

АППАРАТ РЕНТГЕНОВСКИЙ ИМПУЛЬСНЫЙ
НАНОСЕКУНДНЫЙ АВТОНОМНЫЙ

АРИНА-02

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

АППАРАТ РЕНТГЕНОВСКИЙ ИМПУЛЬСНЫЙ

НАНОСЕКУНДНЫЙ АВТОНОМНЫЙ

АРИНА-02

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ

ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Назначение	4
3. Технические данные	4
4. Состав аппарата	6
5. Устройство и работа аппарата	7
6. Указания мер безопасности	II
7. Подготовка к работе	12
8. Порядок работы	12
9. Измерение параметров и проверка технического состояния	15
10. Возможные неисправности и способы их устранения	16
11. Маркировка	16
12. Тара и упаковка	16
13. Правила хранения и транспортирования	17

ВНИМАНИЮ ПОТРЕБИТЕЛЯ:

При получении аппарата необходимо в десятидневный срок известить об этом местные органы санитарного надзора.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ предназначен для изучения устройства и правил эксплуатации аппарата рентгеновского импульсного наносекундного автономного АРИНА и содержит сведения, необходимые для полного использования его технических возможностей.

Коды ОКП соответствуют указанным в технических условиях.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Аппарат рентгеновский импульсный наносекундный автономный АРИНА предназначен для неразрушающего контроля материалов методом рентгенографии в условиях эксплуатации УХЛ I ГОСТ 15150-69, для работы в интервале температур от минус 40 до плюс 50 °С, атмосферном давлении (84-107) кПа и относительной влажности воздуха до 100 % при температуре плюс 25 °С.

Аппарат применяется в газовой и нефтяной промышленности, машиностроении и строительстве.

Аппарат выпускается в двух модификациях - с питанием только от однофазной сети переменного тока и питанием как от сети, так и от автономного источника постоянного напряжения.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Экспозиционная доза рентгеновского излучения на расстоянии (500+20) мм от торца рентгеновского блока в прямом

пучке на уставке 100 с, при напряжении питания (220 ± 2) В, мкКл/кг (мР),

не менее - 154,8 (600)

3.2. Толщина стали, доступная для рентгенографирования с помощью рентгеновских пленок с флуоресцентными усиливающими экранами при расстоянии от торца рентгеновского блока до пленки не более 1 м, должна быть 25 мм.

3.3. Напряжение питания аппарата от однофазной сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В 220 ± 22

3.4. Питание аппарата в исполнении АРИНА-02 может осуществляться от аккумуляторной батареи с напряжением, В - 24 ± 3

3.5. Мощность, потребляемая аппаратом, кВт не более - 0,3

3.6. Габаритные размеры и масса составных частей аппарата не более указанных в таблице.

Таблица

Наименование составных частей аппарата	Длина, Ширина, Высота, Масса			
	мм	мм	мм	кг
Блок рентгеновский	460	120	175	6,0
Пульт управления	125	350	240	7,0
Пульт управления	125	360	240	7,0
Кабель высоковольтный	20220 диаметр ϕ 30			2,0

3.7. Средняя наработка на отказ при нормальных условиях, указанных в ГОСТ 15150-69, не менее 19000 циклов.

Установленная безотказная наработка не менее 1800 циклов.

Длительность цикла - 100 с.

3.8. Полный средний срок службы аппарата не менее 10 лет.

3.9. Время работы аппарата не должно превышать 30 мин в течение часа.

4. СОСТАВ АППАРАТА

Наименование и условное обозначение	Количество			
	АРИНА-01	АРИНА-02	АРИНА-03	АРИНА-04
Аппарат рентгеновский импульсный наносекундный автономный АРИНА	I	I	I	I
в том числе:				
блок рентгеновский	I	I	I	I
пульт управления	I	-	I	-
пульт управления	-	I	-	I
кабель высоковольтный	I	I	I	I

Продолжение таблицы

Назначение и условное обозначение	Количество			
	АРИНА-01	АРИНА-02	АРИНА-03	АРИНА-04
комплект запас- ных частей, инструментов и принадлежностей в соответствии с ведомостью ЗИП (одиночный ЗИП)	I	I	I	I
футляр	I	2	I	2
комплект укла- дочных средств	I	I	I	I

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА АППАРАТА

Аппарат состоит из двух основных частей: рентгеновского блока, в котором расположена импульсная рентгеновская трубка и портативный импульсный источник высокого напряжения, и пульта управления, включающего в себя первичный источник напряжения, цепи управления и контроля.

Питание аппарата осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц с помощью сетевого пульта управления и (при соответствующем исполнении аппарата) как от сети, так и от аккумуляторной батареи с помощью универсального пульта

управления (рис.5).

