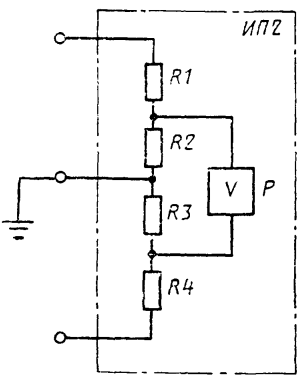
3.1. Аппаратура

3.1.1. Измерение следует проводить на установках, электрические схемы которых должны соответствовать схемам подключения рентгеновских трубок, приведенным в ГОСТ 22091.0—84, при этом функциональная электрическая схема измерителя напряжения *ИП2,* приведенная на черт. 3, должна соответствовать ГОСТ 22091.0—84 (обязательные приложения 1, 3, 4, 5), а приведенная на черт. 4 — ГОСТ 22091.0—84 (обязательное приложение 2).



R1, R2—резисторы делителя;
P—вольтметр

Черт. 3



R1 . . . R4—резисторы делителя;
P—вольтметр

Черт. 4

3.1.2. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 22091.0—84 и настоящего раздела.

3.1.3. Сопротивления резисторов делителя должны отвечать следующим требованиям:

для измерителя напряжения, приведенного на черт. 3:

$$50R_2 \leqslant R_{пр};$$

для измерителя напряжения, приведенного на черт. 4:

$$50(R_2+R_3) \leqslant R_{пр};$$

$$0{,}9 \leqslant \frac{R_1}{R_4} \leqslant 1{,}1;$$

$$0{,}9 \leqslant \frac{R_2}{R_3} \leqslant 1{,}1,$$

где $R_{пр}$ — внутреннее сопротивление вольтметра, Ом;
R_1, ..., R_4 — сопротивление резисторов, Ом.

Реактивные составляющие сопротивлений резисторов во всей области рабочих частот не должны превышать 10 % их активной составляющей.

Сопротивления резисторов должны быть выбраны с погрешностью, %, в пределах:

±6 — для резисторов *R1* и *R4*;

±2 — для резисторов *R2* и *R3*.

3.1.4. Для измерения постоянного напряжения рентгеновской трубки следует применять вольтметр постоянного тока; для измерения переменного и пульсирующего напряжения — амплитудный вольтметр.

Погрешность измерения амплитудного вольтметра не должна выходить за пределы:

±6 % — при измерении напряжений продолжительностью включения не менее 2 с;

±8 % — при измерении напряжений продолжительностью включения менее 2 с.

Допускается для измерения постоянного напряжения применять амплитудный вольтметр при условии выполнения требований, установленных в п. 1.4.1.

3.2. Подготовка и проведение измерений

3.2.1. Измерительную установку подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на установку.

3.2.2. Устанавливают режим работы рентгеновской трубки, соответствующий указанному в ТУ на трубки конкретных типов.

3.2.3. Измеряют напряжение на выходе делителя.

3.3. Обработка результатов

3.3.1. Напряжение рентгеновской трубки следует определять: для измерителя напряжения, приведенного на черт. 3, по формуле

$$V=\left(\frac{R_1}{R_2}+\frac{R_1}{R_{пр}}+1\right)\cdot V_{пр};$$

для измерителя напряжения, приведенного на черт. 4, по формуле

$$V=\left(\frac{R_1+R_4}{R_2+R_3}+\frac{R_1+R_4}{R_{пр}}+1\right)\cdot V_{пр},$$

где $V_{пр}$ — напряжение на выходе делителя, В.

3.4. Показатели точности измерений

3.4.1. Погрешность измерения напряжения рентгеновской трубки с установленной вероятностью $P=0{,}95$ находится в интервале:

для постоянного напряжения ±8 % (с 01.01.88 ±5 %);

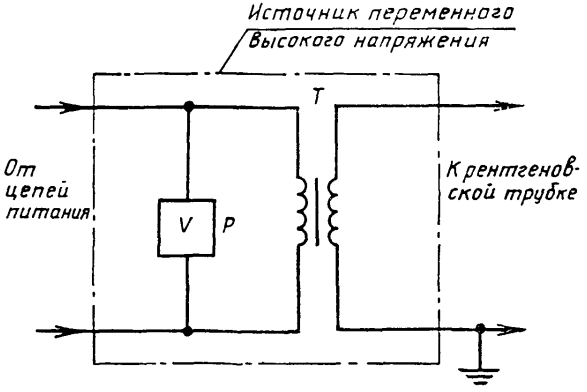
для переменного и пульсирующего напряжения продолжительностью включения не менее 2 с ±9 % (с 01.01.88 ±5 %);

для переменного и пульсирующего напряжения продолжительностью включения менее 2 с ±10 % (с 01.01.88 ±8 %).

