

**СОГЛАСОВАНО**

Технический директор  
ОАО «Ижорские заводы»



Гордиенков

02 апр 2008 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель генерального директора  
ОАО «НПО ЦНИИТМАШ» - директор  
Центра сварки и контроля



Старченко Е.Г.

03 2008 г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ  
И 246 - 098-2008**

**Использование комплекса цифровой радиографии  
«ФОСФОМАТИК» и фосфорных пластин типа Flex HR  
для радиографического контроля  
сварных соединений и наплавки технических устройств,  
применяемых на опасных производственных объектах.**

Применяется впервые

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата

## 1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на радиографический контроль сварных соединений и наплавки технических устройств и сооружений, применяемых на опасных производственных объектах (кроме АЭУ), контролируемых в соответствии с требованиями ГОСТ 7512–82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные, Радиографический метод» и «Методических рекомендаций о порядке проведения радиационного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах» (за исключением требований к радиографическим пленкам и экранам).

1.2. Методика предназначена для использования взамен рентгеновской пленки гибких фосфорных запоминающих пластин типа Flex HR (ф. КОДАК) и комплекса цифровой радиографии ФОСФОМАТИК-40 (ФОСФОМАТИК-21, ФОСФОМАТИК-35), ТУ 4276-013-56173706-2004.

Пластины могут изгибаться, повторяя рельеф объекта контроля, а также могут быть нарезаны в нужный размер. Минимально допустимый размер пластин составляет 100x180 мм. В кристаллах фосфорной пластины за время экспозиции накапливается радиационное изображение, которое формируется под действием рентгеновского или гамма-излучения. Фосфорная пластина используются многократно, путем стирания ранее полученных радиационных изображений. Радиографические снимки, полученные с фосфорных пластин сканированием, переводятся в цифровой формат для последующей расшифровки снимков и их архивирования. В качестве выходного экрана преобразователя радиационного изображения используется экран монитора, входящего в состав комплекса цифровой радиографии.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

## 2. Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие документы:

<b>ГОСТ-7512-82</b>	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
<b>ГОСТ 20426-82</b>	Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения.
<b>ПБ 03-440-02</b>	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.

**Методические рекомендации о порядке проведения радиационного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах**

<b>ТУ 4276-013-56173706-2004</b>	Комплексы цифровой радиографии ФОСФОМАТИК исполнений ФОСФОМАТИК-21, ФОСФОМАТИК-35, ФОСФОМАТИК-40.
----------------------------------	--

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

### 3. Область применения.

3.1. В зависимости от типа и энергии источников излучения, а также чувствительности радиографического контроля, требуемой нормативными документами, комплекс цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» разрешается к применению для радиографии сварных соединений и наплавки при изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании, диагностировании и ремонте технических устройств и сооружений, применяемых на опасных производственных объектах:

#### 3.1.1. При просвечивании рентгеновским излучением для радиационной толщины

**до 100 мм стали:**

-сварные соединения и наплавки по 1,2 и 3 классам чувствительности ГОСТ 7512 – 82.

#### 3.1.2. При просвечивании гамма-излучением Ir-192 для радиационной толщины 20–100 мм стали:

-сварные соединения и наплавки по 2 и 3 классам чувствительности ГОСТ 7512 – 82.

#### 3.1.3. При просвечивании гамма-излучением Co-60 для радиационной толщины

**70-140 мм стали:**

-сварные соединения и наплавки по 2 и 3 классам чувствительности ГОСТ 7512 – 82.

#### 3.1.4. При просвечивании тормозным излучением линейного ускорителя для радиационной толщины 70-200 мм стали:

-сварные соединения и наплавки по 2 и 3 классам чувствительности ГОСТ 7512 – 82.

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

#### 4. Указания в технологической документации

4.1. Требования к параметрам просвечивания с использованием комплекса цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК-40» и фосфорных пластин типа Flex HR должны соответствовать требованиям к параметрам просвечивания с использованием радиографической пленки, которые изложены в ГОСТ 7512–82, за исключением требований собственно к пленке и экранам.

4.2. На каждое контролируемое сварное соединение или отливку должна быть разработана технологическая (методическая) карта контроля. На однотипные сварные соединения, наплавки или отливки допускается разрабатывать одну карту.

4.3. В технологических картах контроля (помимо сведений для идентификации сварного соединения или отливки) должно быть отражено следующее:

- схема контроля (схема просвечивания);
- источник излучения;
- напряжение на рентгеновской трубке, активность гамма - источника или энергия ускоренных электронов;
- размер фокусного пятна источника излучения;
- тип фосфорной пластины;
- толщина усиливающего и защитного экранов;
- фокусное расстояние (источник – изделие);
- размер и количество контролируемых участков;
- размер фосфорной пластины;
- радиационная толщина;
- эталон чувствительности;
- требуемая чувствительность радиографического контроля;
- категория сварного соединения;
- оценка качества (нормативный документ, толщина для оценки).

4.4. При разработке методики контроля конкретного сварного соединения или отливки необходимо учитывать следующие особенности радиографии с применением цифрового комплекса «ФОСФОМАТИК»:

- выбор источников излучения проводить в соответствии с разделом 3 настоящей инструкции;
- при выборе оптимальной толщины металлических усиливающих экранов следует руководствоваться значениями, приведенными в таблице 1 рекомендуемого приложения 1 ГОСТ 7512-82
- при использовании в качестве источника излучения рентгеновских аппаратов для просвечивания толщин до 80 мм стали на фосфорные пластины, для гарантированного обеспечения чувствительности контроля до уровня, соответствующего уровню чувствительности, достигаемой на рентгеновской пленке, напряжение на рентгеновской трубке следует уменьшить на 10 – 30% от максимальных значений, допустимых ГОСТ 20426-82. При этом экспозиция просвечивания на фосфорные пластины типа Flex HR будет примерно соответствовать экспозиции просвечивания на радиографическую пленку типа D7 AGFA.
- допускается при работе в монтажных условиях, а также при использовании переносных рентгеновских аппаратов проводить просвечивание на фосфорные пластины при максимальных допустимых ГОСТ 20426-82 значениях напряжения на рентгеновской трубке, при условии обеспечения требуемой

Инт. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв.№	Инт. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