Каждый из пультов управления преобразует соответствующее напряжение питания аппарата в высокое напряжение 10 кВ, которое через высоковольтный кабель подается в блок рентгеновский.

Пульт управления, питающийся от сети А1 (рис.5), включает в себя повышающий силовой трансформатор Т1 и диодно-емкостной удвоитель напряжения С1, С2, V3... V6.

Пульт управления, питающийся как от сети, так и от аккумуляторной батареи А2, содержит транзисторный преобразователь напряжения.

Принцип работы преобразователя состоит в периодическом накоплении энергии аккумуляторного источника питания в магнитном поле сердечника трансформатора и преобразования ее в высокое напряжение при быстром прерывании тока первичной обмотки силовым транзисторным ключом. Сердечник трансформатора со вторичными обмотками представляет собой генератор тока, от которого происходит периодический подзаряд накопительных конденсаторов рентгеновского блока. Силовой ключ, прерывающий ток первичной обмотки трансформатора, представляет блокинг-генератор на транзисторах V8, V9, работающий в режиме автоколебаний с обратной связью по току. Конструктивно трансформатор Т3 и выпрямители V11, V12 находятся в залитом трансформаторным маслом герметичном блоке, что обеспечивает высокую надежность изоляции и хороший теплоотвод.

С выхода пульта управления высокое напряжение через высоковольтный кабель поступает в блок рентгеновский А3 и

заряжает его накопительные конденсаторы $C1...C3$ до напряжения срабатывания коммутирующего разрядника $V1$. После его срабатывания они разряжаются через первичную обмотку импульсного трансформатора T . При достижении на его вторичной обмотке напряжения срабатывания разрядника-обострителя $V2$ последний коммутирует высокое напряжение на рентгеновскую трубку $V3$.

Амплитуда напряжения рентгеновской трубки составляет (140-170) кВ и определяется напряжением срабатывания разрядника-обострителя. Длительность рентгеновского импульса определяется временем разряда питающей емкости через рентгеновскую трубку и составляет 10^{-8} с.

После окончания рентгеновского импульса процесс заряда повторяется вновь. Частота следования рентгеновских импульсов составляет 8-9 Гц и зависит от величины напряжения питания. Поэтому, при работе от частично разряженной аккумуляторной батареи время экспозиции следует соответствующим образом увеличить.

Конструктивно импульсный трансформатор, разрядник-обостритель и рентгеновская трубка объединены в высоковольтный блок, залитый трансформаторным маслом.

Для компенсации его теплового расширения высоковольтный блок снабжен сильфоном. Герметичное крепление рентгеновской трубки осуществляется специальной гайкой. Наружную поверхность рентгеновской трубки от механических повреждений предохраняет защитный колпачок.

В аппарате используется рентгеновская трубка с взрывной

эмиссией электронов, не требующая нагрева и прогрева для подготовки к работе. Напряжение на трубке и ток в ней не регулируются.

Широкая диаграмма направленности излучения позволяет использовать аппарат как для направленного, так и для панорамного просвечивания.

При необходимости замены рентгеновской трубки следует отвернуть винты и снять боковые кожухи рентгеновского блока. Затем отвернуть гайку, которой вывод высоковольтного блока крепится к коммутирующему разряднику, винт в верхней направляющей и винты передней стенки. Вынуть высоковольтный блок, отвернуть защитный колпак рентгеновской трубки и гайку, которой крепится рентгеновская трубка. Затем вынуть рентгеновскую трубку и поместить высоковольтный блок в вертикальном положении в резервуар, заполненный чистым трансформаторным маслом с электрической прочностью не менее 15 кВ/мм. Уровень масла должен быть на 8-10 см выше торца высоковольтного блока. Блок следует выдерживать в таком положении 30-40 мин. После прекращения выхода воздушных пузырей следует вставить в высоковольтный блок запасную рентгеновскую трубку таким образом, чтобы в ее цоколе не осталось воздушного пузыря, и, не вынимая блока из резервуара, закрепить трубку гайкой. После чего проделать все операции по сборке рентгеновского блока.

Время экспозиции аппарата устанавливается с помощью одного из двух таймеров экспозиции К2 и К3, расположенных на лицевой панели пульта управления. Подключение нужного таймера производится тумблером S 3. Установка требуемого времени экспозиции осуществляется совмещением лимба шкалы с нужным делением.

Для этого необходимо оттянуть на себя и повернуть вращающийся лимб.