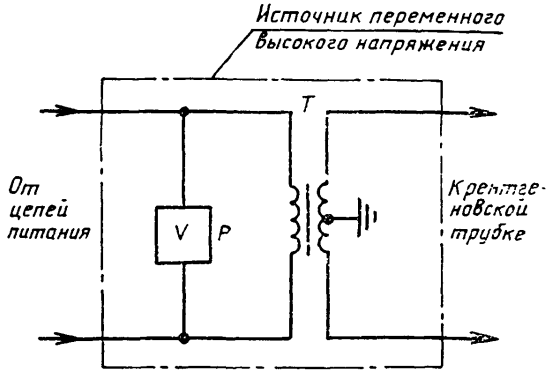
4. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО, ПУЛЬСИРУЮЩЕГО И ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ВОЛЬТМЕТРОМ, ВКЛЮЧЕННЫМ В ПЕРВИЧНУЮ ОБМОТКУ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ИСТОЧНИКА НАПРЯЖЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ

4.1. Аппаратура

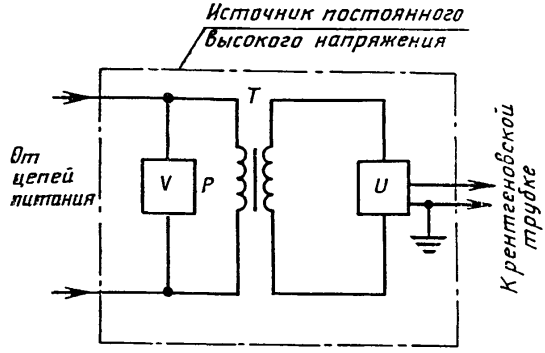
4.1.1. Измерения следует проводить на установках, электрические схемы которых должны соответствовать схемам подключения рентгеновских трубок, приведенным в ГОСТ 22091.0—84 (обязательные приложения 1, 2, 3), при этом функциональная электрическая схема подключения вольтметра должна соответствовать черт. 5—8.



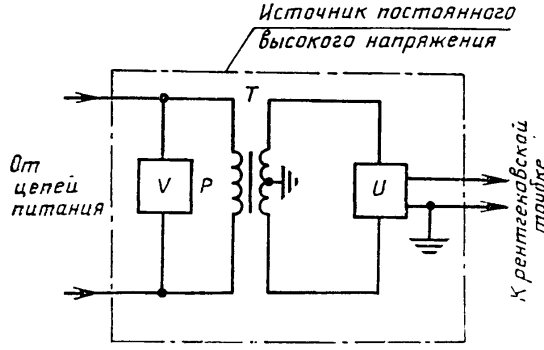
Черт. 5



Черт. 6



Черт. 7



Черт. 8

Примечание к черт. 5—8. *T* — высоковольтный трансформатор; *U* — выпрямитель; *P* — вольтметр

4.1.2. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 22091.0—84 и настоящего раздела.

4.1.3. Вольтметр должен быть проградуирован в соответствии с требованиями, установленными в обязательном приложении 1.

4.1.4. Изменение выходного напряжения источника высокого напряжения при заданных напряжении на первичной обмотке высоковольтного трансформатора и токе рентгеновской трубки не должно выходить за пределы ±6 %.

4.2. Подготовка и проведение измерений

4.2.1. Измерительную установку подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

4.2.2. Режим работы рентгеновской трубки устанавливают в соответствии с ТУ на трубки конкретных типов.

4.2.3. Измеряют напряжение на первичной обмотке высоковольтного трансформатора.

4.2.4. По градуировочному графику, построенному в соответствии с указаниями, приведенными в обязательном приложении 1, определяют значение напряжения рентгеновской трубки.

4.3. Показатели точности измерений

4.3.1. Погрешность измерения напряжения рентгеновской трубки находится в интервале с установленной вероятностью $P=0,95$:

± 9 % — при продолжительности включения напряжения не менее 2 с;

± 10 % — при продолжительности включения напряжения менее 2 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ГРАДУИРОВКА ВОЛЬТМЕТРА, ВКЛЮЧЕННОГО В ПЕРВИЧНУЮ ОБМОТКУ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ИСТОЧНИКА НАПРЯЖЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ

1. Измерительную установку подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на установку.

2. Режим работы рентгеновской трубки устанавливают в соответствии с ТУ на трубки конкретных типов.

3. Вольтметром измеряют напряжение на первичной обмотке высоковольтного трансформатора и соответствующее ему напряжение рентгеновской трубки методом, приведенным в справочном приложении 2.

4. Строят градуировочные графики зависимости напряжения рентгеновской трубки от напряжения на первичной обмотке высоковольтного трансформатора для значений токов рентгеновской трубки, установленных в ТУ на трубки конкретных типов.