- чувствительности контроля. При этом время экспозиции сокращается в 8 – 10 раз по сравнению с применением рентгеновской пленки;
- экспозиция просвечивания на фосфорные пластины типа Flex HR при уровне серого 20-25% меньше, чем на радиографическую пленку типа D7 AGFA (при оптической плотности  $D=1,5$  ) примерно:
- в 5 раз для гамма-излучения Ir-192,
- в 2 раза для гамма-излучения Co-60,
- в 1,5 раза для тормозного излучения ускорителей электронов (5МэВ);

В приложении к данной инструкции представлены данные по экспозиции просвечивания различными источниками ионизирующего излучения на фосфорные пластины типа Flex HR и радиографическую пленку типа D 4 и D7 AGFA.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

## 5. Проведение радиографического контроля на фосфорные пластины

5.1. Порядок эксплуатации комплекса цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» (использование фосфорных пластин, считывание и стирание радиационного изображения, цифровая обработка изображений для улучшения выявляемости дефектов, работа с изображением с помощью персонального компьютера) изложен в Руководстве по эксплуатации комплекса.

5.2. При работе с фосфорными пластинами необходимо:

- избегать контакта пластин с любыми источниками влаги;
- охранять поверхность пластин от механических повреждений;
- пользоваться хлопчатобумажными перчатками;
- защищать пластины от воздействия прямых солнечных лучей;
- не подвергать пластины воздействию первичного рентгеновского или гамма-излучения высокой интенсивности.

5.3. При использовании комплекса цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» чувствительность контроля должна быть не хуже чувствительности, требуемой соответствующими нормативными документами.

5.4. Рекомендуемый диапазон яркостей (уровень серого) для обычного режима сканирования экспонированных фосфорных пластин Flex HR составляет для объектов постоянной просвечиваемой толщины 20-25%, для объектов переменной толщины – не более 30% под максимальной просвечиваемой толщиной.

Примечание: в системах цифровой радиографии интенсивность (яркость) изображения задается через величину сигнала (напряжения или тока), формируемого детектором. Для комплексов цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» уровень (интенсивность) серого цвета на экране монитора компьютера выражается как

$$G = [1 - I_n(I / I_0) / I_n(I_{\max} / I_0)] \times 100\%,$$

где  $I_{\max}$  - максимальный обрабатываемый системой сигнал,  
 $I_0$  - "темновой" сигнал.

Аналогом оптической плотности является величина (100%-G). При отсутствии воздействия излучения  $I=I_0$ ,  $G=100\%$  - точка окрашена в белый цвет. При  $I=I_{\max}$ ,  $G=0$  - точка окрашена черным. Величина G определяется по гистограмме яркости в соответствии Руководством по эксплуатации комплекса «ФОСФОМАТИК».

5.5. При просвечивании сварных соединений переменного сечения: угловых и тавровых швов, кромок деталей и т.п. экспозицию следует выбирать так, чтобы для обычного режима сканирования уровень яркости (уровень серого) под максимальной просвечиваемой толщиной составлял 25 – 30 %. Это позволяет за одну экспозицию на пластине Flex HR контролировать участки переменной толщины с перепадом толщины до 3-х слоев половинного ослабления излучения. Эталон чувствительности устанавливают на максимальной и минимальной ( $d \neq 0$ ) просвечиваемой толщине контролируемого участка переменной толщины. При большом перепаде толщины контролируемого участка можно использовать режим сканирования SDR (сдвинутый динамический диапазон) в соответствии с Руководством по эксплуатации комплекса «ФОСФОМАТИК».

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	

5.6. После просвечивания контролируемого объекта (участка) на фосфорную пластину проводится ее сканирование, вывод изображения на экран компьютера, запись изображения на жесткий диск, просмотр изображения и регистрация выявленных дефектов. После записи изображения на жесткий диск компьютера пластину помещают в стирающее устройство. После процесса стирания пластина готова к новой экспозиции просвечивания. Указанные действия проводятся в соответствии с Руководством по эксплуатации комплекса «ФОСФОМАТИК».

5.7. Изображения с фосфорных пластин, допущенных к расшифровке, должны удовлетворять следующим требованиям:

- на изображениях контролируемых участков не должно быть пятен и полос, связанных с вмятинами, повреждениями, царапинами, загрязнениями светочувствительного слоя и поверхности экрана, затрудняющих расшифровку;
- на изображениях с фосфорных пластин должны быть отчетливо отражены ограничительные метки, маркировочные знаки, эталоны чувствительности;
- уровень яркости (уровень серого) полученного на фосфорной пластине изображения должен быть не более 30% в пределах контролируемого участка для обычного режима сканирования;
- чувствительность контроля должна быть не хуже чувствительности, требуемой нормативной документацией.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата



## 6. Расшифровка рентгеновских снимков, полученных с помощью фосфорных пластин

6.1. При расшифровке на экране монитора рентгеновских снимков, полученных с фосфорных пластин, масштаб рассматриваемого радиационного изображения не должен быть уменьшен относительно реальных размеров контролируемого участка.

6.2. Условия расшифровки без изображений эталонов чувствительности, округление размеров выявляемых дефектов, условная запись дефектов должны соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТ 7512-82 применительно к радиографическим снимкам.

6.3. Измерение линейных размеров (длина, ширина) дефектов и расстояний между дефектами, выявленными при просмотре на экране монитора изображения с фосфорной пластины, осуществляют путем проведения курсором вдоль и поперек изображения дефекта предварительно откалиброванного отрезка (линии), после чего на экране высвечиваются результаты измерений. Порядок калибровки и проведения измерений линейных размеров изложен в Руководстве по эксплуатации комплекса «ФОСФОМАТИК»

6.4. При оценке величины вогнутости и выпуклости корня сварного шва, вместо сравнения оптических плотностей радиографической пленки, для фосфорных пластин сравнивают интенсивности (уровни серого) изображений реальных и эталонных дефектов.

6.5. Оценку размера в направлении просвечивания дефектов типа пор, включений, непроваров (при необходимости) проводят по инструкции, согласованной с головной материаловедческой организацией. Применение указанной инструкции должно быть отражено в технологической карте контроля.

6.6. Пометку забракованных дефектных мест на контролируемом изделии следует проводить с помощью распечатки радиационного изображения с предварительно помеченными дефектными зонами и надписями. Порядок нанесения меток и надписей на изображение и вывод его на печать (на бумажный носитель) изложен в Руководстве по эксплуатации комплекса «ФОСФОМАТИК».