6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. К работе с аппаратом допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с ионизирующим излучением, прошедшие специальное обучение, инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и проверку знаний по радиационной безопасности и электробезопасности, имеющие допуск к работе на электроустановках свыше 1000 В не ниже IV группы.

6.2. Аппарат может представлять опасность как источник тока высокого напряжения и синхронного с ним рентгеновского излучения.

Источником тока высокого напряжения являются трансформаторы и высоковольтные элементы электрической схемы, расположенные в рентгеновском блоке и пульте управления.

Источником рентгеновского излучения является рентгеновская трубка, работающая в импульсном режиме, расположенная в блоке рентгеновском.

6.3. Во время экспозиции оператор должен находиться на расстоянии не менее 20 м от рентгеновского блока аппарата в направлении, противоположном выходу излучения в пределах конуса с углом раствора 150° , ось которого совпадает с осью рентгеновского блока, а вершина расположена в торце рентгеновской трубки. При этом мощность экспозиционной дозы не должна превышать $4,87 \cdot 10^{-10}$ А/кг (1,5 мкР/с). Для рабочих, не связанных с эксплуатацией аппарата, безопасная зона распо-

жена в радиусе 100 м от рентгеновского блока. При этом мощность экспозиционной дозы не должна превышать $4,87 \cdot 10^{-11}$ А/кг (0,15 мкР/с).

6.4. Граница зоны, опасной для пребывания в ней людей, должна быть обозначена предупредительными знаками и надписями, хорошо видимыми с расстояния не менее 3 м.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. Соединить блок рентгеновский и пульт управления высоковольтным кабелем.

7.2. При работе от сети переменного тока присоединить пульт управления через сетевой кабель сети. Для этого использовать прилагаемую трехполюсную розетку.

7.3. При работе от аккумуляторной батареи (при соответствующем исполнении аппарата) присоединить пульт управления к аккумуляторной батарее и шине заземления.

ВНИМАНИЕ. Подключение аккумулятора к пульту управления обратной полярностью недопустимо и может привести к выходу последнего из строя. Категорически запрещается включение аппарата до присоединения рентгеновского блока.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Включить сетевой тумблер. Должен загореться индикатор СЕТЬ.

8.2. Установить рентгеновский блок на выбранном фокусном расстоянии от объекта просвечивания. Установить кассету

с рентгеновской пленкой как можно ближе к объекту с противоположной стороны.

8.3. Установить требуемую экспозицию на одном из таймеров. При необходимости подключения нужного таймера переключить тумблер.

8.4. Нажать кнопку ПУСК. Должен загореться второй индикатор.

8.5. При эксплуатации аппарата следует иметь в виду, что, во избежание перегрева трансформаторов и выхода их из строя, время работы аппарата не должно превышать 30 мин в течение часа.

8.6. Время экспозиции, фокусное расстояние, тип рентгеновской пленки и усиливающих экранов должны выбираться потребителем, исходя из конкретных требований, предъявленных к качеству рентгенографического контроля, в соответствии с существующими нормативно-техническими документами.

При контроле изделий из железа, меди, титана и сплавов на их основе рекомендуется использовать рентгеновские пленки РТ-2, РТ-1, РМ-1 с флуоресцентными усиливающими экранами ВП-1, ВП-2, ЭУ-В2, ЭУ-В3 или пленки РТ-1. Структурикс D7 со свинцовой фольгой толщиной 0,02-0,05 мм.

При контроле изделий из алюминия, магния и сплавов на их основе, а также других легких материалов рекомендуется использовать рентгеновские пленки РТ-4М, РТ-5, структурикс D4, D5, D7.

Для определения требуемого времени экспозиции следует пользоваться номограммами (рис. I-3).

При использовании флуоресцентных усиливающих экранов рекомендуются фокусные расстояния 500-1000 мм.

При использовании пленок со свинцовой фольгой рекомендуются фокусные расстояния 300-600 мм.

При съемке фокусного расстояния Φ , отличающегося от указанного в номограмме Φ_n , время экспозиции следует рассчитывать по формуле

$$T = T_n \left(\frac{\Phi}{\Phi_n} \right)^2$$

где T_n - время экспозиции, определенное по номограмме, с.

В том случае, когда плотность потемнения снимка, полученного при использовании рассчитанного времени экспозиции, отличается от требуемой, увеличение или уменьшение экспозиции определяется по формуле

$$T = \frac{2,3 \Delta D T}{\Gamma}$$

где ΔT - изменение времени экспозиции, с;

T - экспозиция, использованная при получении снимка, с;

ΔD - разность требуемой и полученной оптических плотностей потемнения пленки;

Γ - коэффициент контрастности (средний градиент) пленки, указанный на ее упаковке или определенный по справочнику.

