

каталог продукции

ТЕСТРОН

Радиографический контроль

ФОСФОМАТИК

Комплекс цифровой радиографии
на основе запоминающих фосфорных пластин





Уважаемые пользователи промышленной рентгеновской пленки !

Новые технологии стремительно меняют нашу жизнь. Еще 9-10 лет назад цифровые фотоаппараты были диковинкой, а фотографическая пленка лежала на прилавке любого магазина. Прошло немного времени и мир изменился. Прилавки магазинов заполнены цифровыми фотоаппаратами, цифровые фотоаппараты встроены в большинство мобильных телефонов, найти в продаже обычную фотопленку становится все труднее. Цифровые технологии повсеместно вытесняют фотографическую пленку.

Около 8 лет назад аналогичный процесс начался и в радиографии. Казалось, ничего не предвещало беды для рентгеновской пленки. Рентгентелевизоры - большие и тяжелые, смогли потеснить ее только в высокопроизводительных заводских системах контроля. Но даже самые легкие плоскпанельные детекторы не могли соперничать с пленкой в полевых условиях, где на первое место выходят вес, гибкость, габариты, удобство использования, способность работать при низких температурах и т.д.

Но прогресс не стоит на месте и появилась новая технология "фосфорных пластин". Мы назвали ее **"ФОСФОМАТИК®"**. Фосфорная пластина - такая же гибкая и легкая, как и обычная рентгеновская пленка. Ее можно так же нарезать в необходимый размер. В отличие от пленки, фосфорные пластины можно использовать на свету и они не требуют трудоемкого процесса проявки.

Самое главное отличие пластины "фосфоматика" от рентгеновской пленки - это возможность многократного использования (около 20 000 экспозиций на одну пластину).

Качество изображений, полученных на фосфоматике не только не уступает, а зачастую и превосходит качество аналогичных изображений на рентгеновской пленке. Динамический диапазон фосфоматика в 10 раз выше чем у рентгеновской пленки, что

позволяет получать на одном снимке изображения изделий с большим перепадом толщин. Исключительно высокая чувствительность фосфоматика позволяет использовать его с распространенными импульсными аппаратами без использования усиливающих экранов. При этом полностью сохраняются параметры экспозиций и методики работы, что позволяет сразу приступить к работе без необходимости дополнительного обучения персонала.

Используя фосфоматик вместо рентгеновской пленки, Вы экономите значительные средства, уходите от "мокрого" процесса и значительно повышаете оперативность работы.

Все эти преимущества позволяют сделать вывод, что в течении достаточно короткого времени технология "фосфоматик" вытеснит рентгеновскую пленку из большинства областей промышленности.

Мы провели десятки испытаний и обкатали технологию "фосфоматик" на различных заводах. За прошедшие 8 лет мы внедрили более 300 комплексов "фосфоматик", получили бесценный опыт применения новой технологии в самых разных областях промышленности. Получены все необходимые сертификаты и разрешения на применение технологии "фосфоматик". Разработаны РД и методические инструкции.

В 2012 году мы провели сертификацию одной из портативных моделей фосфоматика в Германии, в федеральном институте исследований и испытаний материалов BAM. С тех пор свыше 50 комплексов было поставлено за пределы РФ.

Мы приглашаем всех желающих ознакомиться с фосфоматиком, посетить наш офис в Санкт-Петербурге и ознакомиться с производством и аппаратурой. Вам будет предоставлена уникальная возможность вживую "поиграться" с новой технологией и понять ее неоспоримые преимущества.

Обратившись к нам, Вы получите исчерпывающие рекомендации специалистов, имеющих более чем 15-летний опыт разработок оборудования для неразрушающего контроля. Мы будем рады помочь Вам в выпуске конкурентноспособной продукции.

С надеждой на сотрудничество

Борис Крамер

Председатель совета директоров
АО "ТЕСТРОН"

Технология “ФОСФОМАТИК”

Первое знакомство

Многоразовая рентгеновская пленка - реальная экономия при радиографическом контроле.

Радиографический контроль сварных швов и литых является основным методом контроля качества и надежности. Это связано в первую очередь с тем, что метод не требует никакой пробоподготовки, а информация о размерах и пространном положении дефектов, при использовании современных методов цифровой радиографии, может быть получена, практически, в режиме реального времени. Однако этот вид контроля является одним из самых дорогих. Основными составляющими себестоимости (до 90%) являются расходные материалы – рентгеновская пленка, химикаты для ее проявления и рабочее время персонала. Для проявки пленки требуется темная комната. Также существует проблема утилизации химических отходов получаемых в процессе проявления.

Отечественная и зарубежная промышленность активно работала над уменьшением себестоимости радиографического контроля. Появились рентгентелевизионные системы, которые позволяли получать внутреннее изображение сварного шва непосредственно на экране компьютера, минуя рентгеновскую пленку. К сожалению, рентгентелевизоры большие и тяжелые, что затрудняет их использование. Качество изображения, получаемого на рентгентелевизионных

системах также уступает качеству рентгеновской пленки.

Современный уровень развития цифровых систем привел к появлению принципиально новой технологии в которой удалось совместить легкость, гибкость, качество и удобство использования рентгеновской пленки с высокой экономичностью рентгентелевизионных систем. Эта технология получила научное название CR (КОМПЬЮТЕРНАЯ РАДИОГРАФИЯ) или «технология гибких фосфорных пластин» и народное название «многоразовая рентгеновская пленка».

С Р (К О М П Ъ Ю Т Е Р Н А Я РАДИОГРАФИЯ) – это техника, позволяющая получать рентгеновское изображение на фосфорных пластинах для последующего считывания и визуализации.