Среднее квадратическое отклонение погрешности построения градуировочного графика $\sigma_г$ должно быть не более 2 % и вычисляться по формуле

$$\sigma_г = \pm \frac{1}{U} \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} \Delta_i^2}{n}}$$

где Δ_i — отклонение по вертикали i-й экспериментальной точки от построенной кривой, кВ;

n — количество экспериментальных точек;

U — значение напряжения, для которого определяется погрешность, кВ.

Градуировочный график должен быть выполнен так, чтобы погрешность считывания информации с графика была не более 1 % и вычислялась по формуле

$$\delta_c = \pm \frac{0{,}25}{U} \cdot 100\,\%,$$

где U — значение напряжения, считываемое с графика, в делениях масштабной сетки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО, ПУЛЬСИРУЮЩЕГО И ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ ШАРОВЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ РАЗРЯДНИКОМ

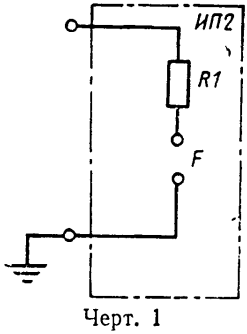
1. Аппаратура

1.1. Измерения следует проводить на установках, электрические схемы которых должны соответствовать схемам подключения рентгеновских трубок, приведенным в ГОСТ 22091.0—84, при этом функциональные электрические схемы измерителей *ИП2* должны соответствовать:

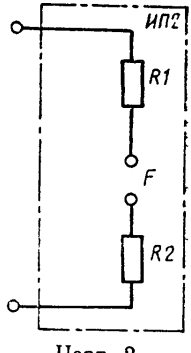
при измерении постоянного и пульсирующего напряжения — черт. 1 (ГОСТ 22091.0—84, обязательные приложения 1, 3) и черт. 2 (ГОСТ 22091.0—84, обязательное приложение 2);

при измерении положительной полуволны переменного напряжения — черт. 3 (ГОСТ 22091.0—84, обязательное приложение 1), черт. 4 (ГОСТ 22091.0—84, обязательное приложение 3), черт. 5 (ГОСТ 22091.0—84, обязательное приложение 2).

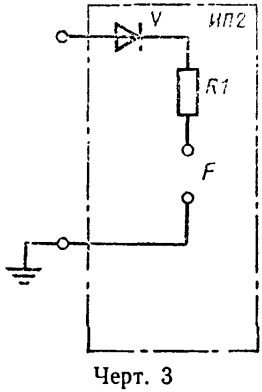
При измерении отрицательной полуволны переменного напряжения в измерителях напряжения (черт. 1—5) вентиль должен быть включен в обратном направлении.



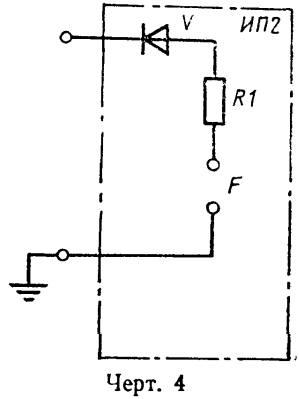
Черт. 1



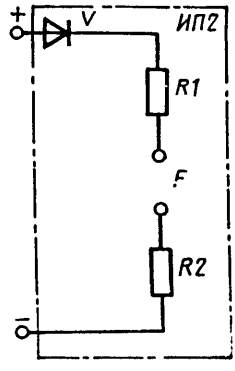
Черт. 2



Черт. 3



Черт. 4



Черт. 5

Примечание к черт. 1—5

V — вентиль; *R1*, *R2* — ограничительные резисторы;

F — шаровой измерительный разрядник

1.2. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 22091.0—84 и настоящего раздела.

1.3. Шаровые измерительные разрядники должны быть вертикального или горизонтального типов с шарами диаметром 12,5 и 25 см.

Шары измерительных разрядников должны быть изготовлены из меди или латуни. Допускается изготовление шаров, у которых только часть поверхности в местах возникновения разрядов выполнена из меди или латуни. Поверхность шаров должна быть чистой и сухой и очищенной от лаков, смазки и других защитных покрытий.

Шаровой измерительный разрядник должен иметь устройство перемещения одного из шаров. Скорость уменьшения расстояния между шарами должна быть не более 2 мм/с.

Значения разрядных напряжений в зависимости от расстояния между поверхностями шаров приведены в таблице.

Расстояние от окружающих предметов до точки пересечения поверхности высокопотенциального шара измерительного разрядника с осью симметрии, проходящей через оба шара, должно быть больше расстояния между шарами в момент пробоя (далее — разрядное расстояние) не менее чем в 12 раз для шаров диаметром 12,5 см и в 10 раз — для шаров диаметром 25 см.