8.7. Аппарат обладает практически равномерным излучением в пределах телесного угла 2π стерадиан, что позволяет

использовать его как для направленного, так и для панорамного просвечивания.

Поэтому при контроле качества сварных соединений трубопроводов необходимо, по возможности, производить просвечивание из центра трубы, что существенно уменьшает время экспозиции, а следовательно, увеличивает реальный срок службы аппарата.

8.8. Средняя мощность излучения, генерируемая аппаратом, зависит от напряжения питания (рис.4). Поэтому, при отклонении напряжения сети от номинального значения, экспозицию при просвечивании следует откорректировать на поправочный коэффициент, определенный по графику рис.4.

9. ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

9.1. Проверку технического состояния аппарата следует производить измерением экспозиционной дозы рентгеновского излучения. Для замера экспозиционной дозы рекомендуется использовать интегральный дозиметр, например, КИД-2.

9.2. Установить дозиметр по оси рентгеновского блока на расстоянии (500 ± 20) мм от торца рентгеновского блока

9.3. Установить таймером время экспозиции 100 с.

9.4. Включить тумблер СЕТЬ.

9.5. Нажать кнопку ПУСК.

9.6. После окончания работы таймера сравнить показания дозиметра со значением, указанным в п.3.1. Если показания дозиметра не меньше указанного в п.3.1 значения, то аппарат исправлен и можно приступать к работе.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Наименование, неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
Отсутствует рентгеновское излучение	Вышла из строя рентгеновская трубка	Установить запасную рентгеновскую трубку	
При включении в сеть или подключении источника питания не загорается индикатор	Вышли из строя предохранители	Заменить предохранители	

11. МАРКИРОВКА

Маркировка аппарата и транспортной тары соответствует указаниям на чертежах предприятия-изготовителя.

12. ТАРА И УПАКОВКА

12.1. Консервация аппарата производится в соответствии с ГОСТ 9.014-78 для группы III и условий хранения Ж. Вариант защиты ВЗ-10, вариант внутренней упаковки ВУ-5. Срок хранения без переконсервации 3 года.

12.2. Упаковка аппарата соответствует указаниям на чертежах предприятия-изготовителя.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

13.1. Транспортирование аппарата должно производиться в зависимости от вида транспорта и транспортного пути по категории Ж2 (авиатранспортом - в отапливаемых герметизированных отсеках) в соответствии с правилами перевозки грузов.

13.2. При транспортировании аппарата железнодорожным транспортом вид отправки - малотоннажный, тип подвижного состава - крытый вагон.

13.3. Транспортирование и хранение аппарата в части воздействия климатических факторов внешней среды должно осуществляться при температурах от минус 50 до плюс 50 °C и верхнем значении относительной влажности воздуха 100 % при температуре плюс 25 °C.