В основе метода лежит способность некоторых люминофоров накапливать скрытое изображение под воздействием рентгеновского или гамма-излучения, хранить это изображение длительное время и впоследствии освобождать сохраненную фосфором энергию в виде света в видимом диапазоне при облучении красным лазером (явление фотолюминесценции). Так как для считывания скрытого изображения применяется современная компьютерная техника, метод получил название компьютерной, или цифровой радиографии.

В компьютерной радиографии для получения изображения вместо пленки используется специальная пластина многократного

пользования (в дальнейшем будем называть ее фосфорной пластиной), которая представляет собой гибкую полиэтиленовую пластину, на которую нанесен специальный рентгеночувствительный слой. Такие пластины выпускаются самых разнообразных размеров (например 6x10, 10x24, 18x24, 30x40, 10x152 и т.д.), включая рулоны длиной до полутора метров. Вы можете сами нарезать пластины необходимого размера с помощью обыкновенного резака.

Схема контроля строится точно так же, как и в традиционной радиографии. Фосфорная пластина прикрепляется к сварному шву или другому объекту. Гибкость позволяет согнуть ее по форме объекта. Можно использовать существующие свинцовые экраны и кассеты. Затем производится экспонирование с помощью любого источника рентгеновского или гамма-излучения. Возможно применение рентгеновских аппаратов постоянного потенциала, импульсных и полупериодных аппаратов, а также гамма-изотопов селена, иридия, цезия, кобальта и других. Пластины совместимы с любыми источниками радиации с энергиями от 10 кэВ до 25 МэВ.

Поскольку чувствительность пластины фосфоматика намного выше, чем у рентгеновской пленки, время экспозиции можно уменьшить в 5-10 раз, что экономит ресурс дорогостоящей рентгеновской трубки и существенно уменьшает дозовую нагрузку на персонал.

Вам больше не нужна проявка и темная комната. После экспозиции, прямо на свету фосфорная пластина вставляется в специальное считывающе-стирающее устройство ФОСФОМАТИК. Процесс считывания занимает от 20 секунд до 5 минут в зависимости от размера пластины и необходимого

пространственного разрешения. При этом информация сразу появляется на экране компьютера и запоминается в базе данных. После считывания фосфорная пластина стирается и становится готовой к повторному использованию. Время жизни пластины зависит от внешних факторов (чистота, аккуратность, качество сканера), но не от самой пластины ("люминисцентная" жизнь пластины около 60 тысяч экспозиций). В реальных условиях эксплуатации одну пластину можно использовать более десяти тысяч раз!

Испытания, проведенные в различных лабораториях (ТЕСТРОН, КОДАК, ПРОМЕТЕЙ, ИЖОРСКИЕ ЗАВОДЫ) показали что качество получаемого изображения на стандартных пластинах FOSFOMATIC FlexHR эквивалентно получаемому на популярной мелкозернистой рентгеновской пленке AGFA D4, что позволяет использовать их даже в таких критических областях как авиа/ракетостроение и атомная промышленность.

По своему динамическому диапазону (в 10 раз больше рентгеновской пленки) фосфоматик превосходит не только рентгенотелевизионный метод, но и радиографию. С его помощью возможна регистрация изображения объекта с большим перепадом толщин (запорная арматура) за одну экспозицию (вместо 3-4 на пленку), с последующим просмотром участков различной оптической плотности с помощью регулировок яркости и контраста изображения. В отличие от пленки, изображение может быть улучшено, архивировано и отправлено по электронной почте.

Цифровая обработка на экране компьютера позволяет изменять яркость и контраст изображения а также проводить цифровую

фильтрацию для улучшения качества изображения. Простое, но мощное программное обеспечение визуализации изображения позволяет сосредоточиться на дефектных областях. Специализированные алгоритмы поиска дефектов облегчают и ускоряют работу оператора. Возможно определение толщины стенки трубы и уровня коррозии с помощью специального алгоритма. Программное обеспечение снабжено удобными протоколами контроля. Все это ускоряет и облегчает работу оператора. База данных на обыкновенном DVD диске позволяет держать тысячи снимков и мгновенно находить необходимый.

ФОСФОМАТИК сочетает такие качества как: мобильность гибких фосфорных пластин, высочайшее качество рентгеновской пленки, широкий динамический диапазон, высокая скорость работы, цифровая обработка данных и отсутствие дорогих расходных материалов. При этом установка системы и обучение специалистов занимает менее одного дня.

При оценке экономической эффективности внедрения систем ФОСФОМАТИК следует учитывать, что отпадает необходимость в рентгеновской пленке, химикатах, оборудовании для проявки, сушки, помещениях для хранения пленки и т.д.

В масштабе Российской промышленности это позволяет экономить десятки миллионов долларов за счет полного отказа от использования дорогих расходных материалов и значительного сокращения рабочего времени необходимого для получения качественного результата.

Для технологии ФОСФОМАТИК разработаны РД, Методические инструкции, Карты

контроля. Получены все основные сертификаты и разрешения: Ростехнадзор, Прометей, Минатом, Росстандарт.

В данный момент разрешено использование ФОСФОМАТИКа в большинстве областей промышленности включая:

- энергомашиностроение
- оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок
- стальные отливки для атомных энергетических установок
- объекты котлонадзора
- системы газоснабжения
- подъемные сооружения
- оборудование нефтяной и газовой промышленности
- оборудование металлургической промышленности
- оборудование судостроительной промышленности

Система “ФОСФОМАТИК”

История создания

Первая система ФОСФОМАТИК была создана в 2004 году на базе сканирующего устройства KODAK ACR-2000.

В процессе опытной эксплуатации был выявлен ряд недостатков. Система имела недостаточную чувствительность к рентгену, что препятствовало использованию фосфоматика с, распространенными в России, импульсными рентгеновскими аппаратами Арина. Разрешение и контрастная чувствительность системы не удовлетворяли первому классу чувствительности по ГОСТ-7512.