6.7. Результаты расшифровки рентгеновских снимков, полученных с помощью фосфорных пластин, должны быть записаны в рабочем журнале регистрации результатов контроля и предъявках-заключениях и / или в том же объеме в их электронных версиях. Форма записи должна быть аналогична форме регистрации результатов радиографического контроля с использованием пленок. Вместо типа и размеров пленки указываются тип и размеры фосфорных пластин, а также параметры цифровой обработки изображения (если она применялась) для улучшения качества изображения: интенсивность, электронные фильтры, диафрагмы.

**Примечание:** прежде, чем выполнять действия с цифровой обработкой радиационного изображения, которые могут повлечь необратимые изменения данных, следует сохранить первичное изображение (версия 0) на диске компьютера. При утрате изображения «версия 0» снимок подлежит повторному просвечиванию и последующему сохранению.

6.8. При использовании программ улучшения качества рентгеновского снимка в папку, где хранится соответствующая версия 0, записываются все версии, использованные для расшифровки данного снимка (версия 1, версия 2 и т.д.). В журнале регистрации результатов контроля при описании дефектов указывается номер версии изображения, примененной для обнаружения или измерения выявленного дефекта.

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата

6.9. Определение чувствительности контроля по эталону проводится на снимках версия 0.

6.10. Ответственность за правильное использование программ улучшения качества радиационного изображения несет дефектоскопист рентгено-гамма-графирования, проводивший расшифровку результатов контроля и оценку годности сварного соединения или изделия. В случае возникновения сомнений в достоверности результатов контроля, полученных с помощью фосфорных пластин, дефектоскопист имеет право применить экспертный контроль сомнительных мест на рентгеновскую пленку. Результаты контроля, полученные на рентгеновской пленке, являются окончательными.

Инв. № подл.		Подпись и дата	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	
Подпись и дата			

## 7. Архивное хранение рентгеновских снимков в цифровом виде

7.1. Результаты радиографического контроля, полученные с применением комплекса цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК», должны храниться в цифровом виде на жестких дисках в течение срока, соответствующего нормативному сроку хранения радиографических данных (снимков, рабочих журналов регистрации результатов контроля).

7.2. Архивное хранение результатов радиографического контроля в цифровом виде проводится на предназначенном для этих целей компьютере, установленном в отдельном специальном помещении.

7.3. Запись результатов контроля, на компьютер для архивирования должна проводиться в формате, который гарантирует сохранение всей информации, содержащейся в радиационных изображениях.

7.4. Во избежание случайных потерь радиографических снимков в цифровом виде архивирование снимков, полученных за смену, производится после окончания каждой смены.

7.5. Кроме архивирования оцифрованных снимков на жестких дисках компьютера, по окончании изготовления изделия результаты радиографического контроля должны быть записаны на CD или DVD. Эти записи являются резервной копией и хранятся в соответствии с нормативными сроками архивного хранения.

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

## 8. Аттестация персонала на право работы с комплексом цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» и расшифровки цифровых радиографических снимков с выдачей заключения о годности.

8.1. Общие требования аттестации персонала (специалистов, дефектоскопистов), непосредственно выполняющих радиографический контроль с помощью комплекса цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» и фосфорных пластин, соответствуют требованиям аттестации персонала, содержащихся в ПБ 03-440-02.

8.2. Персонал, аттестующийся на право работы с комплексом цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК» и расшифровки цифровых радиографических снимков с выдачей заключения о годности, должен пройти дополнительное обучение по специальной программе, согласованной с изготовителем комплекса и головной материаловедческой организацией, а также проверку практических навыков в соответствии с требованиями ПБ 03-440-02.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата



**От ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»**

Заместитель директора института сварки  
и контроля, заведующий отделом №28,  
специалист III уровня квалификации  
по неразрушающему контролю, к.т.н.,



А. Воронков

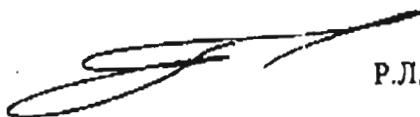
Начальник лаборатории радиационной  
дефектоскопии отдела №28,  
специалист III уровня квалификации  
по неразрушающему контролю, к.т.н.,



В.И. Капустин

**От ОАО «Ижорские заводы»**

Начальник ЦЛНМК,  
специалист III уровня квалификации  
по неразрушающему контролю



Р.Л. Табакман

Ведущий специалист по радиографии,  
специалист III уровня квалификации  
по неразрушающему контролю, д.т.н.