Номограмма экспозиций

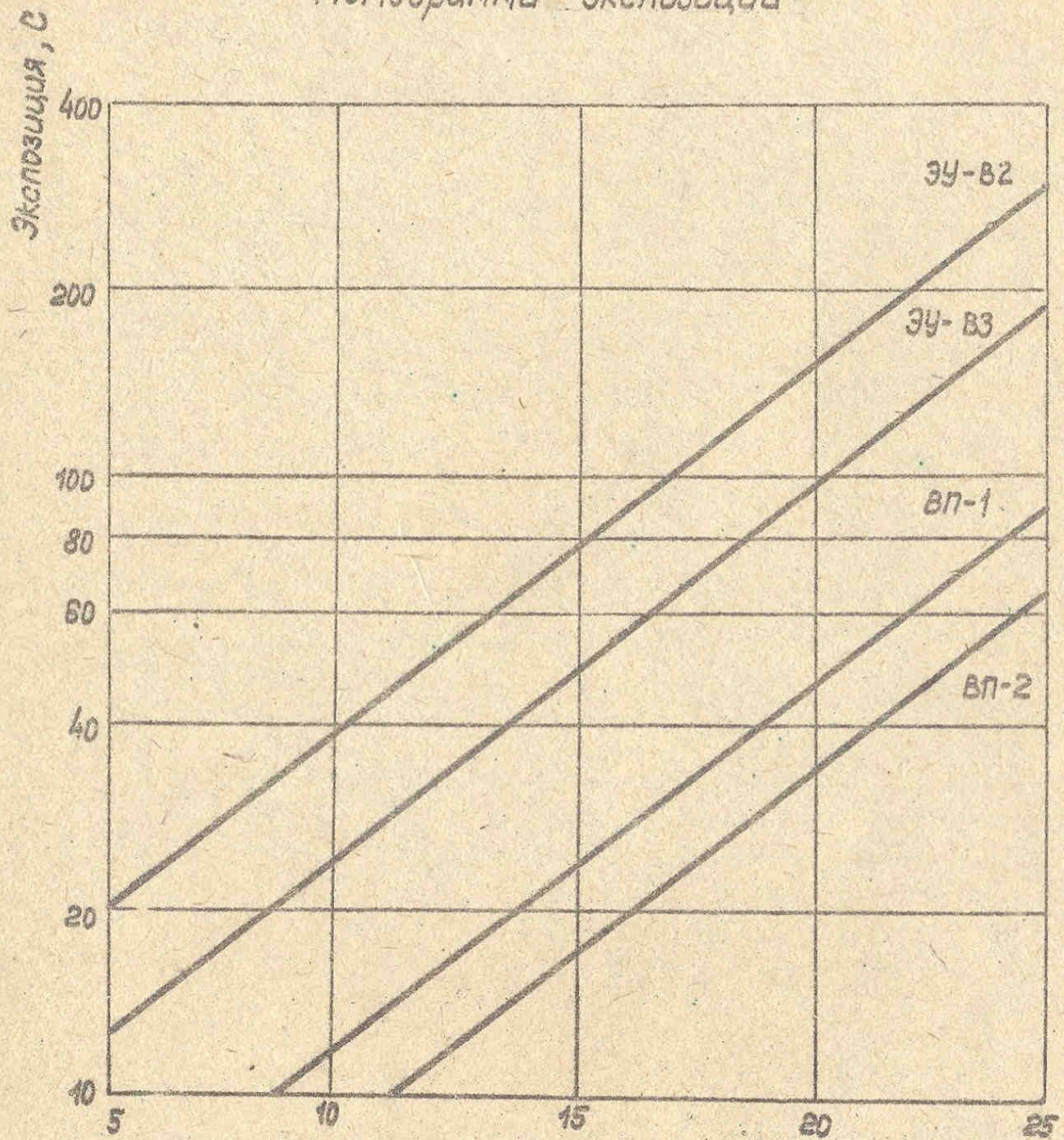


Рис. 1
Пленка РТ-2
Фокусное расстояние 500 мм
Толщина стали, мм

Номограмма экспозиций

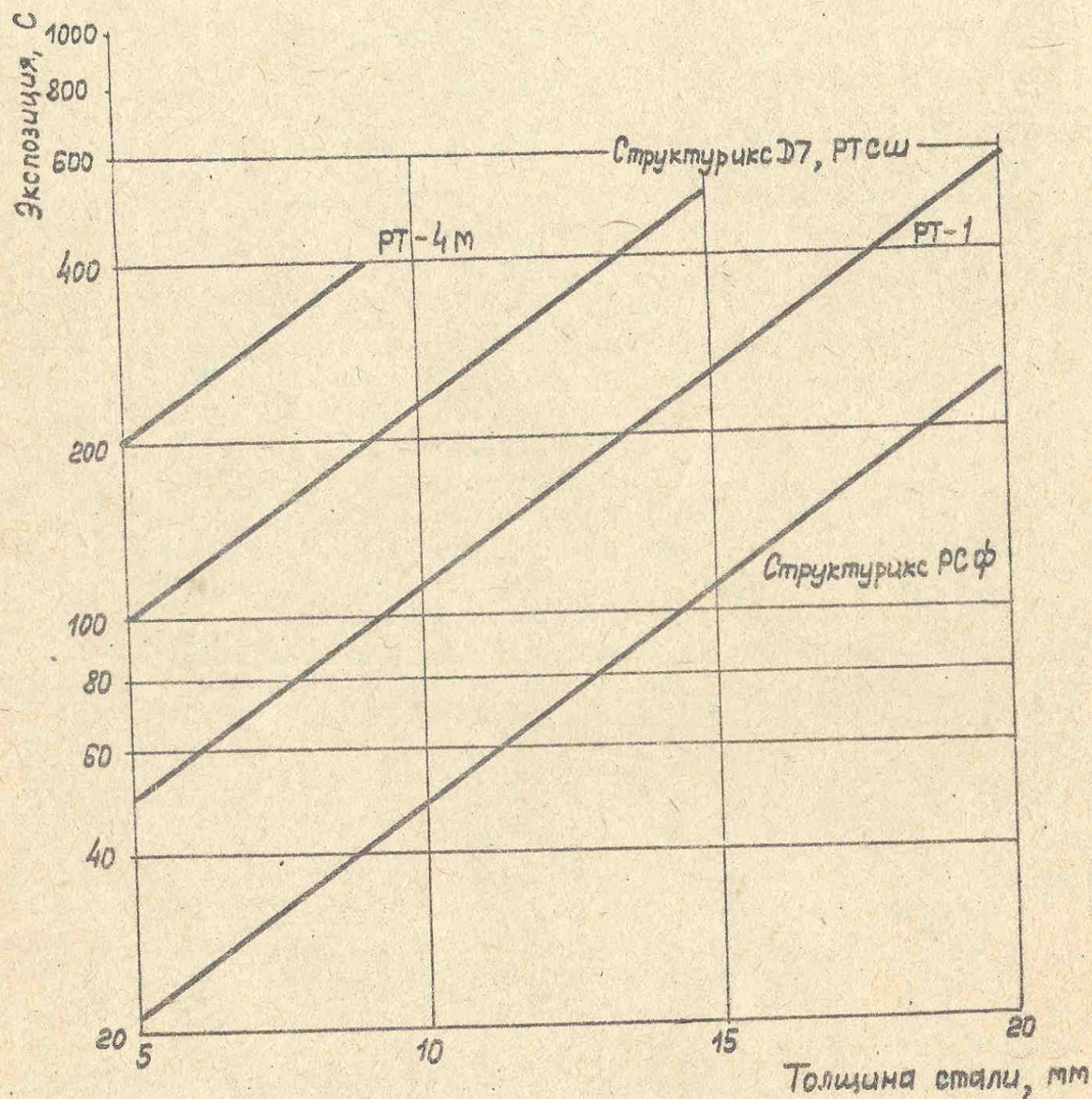


Рис. 2

Фокусное расстояние 300 мм

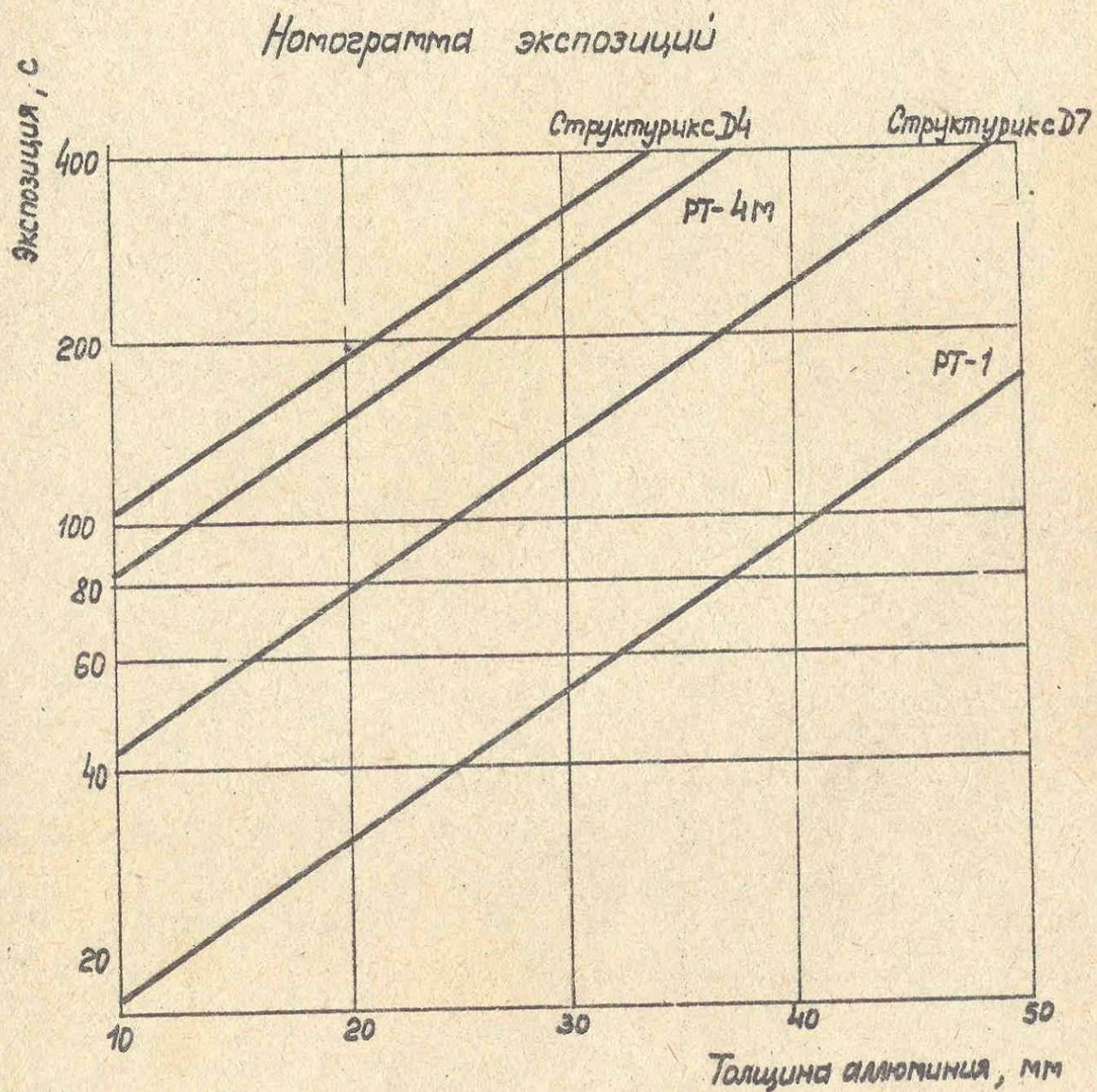


Рис. 3

Фокусное расстояние 500 мм

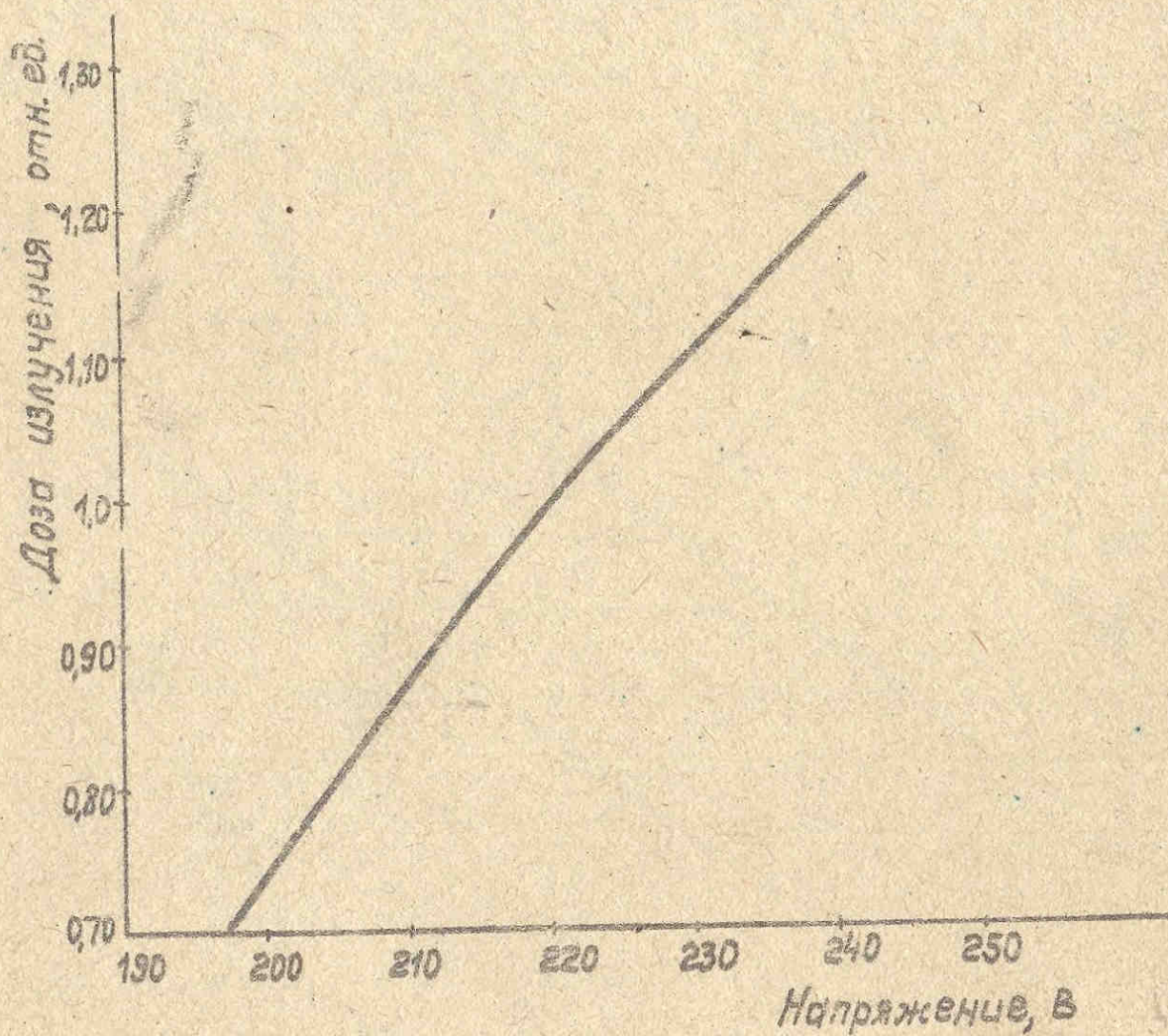


Рис. 4 Зависимость экспозиционной дозы излучения от напряжения сети

Перечень элементов к рис. 5

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Приме- чание
AI	<u>Пульт управления</u>	I	
	<u>Конденсаторы</u>		
CI, C2	K75-15-5кВ-0,1 мкФ + 10 %	2	
C3	K50-24-40В-2200 мкФ $\begin{smallmatrix} +80 \\ -20 \end{smallmatrix}$ %	I	
FI, F2	Вставка плавкая ВПИ-I 2,0 А	2	