Расстояние от точки пересечения поверхности высокопотенциального шара с осью симметрии, проходящей через оба шара, до токопроводящих частей окружающих предметов должно быть не менее двух диаметров шаров независимо от расстояния между ними, а до изоляционных конструкций — не менее 1,6 диаметра шара.

1.4. Сопротивления ограничительных резисторов для схем, приведенных на черт. 1, 3, 4, должны быть:

не более 5 Ом на 1 В измеряемого напряжения — при использовании шарового измерительного разрядника с шарами диаметром 12,5 см;

не более 3 Ом на 1 В измеряемого напряжения — при использовании шарового измерительного разрядника с шарами диаметром 25 см.

Для схем, приведенных на черт. 2, 5 сумма сопротивлений ограничительных резисторов должна соответствовать требованиям данного пункта и должно выполняться неравенство

$$0{,}8 \leqslant \frac{R_1}{R_2} \leqslant 1{,}2.$$

1.5. Вентиль должен сохранять технические характеристики при воздействии обратного напряжения и импульсов тока, возникающих при разряде.

2. Подготовка и проведение измерений

2.1. Измерительную установку подготавливают к работе в соответствии с с эксплуатационной документацией на установку.

2.2. Между шарами устанавливают расстояние, превышающее разрядное расстояние.

2.3. Режим работы рентгеновской трубки устанавливают, соответствующий указанному в ТУ на трубки конкретных типов.

2.4. Шары сближают до возникновения между ними разряда.

2.5. Регистрируют разрядное расстояние.

2.6. Проводят не менее трех разрядов между шарами с интервалом не менее 60 с.

Вычисляют среднее арифметическое значение разрядных расстояний.

Значения разрядных расстояний должны быть в пределах ±3 %.

среднего арифметического значения. Если это условие не будет соблюдено, следует произвести еще три разряда.

2.7. По таблице определяют соответствующее разрядное напряжение.

3. Обработка результатов

3.1. Напряжение рентгеновской трубки U, кВ, следует определять по формуле

$$U=U_{\text{р}}\cdot\frac{K\cdot P}{T},$$

где $U_{\text{р}}$ — разрядное напряжение, кВ;

P — атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.);

T — температура воздуха, К;

K — коэффициент, даный

$$2{,}89\frac{\text{К}}{\text{кПа}}\left(0{,}386\frac{\text{К}}{\text{мм рт. ст.}}\right).$$

4. Показатели точности измерений

4.1. Погрешность измерения переменного, пульсирующего и постоянного напряжения рентгеновской трубки находится в интервале ±5 % с установленной вероятностью $P=0{,}95$.

Разрядные напряжения шаровых измерительных разрядников для нормальных атмосферных условий — давление $P_0 = 101{,}3$ кПа (760 мм рт. ст.), температура окружающего воздуха 293 К (20 °С)

Расстояние между шарами, см	Разрядное напряжение, кВ, для			
	Шаров диаметром 12,5 см		шаров диаметром 25 см	
	черт. 1, 3, 4	черт. 2, 5	черт. 1, 3, 4	черт. 2, 5
0,5	16,8	16,8		
0,6	19,9	19,9		
0,7	23,0	23,0		
0,8	26,0	26,0		
0,9	28,9	28,9		
1,0	31,7	31,7	31,7	31,7
1,2	37,4	37,4	37,4	37,4
1,4	42,9	42,9	42,9	42,9
1,5	45,5	45,5	45,5	45,5
1,6	48,1	48,2	48,1	48,1
1,8	53,5	53,7	53,5	53,5
2,0	59,0	59,4	59,0	59,0
2,2	64,5	65,0	64,5	64,5
2,4	70,0	70,5	70,0	70,0
2,6	75,0	75,6	75,5	75,5
2,8	80,0	80,6	81,0	81,0
3,0	85,0	85,7	86,0	86,0
3,5	97,0	98,2	99,0	99,0
4,0	108,0	110,0	112,0	113,0
4,5	119,0	121,0	125,0	126,0
5,0	129,0	132,0	137,0	138,0
5,5	138,0	142,0	149,0	150,0
6,0	146,0	152,0	161,0	162,0
6,5	154,0	161,0	173,0	174,0
7,0	161,0	170,0	184,0	185,0
7,5	168,0	179,0	195,0	196,0
8,0	174,0	187,0	206,0	207,0
9,0	185,0	203,0	226,0	229,0
10,0	195,0	217,0	244,0	248,0
11,0		229,0	261,0	267,0
12,0		241,0	275,0	286,0
13,0			289,0	303,0
14,0			302,0	320,0
15,0			314,0	336,0
16,0			326,0	352,0
17,0			337,0	367,0
18,0			347,0	381,0
19,0			357,0	394,0
20,0			366,0	407,0
22,0				431,0
24,0				452,0

gost.e-ecolog.ru