В.М. Зуев

Коп. № позн.	Подпись и дата	Взам. яна №	Иив. № дубл.	Подпись и дата

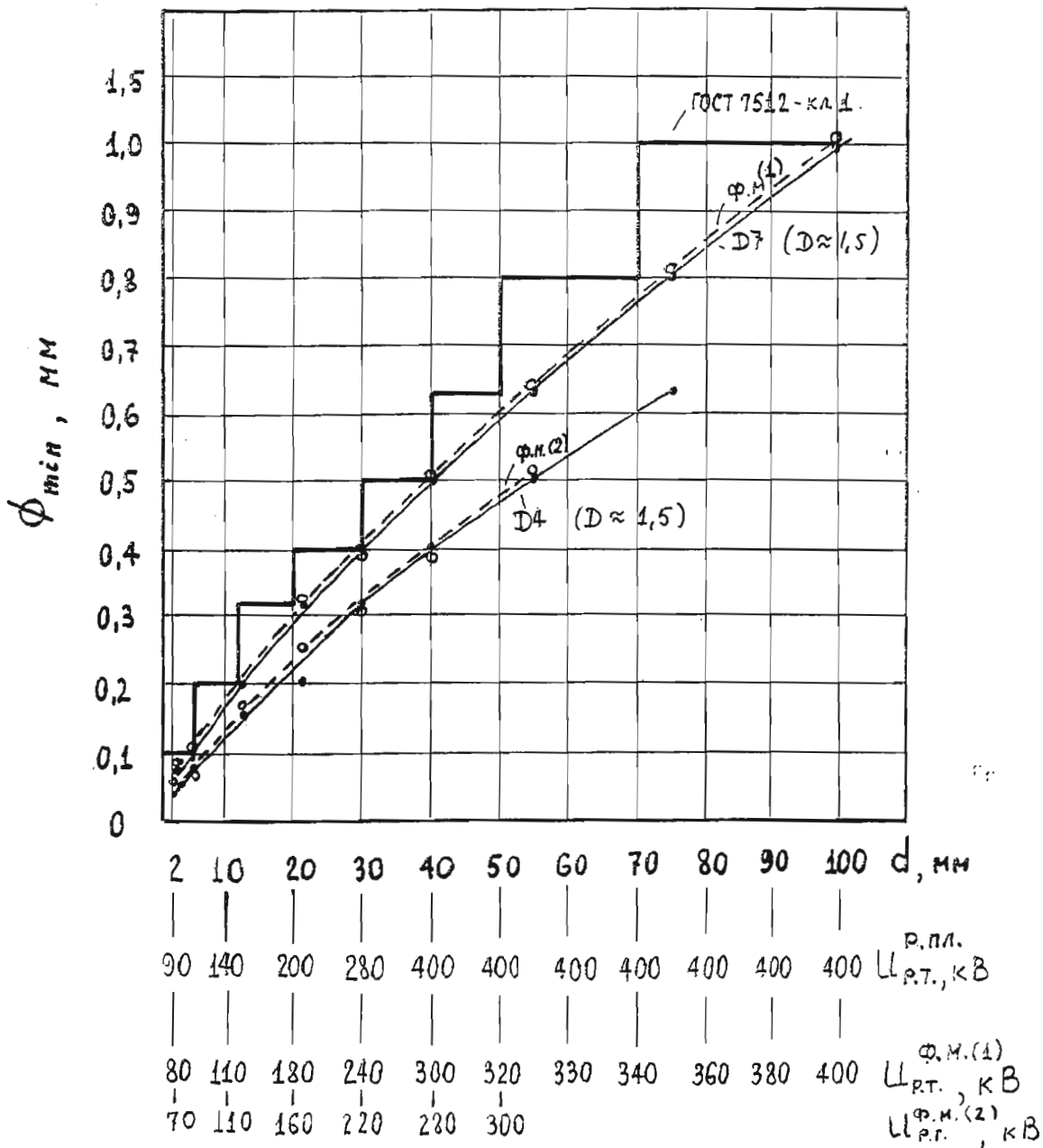


Рис. 1. Чувствительность контроля (проволожный эталон) в зависимости от просвечиваемой толщины стали при соответствующем напряжении на рентгеновской трубке :  
 ————— радиографическая пленка (значения  $U_{р.т.}$  соответствуют ГОСТ 20426-82), - - - - - флюороэмульсия Flex HR (ур. серого  $\approx 20\%$ )  
 Ступенчатая кривая отражает требования к  $\phi_{min}$  для 1-го класса чувствительности по ГОСТ 7512-82.

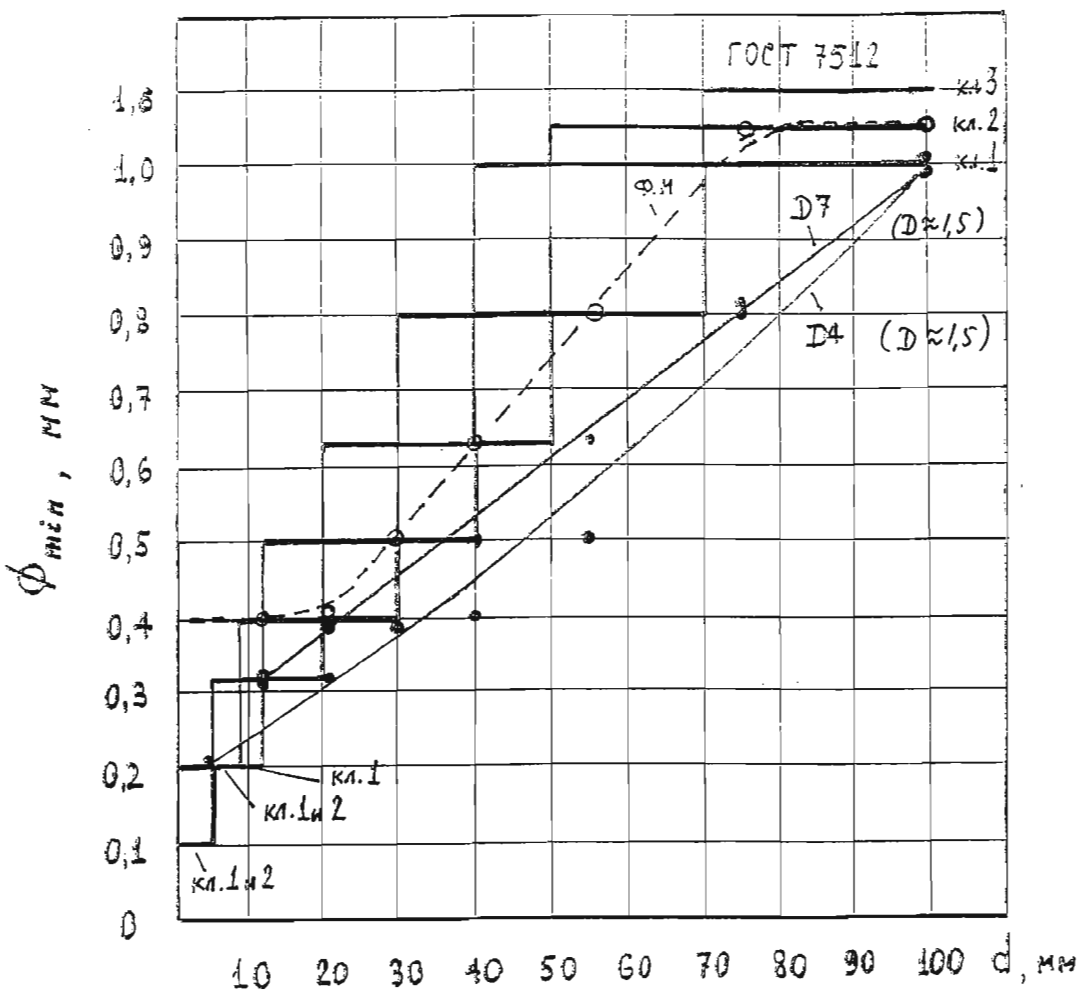


Рис. 2. Чувствительность контроля (проволожный эталон) в зависимости от просвечиваемой толщины стали при использовании гамма-источника Ir-192 :

— радиографическая пленка, ---- фосфоматик Flex HR ( $\approx 20\%$ )

Ступенчатая кривая отражает требования к  $\phi_{min}$  для 1,2,3 класса чувствительности по ГОСТ 7512-82.