KI	Реле РЭН-29-2	I	
K2	Реле времени электромашинное ЭМРВ-27Б-I вар. I4	I	
K3	Реле времени электромашинное ЭМРВ-27Б-I вар. 9	I	
	<u>Резисторы</u>		
RI	МЛТ-2-47 кОм $\pm$ 10 % - В	I	
R2...R4	ТВО-5-I,5кОм $\pm$ 20 % ГОСТ II324-76	3	
R5	МЛТ-0,5-I,5кОм $\pm$ 10 % - В	I	
SI	Тумблер ТЗ	I	
S2	Кнопка К-I-2	I	
S3	Тумблер ТЗ	I	
TI	Трансформатор зарядный	I	
VI	Индикатор единичный АЛ 307 ГМ	I	
V2	Прибор выпрямительный КЦ 40 ⁰ Е	I	
V3... V6	Столб выпрямительный КЦ 105 Д	4	
V7	Индикатор единичный АЛ 307 БМ	I	

Продолжение перечня элементов к рис.5

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
X1	Вилка В-10-004 ГОСТ 7396-85	I	
X2	Разъем высоковольтный	I	
A2	<u>Пульт управления</u>	I	
C1, C2	K50-24-40B-2200 мкФ $\begin{smallmatrix} +80 \\ -20 \end{smallmatrix}$ %:	2	
C3	КТИ-Н70-2200 пФ ± 20 %	I	
PI	Вставка плавкая ВПИ-I-2A	I	
P2	Вставка плавкая ВПИ-I-5A	I	
C4	KM-6B-Н90-I,5 мкФ $\begin{smallmatrix} +80 \\ -20 \end{smallmatrix}$ %	I	
K1	Реле электромагнитное типа РЭС-22	I	
K2	Реле времени электромашинное ЭМРВ-27Б-I вар.9	I	
K3	Реле времени электромашинное ЭМРВ-27Б-I вар.14	I	
	<u>Резисторы</u>		
R1, R2	МЛТ-0,5-I,5 кОм ± 10 %-В	2	
R3	МЛТ-I-I,2 кОм ± 10 %	I	
R4	МЛТ-0,5-680м ± 10 %-В	I	
R5	СП5-16ВА-I-680м ± 10 %	I	
R6	МЛТ-I-I,50м ± 10 % - В	I	
R7	МЛТ-0,5-22 кОм ± 10 % - В	I	
S1	Тумблер ТЗ	I	
S2	Кнопка К-I-2	I	
S3	Тумблер ТЗ	I	
T1	Трансформатор	I	
T2	Трансформатор	I	
T3	Трансформатор	I	

Продолжение перечня элементов к рис.5

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
VI	Диод КД213А	1	
V2	Индикатор единичный АЛ 307 ГМ	1	
V3, V4	Диод КД213А	2	
V5	Индикатор единичный АЛ 307 БМ	1	
V6, V7	Диод КД 212 А	2	
V8, V9	Транзистор КТ 945 Б	2	
VI0	Стабилитрон КС 620 А	1	
VII, VI2	Столб выпрямительный КЦ 106 Г	2	
VI3	Диод КД 522 Б	1	
XI, X2	Клемма приборная КП-1а	2	
X3	Вилка В-10-004		
	ГОСТ 7396-85	1	
X5	Разъем высоковольтный	1	
A3	Блок рентгеновский	1	
CI...C3	Конденсатор		
	К75-15-5кВ-0,5 мкФ + 10 %	3	
L	Катушка индуктивности	1	
RT...R3	Резистор СЗ-14-0,5-47Мом + 10 %	3	
T	Трансформатор импульсный	1	
VI	Разрядник неуправляемый Р-90	1	
V2	Разрядник Р-43	1	
V3	Трубка рентгеновская ИМА2-150Д	1	
X	Разъем высоковольтный	1	