Два года мы работали над усовершенствованием системы. Использование нового усилителя повысило дозовую чувствительность системы примерно в 5 раз, что обеспечило эффективную работу прибора с аппаратами Арина. Использование новой оптики и замена внутренней электроники на современный 18-разрядный скоростной АЦП позволило достичь качества пленки D4 и, с запасом, уложиться в самые строгие стандарты по ГОСТ7513-82, ПНАЭ Г-7-010-89 и ПНАЭГ-07-25-90.

Адаптация для работы с фосфорными пластинами широко распространенного программного обеспечения обработки и архивирования изображений СОВА+ позволило выполнить все требования Ростехнадзора и Минатома, такие как: обеспечение неизменности исходного снимка, шифрование информации, разграничение доступа, формирование протоколов контроля по ГОСТ7512-82 и т.д.

С начала 2006 мы представили рынку три

модели системы ФОСФОМАТИК (модель 21, модель 35, модель 40), различающихся как по своим техническим параметрам, так и по возможностям программного обеспечения.

За 2006-2007 год мы поставили системы на большое количество промышленных предприятий России и получили бесценный опыт использования систем в самых разных условиях эксплуатации, например:

- Опыт полевых условий эксплуатации. Система успешно используется для контроля сварных соединений и стыков трубопроводов различного назначения с толщинами стенки от 3-х до 37 мм - опыт ОАО ВНИИСТ (более 4000 стыков), НПП «Политест», ряда дочерних компаний ОАО Газпром и др..

- Опыт применения этой системы для контроля особо толстостенных стальных изделий: корпусов задвижек и другой трубопроводной арматуры толщиной до 120 мм - завод «Тяжпромарматура», г. Алексин, и др.

- Опыт использования Фосфоматика с ускорителем высоких энергий 25МЭВ - Завод им. Морозова, Ленинградская область (сокращение экспозиции с 2 часов до примерно 15 минут).

- Опыт использования рулонных фосфорных пластин длиной 1.5 метра с рентгеновским кроулером IPSI - “Техническая диагностика”, г.Братск (ресурс аккумуляторов кроулера возрастает в 2-3 раза).

В конце 2007 года, по многочисленным просьбам “полевиков” был создан “облегченный” вариант прибора ФОСФОМАТИК-

40/100, предназначенный для использования фосфорных пластин (в том числе и рулонных) шириной от 5 до 10 см. Весом около 15 кг, этот прибор получил широкое распространение.

2010 год ознаменовался выпуском сразу двух новых моделей.

Первая - это результат непрерывного совершенствования технологий, приведший к еще большему уменьшению габаритов и веса прибора. Исполнение ФОСФОМАТИК-40/СТМ5 имеет исключительно малые габариты, сравнимые с самым маленьким лазерным принтером и вес всего около 5 кг. Эта модель идеально подходит для полевых условий эксплуатации.

Вторая модель, ФОСФОМАТИК-40/НРХ2 предназначена для стационарных условий. Уникальной особенностью данной модели является новый механизм загрузки пластин, который позволил Фосфоматику работать как с гибкими фосфорными пластинами, так и с пластинами, упакованными в жесткую кассету. Гибкость пластин, являющаяся неоспоримым преимуществом новой технологии, одновременно является и ее недостатком. Гибкую пластину намного легче повредить, чем ее кассетный аналог. На гибкой пластине неудобно располагать изделия. Острые края исследуемых изделий могут поцарапать пластину, а тяжелые изделия оставить вмятины на чувствительном слое. Таким образом, возможность использования пластин в жестких кассетах является исключительно полезной для ряда применений. Системы, работающие с жесткими кассетами, существовали и ранее. Но они не могли работать с гибкими пластинами. Поэтому пользователю необходимо было выбрать с какими пластинами, гибкими или жесткими он предпочитает работать. Или покупать две системы, одну для гибких,

другую для жестких кассет. Такие финансовые возможности есть, к сожалению далеко не у каждого покупателя.

Новая модель ФОСФОМАТИК-40/НРХ2, способная работать одновременно с гибкими и жесткими пластинами представляет оптимальный выбор для стационарных заводских условий. Новый механизм загрузки, получив дополнительную возможность работать с пластинами в жестких кассетах, сохранил все достоинства прежних моделей, такие как: прямой проход пленки без продольного или поперечного изгиба и трения о поверхность сканнера, полноценную поддержку рулонных пластин, защиту от попадания грязи внутрь прибора и т.д. Прибор снабжен системой обдува фильтрованным воздухом для очистки изображений и дистанционным управлением, а также противоударным и противовибрационным корпусом.

Электронная начинка фосфоматиков постоянно совершенствуется и новые модели обеспечивают более высокие технические характеристики по сравнению с предыдущим поколением. При этом тщательно соблюдается наследственность таких характеристик приборов, как дозовая чувствительность и калибровка динамического диапазона. Таким образом, снимки сделанный при одинаковых условиях и одинаковых настройках на моделях разных годов выпуска будут иметь абсолютно одинаковую плотность потемнения (положение пиков гистограммы).

Система “ФОСФОМАТИК”

Некоторые мысли вслух

Отличие Фосфоматика от оригинального сканера фосфорных пластин КОДАК ACR2000.

Это совершенно другой прибор, отличающийся повышенным качеством изображения, в 5 раз более высокой дозовой чувствительностью и, заточенным под промышленные применения и ГОСТ7512-82, программным обеспечением.

Динамический диапазон.

Во многих рекламах динамический диапазон указывается в разрядности аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Например, 12-бит, 14-бит, 16-бит. Этот параметр достаточно бесполезен для пользователя. Актуально только значение динамического диапазона по стали или по экспозиционной дозе.