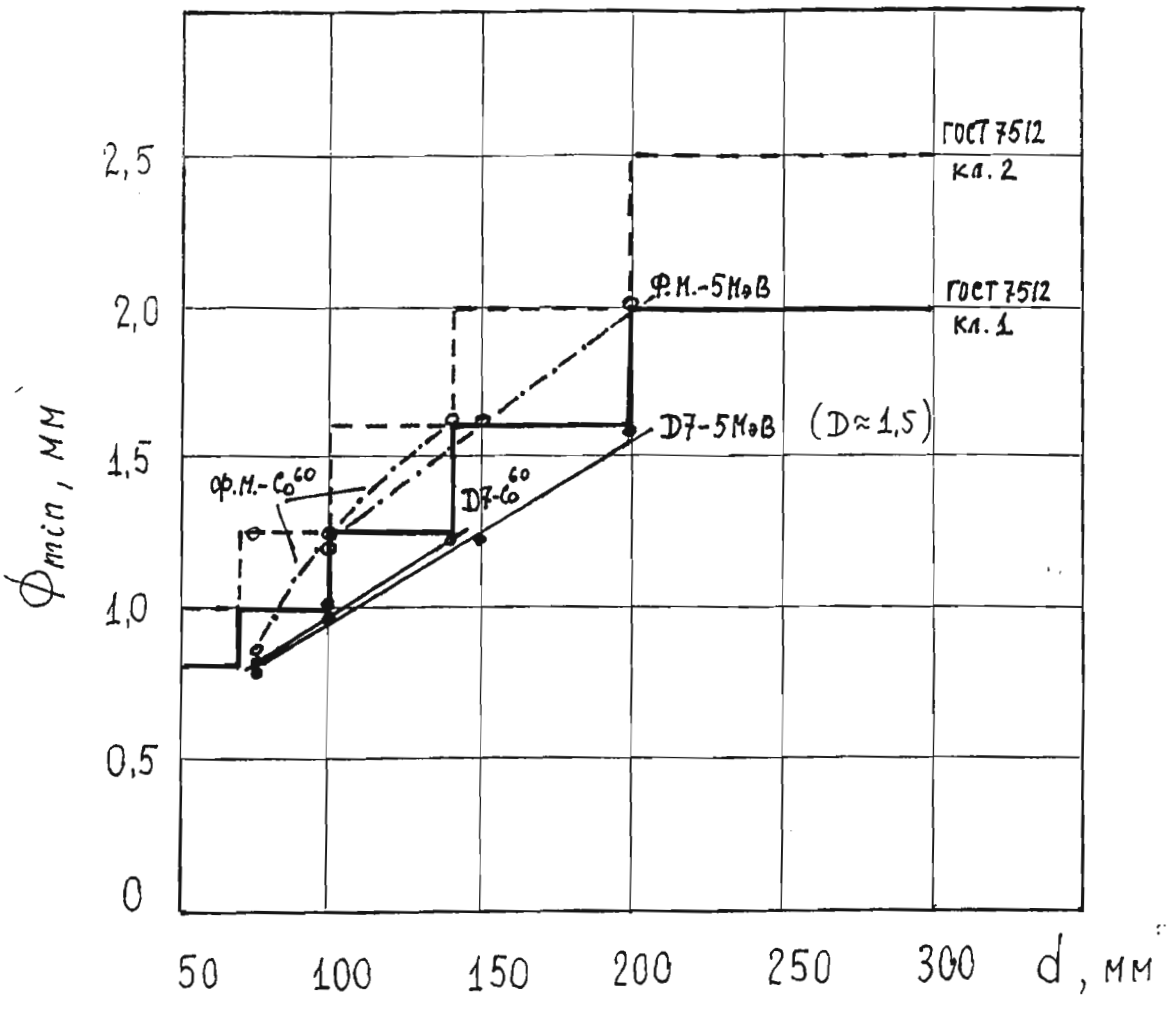


Рис. 3 Чувствительность контроля (проволожный эталон) в зависимости от провезиваемой толщины стали при использовании гамма-источника  $Co-60$  и линейного ускорителя электронов ПУЭ-5МэВ :

— радиографическая пленка; ······ флюороплатик Flex HR ( $ур \approx 20\%$ )

Ступенчатая кривая отражает требования к  $\Phi_{min}$  для 1 и 2-го класса чувствительности по ГОСТ 7512-82.

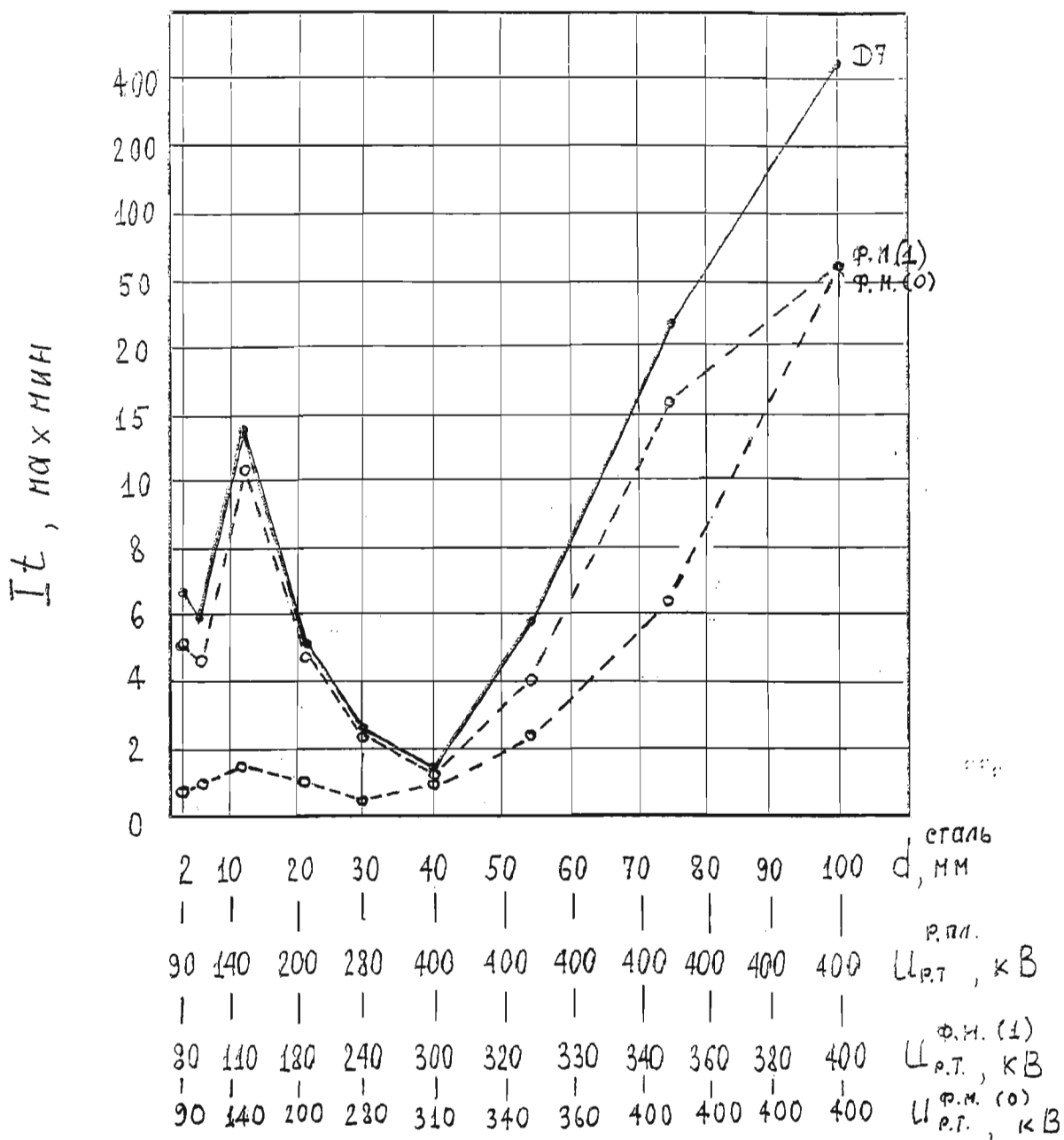


Рис. 4. Номограммы экспозиций рентгенопроектирования.

Фокусное расстояние (источник-кассета)  $F = 800$  мм.

— радиграфическая пленка D7 (оптич. плотн.  $D = 1,5$ );  
 - - - - фосфонатик Flex HR (уровень  $\approx 20\%$ )

Свинцовый экран  $\delta = 0,027$  мм (для "Фосфонатик" при  $d \geq 75$  мм -  $\delta = 0,1$  мм).  
 $d_{стали} \leq 21$  мм - РУП-150/300;  $d_{стали} \geq 30$  мм - МС-420.

At, гэр х мин

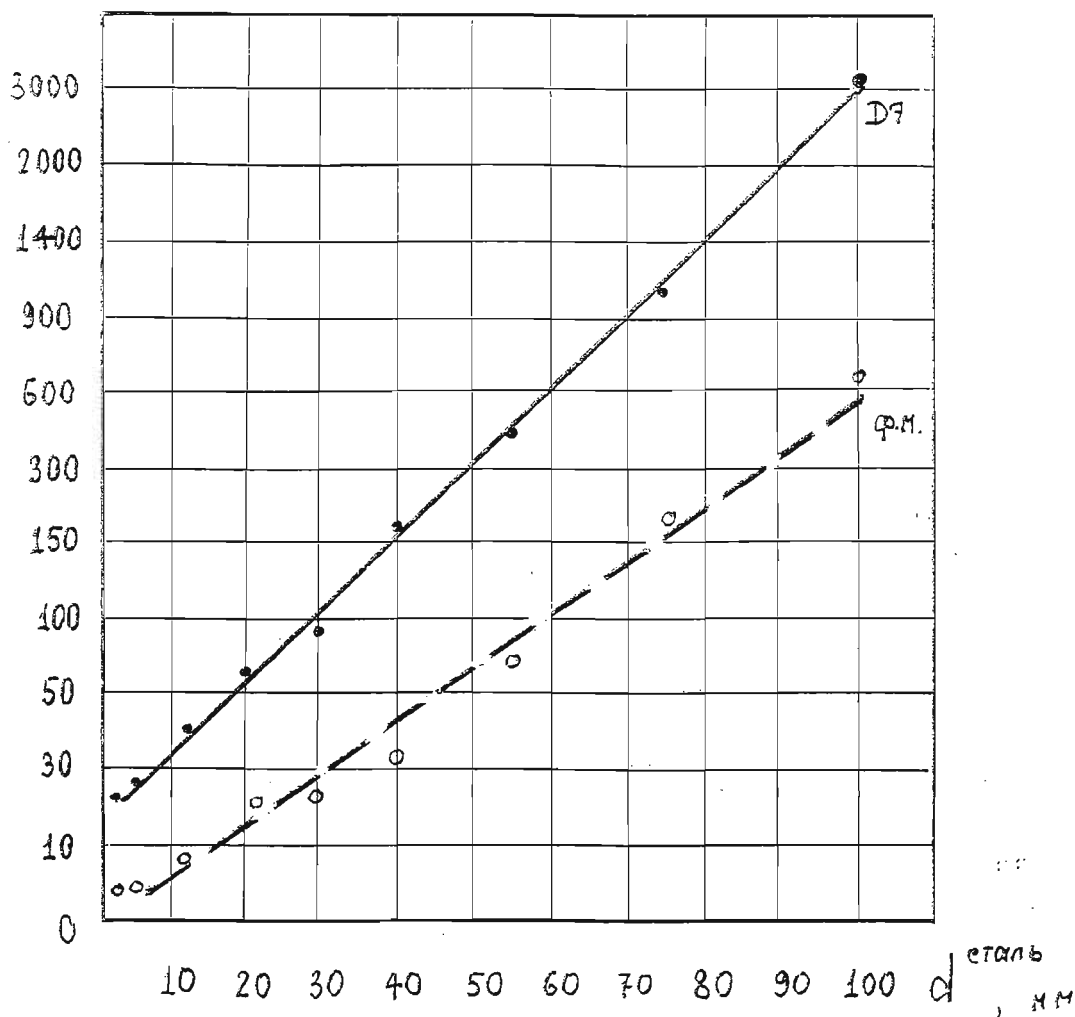


Рис. 5 Нонограммы экспозиций гамма-проектирования.