Динамический диапазон по стали показывает разницу между минимальной и максимальной толщиной исследуемого объекта, которые одновременно получаются на одном результирующем снимке фосфоматика за одно сканирование. Чем этот диапазон больше, тем выше перепад толщин, на которых можно обеспечить одинаковое качество на одном снимке. Особенно это актуально при просвечивании объектов с большими перепадами толщин, например, запорная арматура или турбинные лопатки. Динамический диапазон самой фосфорной пластины очень велик и предъявляет высокие требования к электронике сканнера. Динамический диапазон всей системы является общей оценкой всех устройств входящих в систему. На медицинских системах этот параметр настолько мал, что не всегда удается с одинаковым

качеством увидеть шов и околошовную зону!

Динамический диапазон по стали и разрядность АЦП можно сравнить в высотой лестницы и количеством ступенек по ней. Увеличили разрядность АЦП - увеличили количество ступенек. Но залезть выше все равно не удастся.

Кстати, то что в цифровой технике обычно называется динамическим диапазоном, правильнее называть **фотографической широтой**. Именно так называется аналогичный параметр у рентгеновских пленок.

Отличие Фосфоматика от медицинских сканнеров.

Во-первых динамический диапазон по стали. У медицинских систем он очень мал. Проверить это очень легко. Возьмите две полоски стали толщиной 3 и 15 мм и положите на каждую эталон чувствительности. Затем сделайте один снимок, котором оба этих эталона вместе и отсканируйте фосфорную пластину. Оба эталона должны быть видны с одинаковым качеством. На медицинских системах будет виден либо один либо другой. Некоторые поставщики медицинских систем предлагают сканировать пластину несколько раз. Действительно, динамический диапазон медицинских сканнеров намного меньше диапазона самой фосфорной пластины. При каждом сканировании отклик с пластины падает на 10-30% и при многократном сканировании получается искусственное увеличение динамического диапазона. Однако качество снимка при этом заметно падает, особенно в мелких деталях. Это связано с тем, что рассеяние лазера в толще

пластины при каждом сканировании немного “размазывает” изображение ухудшая краевую резкость. Также падает производительность контроля.

Во-вторых посмотрите насколько удобно работать с рулонными пластинами длиной более метра. В медицине такие пластины не используются и медицинские системы не предназначены для таких пластин.

Кстати, отсутствие полноценной поддержки рулонных пластин самый простой визуальный признак медицинского сканнера.

Остаточные изображения на фосфорных пластинах.

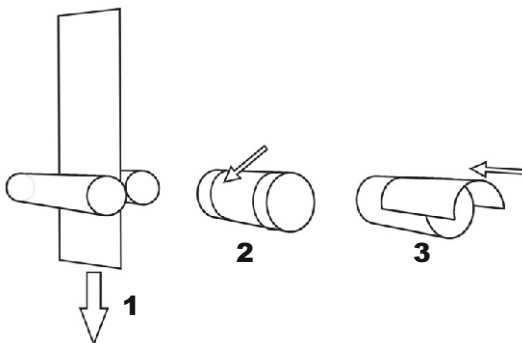
Так называется паразитное изображение сохранившееся на пластине от предыдущего снимка, которое накладывается на следующий. То же в основном проблема медицинских систем с малым динамическим диапазоном. В фосфоматике эти остаточные изображения лежат в нерабочей области динамического диапазона и на результирующих снимках отсутствуют.

Кто еще выпускает Фосфоматики ?

Никто. ФОСФОМАТИК - производит только фирма ТЕСТРОН, зарегистрирован в Роспатенте. Право на продажу имеют только официальные дилеры фирмы ТЕСТРОН. Список дилеров всегда можно уточнить, позвонив нам по телефону, указанному на последней страницы обложки.

Способы сканирования фосфорных пластин.

Некоторые из ключевых особенностей комплекса цифровой радиографии с неизбежностью вытекают уже из выбранного способа



сканирования фосфорных пластин. Например, если в процессе сканирования пластина трется своим чувствительным слоем по неподвижной поверхности, как показано на Рис. 3, то на рентгеновских изображениях следует ожидать проявления царапин уже после нескольких экспозиций. Рулонную пластину через такое устройство вряд ли будет возможно пропустить без изломов, вследствие необходимости изгиба вокруг продольной оси. Мы не используем такой способ.

Сканнер с вращающимся барабаном (Рис. 2) является компактным и легким, и одновременно исключает даже касание чувствительного слоя пластины при считывании, что многократно увеличивает срок службы пластин. Его недостатком, как и у упомянутой выше модели, является ограничение на размеры сканируемых пластин. Такой способ ранее использовался нами в снятой с производства модели Фосфоматик-21М.

Сканер с вертикальной роликовой протяжкой пластин (Рис. 1) позволяет обрабатывать без ограничений пластины любых производимых в настоящее время размеров. Ролики не трутся по поверхности пластины, а катятся по ней, так что повреждения пластин при сканировании случаются крайне редко. Мусор с пластины осыпается вниз, не попадая в

оптические механизмы сканнера. Данный способ используется почти во всех сканнерах ФОСФОМАТИК. В модели Фосфоматик-40/НРХ2 используется аналогичный способ протяжки, но с горизонтальным расположением. Пластина движется горизонтально, рабочим слоем вверх, что также исключает попадание мусора в оптические элементы системы.

Сопоставление метода цифровой радиологии и метода традиционной радиологии с последующей оцифровкой радиографических пленок.

Очевидные преимущества цифровой радиологии состоят в отказе от расходных материалов и «мокрого» процесса обработки пленки и, как следствие, увеличении скорости контроля и сокращении затрат.

После ввода изображения в компьютер, казалось бы, становится все равно, каков был его источник – радиографическая пленка, или фосфорная пластина. Однако, это далеко не так.

Во-первых, изображение с фосфорной пластины обладает значительно большим динамическим диапазоном. Так, комплекс Фосфоматик позволяет получать на одном снимке качественные изображения участков, получивших экспозиционные дозы, отличающиеся в тысячи раз, в то время как для пленок, как правило, диапазону оптических плотностей от 1.5 до 3.5, пригодному для расшифровки, соответствует перепад экспозиционной дозы всего в 3–6 раз.

Следствие №1 – технология Фосфоматик значительно облегчает работу дефектоскописта на этапе выбора времени экспозиции. Отпадает необходимость «пересвечивать» недоэкспонированные или переэкспонированные, а также испорченные при проявке

пленки.

Следствие №2 - технология Фосфоматик позволяет за одну экспозицию (вместо нескольких экспозиций на пленку) контролировать изделия с большими перепадами радиационной толщины.

Во-вторых, процесс сканирования пленки неизбежно сопряжен с потерей, в той или иной степени, качества изображения. Сканеры, применяемые для оцифровки, практически непригодны для работы с пленками, имеющими плотность более 3.5. Любое изменение настроек сканнера может привести к искажению переносимой в компьютер информации, что снижает достоверность расшифровки

Наконец, процесс сканирования пленки еще более усугубляет недостатки пленочной радиологии, связанные с непроизводительными затратами времени и человеческого труда.

Система “ФОСФОМАТИК”

Модельный ряд на 2018 год

	Стационарные модели ФОСФОМАТИК				
	21	35	40	35/НРХ1	40 / НРХ2
Исполнение	настольное	настольное	настольное	настольное	настольное
Тип пластин	гибкие	гибкие	гибкие	гибкие и жесткие	гибкие и жесткие
Протяжка пластин	прямая вертикальная	прямая вертикальная	прямая вертикальная	прямая горизонтальная и кассетная	прямая горизонтальная и кассетная
Размер пластин (ширина) (длина не ограничена)	35 см	35 см	35 см	35 см	35 см
Производительность (пластин 30х40 / час)	50-60	40-50	30-40	10-60	10-60
Качество снимка* примерно соответствует пленке	D8 - D7	D7 - D5	D5 - D4	D4	D4 (D3)
Динамический диапазон по экспозиционной дозе*	> 1000 раз	> 2000 раз	> 3000 раз	> 3000 раз	> 3000 раз
Обдув пластин сжатым воздухом	нет	нет	нет	да	да
Стирающее устройство	Встроенное или внешнее	Встроенное или внешнее	Встроенное или внешнее	Встроенное и внешнее	Встроенное и внешнее
Размеры	540х720х350 мм	540х720х350 мм	540х720х350 мм	584х724х438 мм	580х724х438 мм
Вес	29,5 кг	29,5 кг	29,5 кг	54,43 кг	54,43 кг
Электропитание	110-240В	110-240В	110-240В	110-240В	110-240В

Модель Фосфоматик-21 - самая простая и обеспечивает качество снимков, эквивалентное получаемому с применением радиографической пленки KODAK AA400 (AGFA D7).

Модель Фосфоматик-40 обеспечивает наивысшее среди существующих сканнеров качество снимков, эквивалентное получаемому с применением радиографической пленки KODAK MX125 (AGFA D4).

Все модели, благодаря огромному допустимому диапазону экспозиционных доз (более 3000 раз), позволяют за одну экспози-

цию и за одно сканирование контролировать изделия с большим перепадом толщин (например, от 3 до 15 мм стали на одном снимке) и не требуют точного подбора времени экспозиции.

Все модели Фосфоматик могут устанавливаться в передвижных лабораториях, однако существуют специальные компактные модификации сканнеров, особенно удобные в случаях, когда требуется часто переносить сканнер с одного места на другое, например из автомобиля в помещение и обратно.

* в соответствии с результатами исследований ФГУП ЦНИИ КМ "ПРОМЕТЕЙ"

Компактные модели ФОСФОМАТИК

	21 / 100	35 / 100	40 / 100	35 / HPX-PRO	40 / HPX-PRO
Исполнение	мобильное	мобильное	мобильное	мобильное	мобильное
Тип пластин	гибкие	гибкие	гибкие	гибкие	гибкие
Протяжка пластин	прямая вертикальная	прямая вертикальная	прямая вертикальная	прямая горизонтальная	прямая горизонтальная
Размер пластин (ширина) (длина не ограничена)	110 мм	110 мм	110 мм	152 мм	152 мм
Производительность (пластин 10х40 / час)	50-60	40-50	30-40	40-50	30-40
Качество снимка* примерно соответствует пленке	D8 - D7	D7 - D5	D5 - D4	D7 - D5	D5 - D4
Динамический диапазон по экспозиционной дозе*	> 1000 раз	> 2000 раз	> 3000 раз	> 2000 раз	> 3000 раз
Обдув пластин сжатым воздухом	нет	нет	нет	да	да
Стирающее устройство	Внешнее	Внешнее	Внешнее	Встроенное	Встроенное
Размеры	270х520х350 мм	270х520х350 мм	270х520х350 мм	410х330х310 мм	410х330х310 мм
Вес	14,5 кг	14,5 кг	14,5 кг	16 кг	16 кг
Электропитание	110-240В или 12В	110-240В или 12В	110-240В или 12В	110-240В или 12В	110-240В или 12В

**Переносная модель
ФОСФОМАТИК - 40 / HPX-PRO**



**Стационарная модель
ФОСФОМАТИК - 40 / HPX2**



Система “ФОСФОМАТИК”