Источник излучения -  $Iz-192$ . Активность 26 гэр. Фокус. пятно  $3 \times 3$  мм.

Фокусное расстояние (источник - кассета)  $F = 500$  мм :

———— радиографическая пленка D7 (оптич. плотн.  $D=1,5$ ) ;

----- фосфороматик Flex HR (уровень  $\approx 20\%$ )

Свинцовый(ая) экран : р. пленка -  $d=0,2$  мм; фосфороматик -  $d=0,1$  мм.

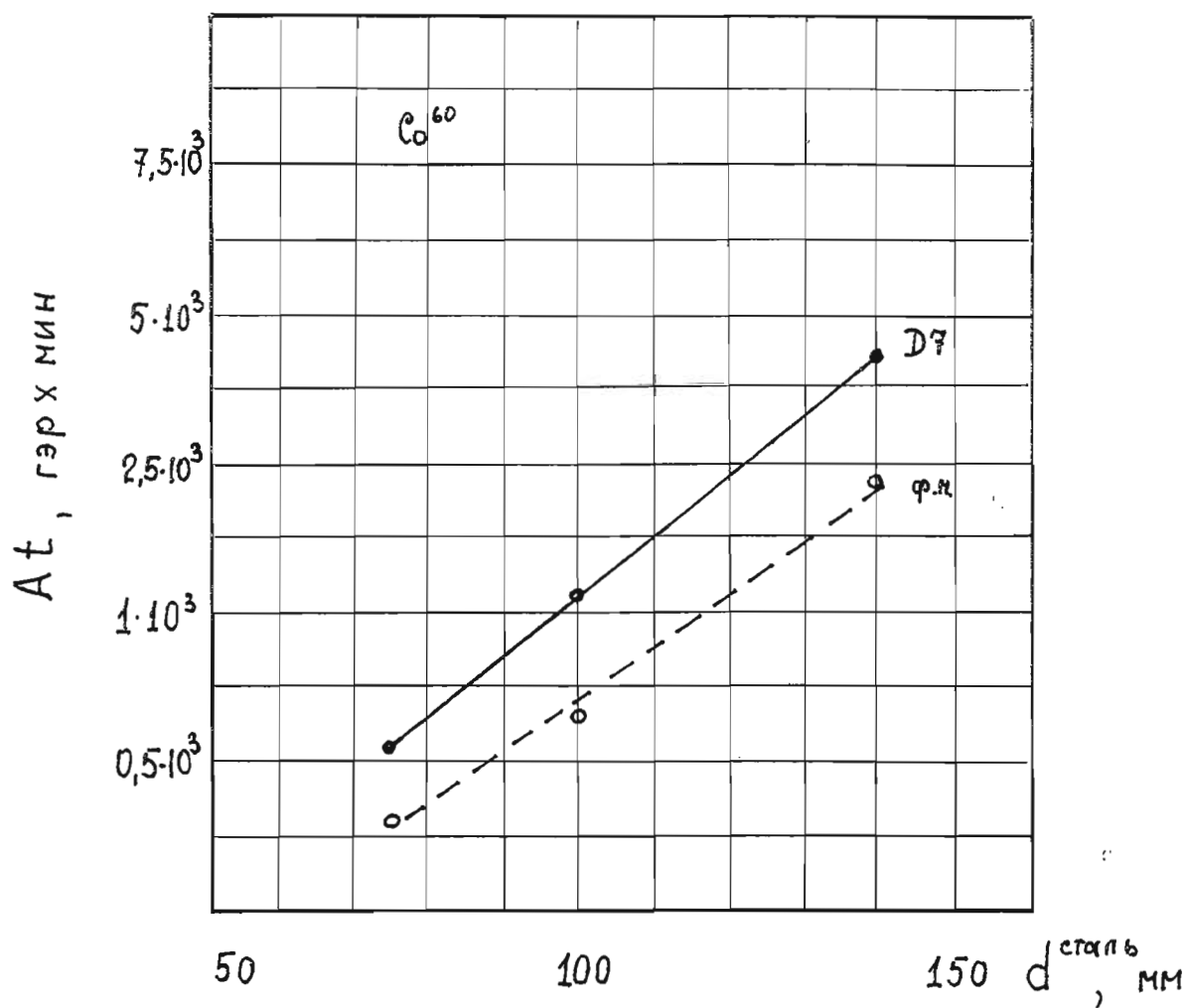


Рис. 6. Номограммы экспозиций гамма-проевезивания  
 Источник излучения -  $Co^{60}$ . Активность 30 гэр. Фок. пятно 4x4 мм.  
 Фокусное расстояние (источник-кассета)  $F = 700$  мм :  
 — — — — радиографическая пленка D7 (оптич. плотн.  $D = 1,5$ );  
 — — — — фосфороматик Flex HR (уровень  $\approx 20\%$ )  
 Свинцов. (опов.) экран толщиной  $d = 0,5$  мм.