Краткость - сестра таланта

- **МНОГОРАЗОВЫЕ ФОСФОРНЫЕ ПЛАСТИНЫ**
полностью заменяют рентгеновскую пленку
- **ОТСУТСТВУЕТ ПРОЦЕСС ПРОЯВКИ**
Вы забудете про “мокрую” проявку и все связанные с ней проблемы.
- **ПРАКТИЧЕСКИ ВЕЧНАЯ ЖИЗНЬ ПЛАСТИНЫ**
- можно использовать более 10000 раз
- **ЛЮБЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИИ**
с энергиями от 10 кэВ до 25 МэВ - *постоянные и импульсные рентгеновские аппараты, ускорители, изотопы Se, Ir, Co.*
- **ВЫСОКИЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН**
примерно в 10 раз больший чем у пленки позволяет получать на одном снимке изделия с большими перепадами толщин
- **ПЛАСТИНЫ ЛЮБЫХ РАЗМЕРОВ**
все стандартные форматы обычной пленки
- **ПОДДЕРЖКА РУЛОННЫХ ПЛАСТИН**
для замены рулонной рентгеновской пленки
- **БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ**
чем у рентгеновской пленки, обеспечивает *меньшее время экспозиции* и большую толщину просвечиваемого металла
- **ПЛАСТИНЫ НЕ БОЯТСЯ СВЕТА**
Вам больше не требуется тёмная комната
- **ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ**
примерно 80 секунд для пластины 30x40 см
- **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Преимущества гибких фосфорных пластин над рентгеновской пленкой

Экономия времени

Увеличение чувствительности позволяет уменьшить время экспозиции
Экстремально высокий динамический диапазон исключает необходимость делать несколько снимков на разнотолщинных деталях
Возрастает производительность

Экономия денег

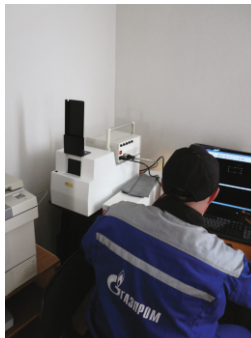
Отсутствие расходных материалов (пленка, химикаты, вода)
Повторное использование пластины (более 10 тысяч раз без потери качества)
Фосфоматик меньше и легче чем проявочная машина, быстрее работает и не требует темной комнаты

Повышение достоверности результатов

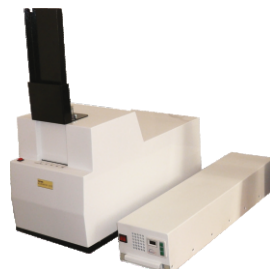
Определение толщины стенки трубы с помощью специального алгоритма
Цифровая обработка изображения
Автоматизированный поиск дефектов

Управление архивами изображений

Заполнение отчетных форм
Цифровое архивное хранение

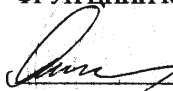


ФОСФОМАТИК - 40/100



СОГЛАСОВАНО

Зам. Генерального директора
ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»


Малышевский В.А.
«5» 09 2007г.

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор
ОАО «Ижорские заводы»


Антоню Ю.С.
«28» 08 2007г.



РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ
РАДИАЦИОННО-ДЕФЕКТΟΣКОПИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ФОСФОМАТИК»
(КОМПЛЕКС ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ).

В июне-августе 2007 года в рентгеновской лаборатории ЦЛНМК ОАО «Ижорские заводы» проводились испытания цифровой радиационно-дефектоскопической системы «Фосфоматик» на предмет применения её для контроля сварных соединений продукции ОАО «ИЗ» (возможность замены радиографической плёнки гибкими фосфорными пластинами). Оценивались чувствительность контроля и выявляемость дефектов, особенности технологии использования фосфорных пластин при проведении просвечивания.

При испытаниях проводилось просвечивание образцов из стали толщиной 2;4,5;12;21;30;40;55;75;100;140;150;200 мм с установленными со стороны источника излучения проволоочными эталонами чувствительности по ГОСТ 7512-82. Параметры просвечивания соответствовали требованиям ГОСТ 7512-82 и ГОСТ 20426-82. Фосфорные пластины экранировались усиливающими свинцовыми экранами толщиной 0,027; 0,1; 0,2; 0,5 мм

Образцы толщиной:

- d=2-100 мм просвечивались рентгеновским (рентген-аппараты РУП-150/300 и МГ - 420) и гамма-излучением изотопа Jг-192 (Гаммарид 192/120),
- d=75-140 мм - гамма-излучением изотопа Со-60 (гаммавольт-100),
- d=75-200 мм - тормозным излучением ускорителя электронов ЛУЭ-5МэВ.

Наряду с просвечиванием на пластины «Фосфоматик» - Flex HR образцы просвечивались при том же фокусном расстоянии (источник- кассета) на радиографическую плёнку «Agfa – Gevaert» типа D4; D5; D7 при допустимой ГОСТ 7512-82 оптической плотности.

Кроме просвечивания образцов с эталонами чувствительности проводилось рентгено- просвечивание стыковых сварных соединений толщиной 10 и 20 мм, имеющих реальные сварочные дефекты типа несплошностей и инородных включений, и углового сварного соединения с толщиной привариваемого элемента 20 мм на пластины Flex HR и радиографическую плёнку.

Результаты испытаний представлены в таблице 1-5 и на рис. 1-7.

ВЫВОДЫ.

1. При использовании рентгеновского излучения система «Фосфоматик» позволяет в диапазоне просвечиваемых толщин стали до 100 мм и напряжении $U_{p.t.}$ на рентгеновской трубке по ГОСТ 20426-82 обеспечить чувствительность контроля по проволочному эталону, соответствующему 1-му классу чувствительности таблицы 6 ГОСТ 7512-82 и I-й категории таблицы 13 ПНАЭГ-7-010-89.
2. Значения чувствительности контроля, достигаемой на пластинах «Фосфоматик» - Flex HR при уровне облучения (уровне серого) 20-25% и уменьшенном (в диапазоне просвечиваемых толщин стали d до 80 мм) на 10 – 30% напряжении на рентгеновской трубке от максимальных значений, допустимых ГОСТ 20426-82, соответствуют чувствительности, достигаемой на радиографических плёнках «Структурикс» типа D 4, D 5, D7 при допустимой по ГОСТ 7512-82 оптической плотности.
3. Экспозиция просвечивания на пластину Flex HR при максимальном допустимом ГОСТ 20426-82 напряжении на рентгеновской трубке до 8 - 10 раз меньше, чем на радиографическую пленку D7 (оптическая плотность $D = 1,5$), при уменьшенном на 10 – 20% от максимального допустимого напряжения на рентгеновской трубке – соответствует ($d < 80$ мм) экспозиции просвечивания на пленку D 7, при уменьшенном на 20 – 30% напряжении – меньше примерно в 1,5 раза, чем на пленку D 4.
4. При выборе оптимальной толщины металлических усиливающих экранов следует руководствоваться значениями, приведенными в таблице 1 рекомендуемого приложения 1 ГОСТ 7512-82

5. При использовании гамма-излучения:

Ig -192 в диапазоне толщин стали $d = 20 \div 100$ мм,

Co 60 – в диапазоне $d = 70 \div 140$ мм,

тормозного излучения ускорителя электронов в диапазоне $d > 70$ мм

фосфорные пластины Flex HR позволяют обеспечить чувствительность контроля по проволочному эталону, соответствующему 2-му классу чувствительности по ГОСТ 7512-82.

6. Рекомендуемая толщина усиливающих свинцовых экранов для пластин Flex HR: 0,1 мм для Ig -192, 0,5 мм для Co 60 и ЛУЭ-5МэВ.

7. Экспозиция просвечивания на пластины Flex HR меньше, чем на плёнку D7 примерно в 5 раз для Ig -192, в 2 раза для Co 60 и в 1,5 раза для ЛУЭ-5МэВ.

8. При рентгенопросвечивании на пластины Flex HR выявляемость дефектов типа трещин, непроваров, газовых пор, шлаковых включений в сварных соединениях (стыковой шов толщиной 10 и 20 мм) соответствует выявляемости дефектов в этих же сварных соединениях при просвечивании на радиографическую плёнку D7 (опт. плотн. $D = 1,7 \div 1,8$) для условия одинаковой чувствительности контроля на плёнке и пластине.

9. При просвечивании сварных соединений переменного сечения: угловых и тавровых швов, скошенных кромок деталей и т.п. система «Фосфоматик» позволяет контролировать за одну экспозицию на фосфорную пластину объекты с перепадом просвечиваемых толщин до 3-х слоёв половинного ослабления излучения (при уровне $\leq 25-30$ % на контролируемом переменнотолщинном участке). В случае использования радиографических плёнок здесь требуется выполнение 2-3-х экспозиций на кассеты с однотипными плёнками или применение многослойной кассеты с 2-3-мя разнотипными плёнками (в проведённом эксперименте по просвечиванию углового шва с переменной просвечиваемой толщиной контролируемого участка 20-35 мм требовалась кассета с плёнками D4+D5+D7). Следовательно, использование системы «Фосфоматик» при контроле переменнотолщинных изделий существенно сокращает время контроля и экономит радиографическую плёнку.

10. В обобщённом виде можно отметить следующие достоинства системы «Фосфоматик»:

- многократно используемые пластины вместо плёнок (экономия радиографической плёнки);
- не требуется фотообработки снимков (сокращение времени контроля, экономия фоторастворов);
- меньше (в 2-10 раз) экспозиция просвечивания (сокращение времени контроля, просвечивание больших толщин), что существенно продлевает срок службы рентгеновских трубок;

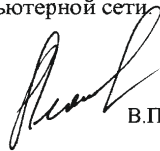
- не надо архива радиографических плёнок;
- удобства при измерениях и разметке дефектов на радиограмме;
- возможность передачи информации по компьютерной сети

От ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

Начальник отдела, д.т.н.

Начальник сектора неразрушающего
контроля, к.т.н.

Специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



В.П. Леонов



В.С. Антипов

Старший научный сотрудник, к.т.н.

Специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



Ю.И. Удралов

От ОАО «Ижорские заводы»:

Начальник ЦЛНМК

ОАО «Ижорские заводы»

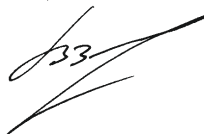
Специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



Р.Л. Табакман

Ведущий специалист по радиографии
ЦЛНМК, д.т.н.

Специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



В.М. Зуев

СОГЛАСОВАНО

Зам. Генерального директора

ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

Мальшевский В.А.

« 3 » 08 2007г.

УТВЕРЖАЮ

Технический директор

ОАО «Ижорские заводы»

Ю.С.

« 28 » 08 2007г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

246 – 22.07 - 2007

Рассмотрев материалы испытаний комплекса цифровой радиографии «Фосфоматик», проведённых на ОАО «Ижорские заводы» и включающих в себя оценку достигаемой на фосфорных пластинах чувствительности контроля и выявляемости реальных дефектов сварных соединений, выяснения особенностей технологии использования комплекса «Фосфоматик» при проведении радиационного неразрушающего контроля сварных изделий,

РЕШИЛИ:

1. Комплекс цифровой радиографии «Фосфоматик» разрешается применять при радиографическом контроле изделий:

- энергомашиностроения
- оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок
- стальных отливок для атомных энергетических установок
- объектов котлонадзора
- систем газоснабжения
- подъемных сооружений
- оборудования нефтяной и газовой промышленности

- оборудования металлургической промышленности
- оборудования судостроительной промышленности.

При просвечивании рентгеновским излучением для радиационной толщины до 100 мм стали:

- по 1,2 и 3 классу чувствительности по ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод»
- для контроля сварных соединений I, II, III категории по ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля.»,
- для контроля стальных отливок по ПНАЭ Г-7 025-90 «Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля.»

При просвечивании источником излучения Ir-192:

- по 2 и 3 классу чувствительности по ГОСТ 7512-82 для толщин 20-100мм стали;
- для контроля сварных соединений II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89 для толщин 20-100 стали;
- для контроля стальных отливок по ПНАЭ Г-7 025-90 для толщин 21-100 мм стали.