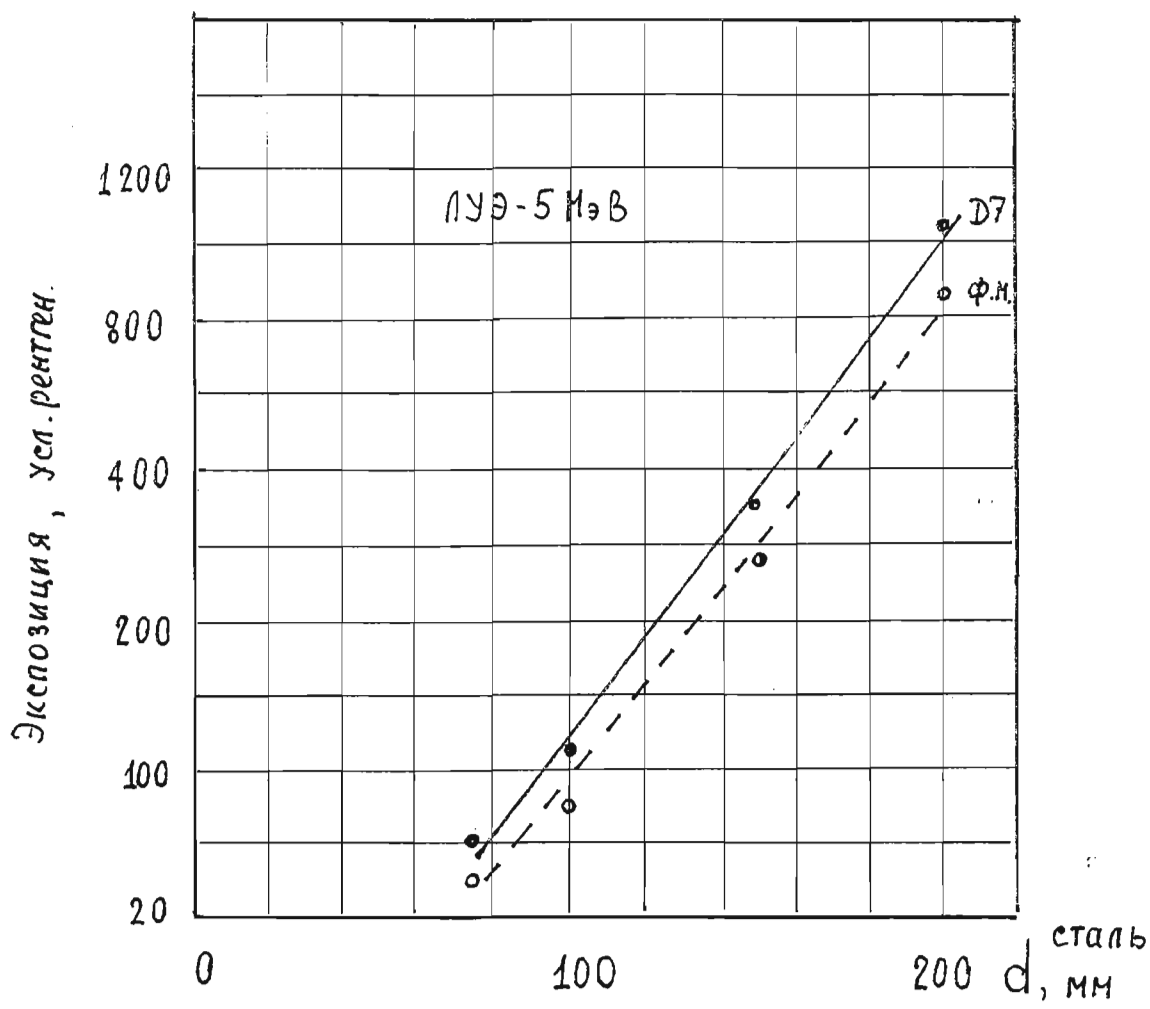


Рис.7. Номограммы экспозиции просвечивания тормозным излучением ускорителя электронов ЛУЭ-5 МэВ. Фокусное расстояние (источник-кассета)  $F=4000$  мм:

————— радиографическая пленка D7 (оптич. плотн.  $D=1,5$ )

- - - - - флексформатик Flex NR (уровень  $\approx 20\%$ )

Свинцов. (оловян.) экран толщиной  $\delta = 0,5$  мм.

Образец при использовании комплекса цифровой радиограрии "Фосфоратик"

ОАО "Ижорские заводы", ЦЛНМК

Методическая карта радиограрического контроля

Стр.

Наименование изделия

Чертёж

Сборка

Номер шва, наплавка

Союзд

8200 000 0000

8200 000 0010

№ 1

Нормативный документ

Методика

Объект контроля

Категория

Объём

Стадия контроля

ГОСТ 23055-78

ГОСТ 7512-82  
И 246-098-2008

Обечайка из частей

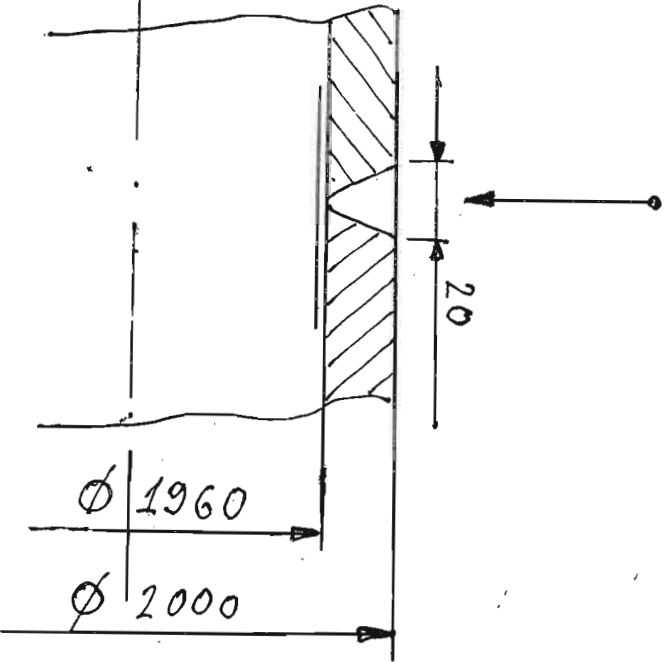
класс 3

100%

после Н/О

Схема контроля

Параметры контроля



0	Пленочная радиогрария / цифровая радиогрария
1	Вид просвечивания R-градировакие
2	Источник излучения R-алларат
3	Напряжение, активность 200 кВ (180 кВ)
4	Фокусное пятно, мм 4,5 x 4,5
5	Тип рентгенплёнки Д4
6	Тип фосфорной пластины Flex HR (Фосфоратик-40)
7	Толщина фольги 0,05-0,09
8	Фокусное расстояние, мм 600
9	Размер и кол-во участков 349 (400x100) 18см
10	Радиационная толщина 20
11	Эталон чувствительности № 13
12	Требуемая чувствительность 0,40
13	Оценка качества ГОСТ 23055-78 для 20 мм
	Трудоёмкость контроля

Допускается замена радиограрической пленки фосфорными пластинами Flex HR с применением в комплексе "Фосфоратик-40" в соответствии с методической инструкцией И 246-098-2008

Изменён

Маккаров А.В.

и/и

Зубов В.М.

и/и

ИПО "УНИТАМД"  
Копия от 13.И

и/и

Разработал

Подпись

Дата

Проверил

Подпись

Дата

Согласовано

Подпись

Дата