. При просвечивании источником излучения Co-60:

- по 2 и 3 классу чувствительности по ГОСТ 7512-82 для толщин 70-100мм стали;
- для контроля сварных соединений II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89 для толщин 70-100мм стали;
- для контроля стальных отливок по ПНАЭ Г-7 025-90 для толщин 70-100мм стали.

. При просвечивании тормозным излучением линейного ускорителя:

- по 2 и 3 классу чувствительности по ГОСТ 7512-82 для толщин 70 – 200 мм стали;
- для контроля сварных соединений II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89 для толщин 70 – 200 мм стали;
- стали;
- для контроля стальных отливок по ПНАЭ Г-7 025-90 для толщин 70 – 200 мм стали;

2. При использовании комплекса «Фосфоматик» чувствительность контроля должна быть не хуже требуемой соответствующими нормативными документами.

3. На каждое контролируемое сварное соединение (однотипные сварные швы и наплавки) должна быть составлена технологическая (методическая) карта контроля, согласованная с головной материаловедческой организацией.

4. Требования к параметрам контроля с использованием фосфорных пластин должны соответствовать требованиям к параметрам контроля с использованием радиографической плёнки, изложенных в ГОСТ 7512-82, ПНАЭ Г-7-010-89 и др. соответствующих методических документах по радиографии (за исключением требований к собственно плёнке и экранам).

5. Результаты контроля должны храниться в цифровом виде в течение срока, соответствующего сроку хранения радиографических снимков.

От ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

Начальник отдела, д.т.н.



В.П. Леонов

Начальник сектора неразрушающего контроля, к.т.н.

Специалист III уровня квалификации по неразрушающему контролю



В.С. Антипов

Старший научный сотрудник, к.т.н.
Специалист III уровня квалификации по неразрушающему контролю



Ю.И. Удралов

От ОАО «Ижорские заводы»:

Начальник ЦЛНМК

ОАО «Ижорские заводы»

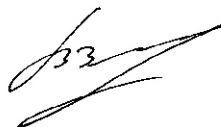
Специалист III уровня квалификации по неразрушающему контролю



Р.Л. Табакман

Ведущий специалист по радиографии ЦЛНМК, д.т.н.

Специалист III уровня квалификации по неразрушающему контролю



В.М. Зуев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

Юр. адрес: ул. Таганская, д. 34, Москва, 109147.
Почт. адрес: ул. А. Лукьянова, д. 4, корп. 8, Москва, 105066
Телефон: (495) 263-97-75, Факс: (495) 261-60-43
E-mail: rostehnadzor@gosnadzor.ru
http://www.gosnadzor.ru
ОКПО 00083701, ОГРН 1047796607650
ИНН/КПП 7709561778/770901001

27.11.2007 № 06-07/ 1728

На № 246/808 от 18.10.2007

Об методической инструкции И 246-097-
2007 по применению комплекса
цифровой радиографии «Фосфоматик-40»

Техническому директору
ОАО «Ижорские заводы»

Ю.С. Гордиенкову

Ижорский завод д. 5/1;

Санкт-Петербург, Колпино 196651

Магачевский
Дружкович
13.12.2007

Управлением по регулированию безопасности атомных станций рассмотрена методическая инструкция «Радиографический контроль основных материалов, сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок с применением комплекса цифровой радиографии «Фосфоматик-40» и фосфорных пластин типа Flex HR» И 246-097-2007, а также результаты испытаний радиационно-дефектоскопической системы «Фосфоматик» (комплекс цифровой радиографии), проведенные ОАО «Ижорские заводы» совместно с ЦНИИ КМ «Прометей».

Учитывая положительные результаты испытаний, не возражаем против применения до 01.01.2010 методической инструкции И 246-097-2007 при изготовлении, монтаже и ремонте наплавки, сварных соединений II и III категорий по ПНАЭ Г-7-010-89 и основного металла по ПНАЭ Г-7-025-90 оборудования и трубопроводов АЭУ при условии обеспечения требуемой чувствительности контроля.

Заместитель начальника Управления по
регулированию безопасности атомных
станций

В.А. Гривизирский

Родченкову Ю.С.
ОАО «ИЖОРСКИЕ ЗАВОДЫ»
ОБЩАЯ КАНЦЕЛЯРИЯ

Вх. №

3/3/66

11.12.2007

Вх. 912/2-1083

12.12.2007

Вх. 246/680
17.12.07

СОГЛАСОВАНО

Технический директор

ОАО «Ижорские заводы»

И. В. Гердленков

«» 2007 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

В. А. Малышевский

«» 2007 г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
И 246 - 097-2007**

**Радиографический контроль
основных материалов, сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок
с применением комплекса цифровой радиографии
«ФОСФОМАТИК-40» и фосфорных пластин типа Flex HR**

Применяется впервые

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на сварные соединения и наплавку оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (АЭУ), контролируемых в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля», ПНАЭ Г-7-025-90 «Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля», ПНАЭ Г-017-89 «Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль» (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, 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 используется 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.

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

2. Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ-7512-82	Контроль неразрушающий.
ГОСТ 20426-82	Соединения сварные. Радиографический метод.
	Контроль неразрушающий.
	Методы дефектоскопии радиационные.
ПНАЭ Г-7-010-89	Область применения.
	Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок.
	Сварные соединения и наплавки.
ПНАЭ Г-7-025-90	Правила контроля,
	Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля»,
ПНАЭ Г-017-89	Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ.
ТУ 4276-013-56173706-2004	Радиографический контроль.
	Комплексы цифровой радиографии
	ФОСФОМАТИК
	исполнений
	ФОСФОМАТИК-21,
	ФОСФОМАТИК-35,
	ФОСФОМАТИК-40.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	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-40» разрешается к применению для радиографии основного металла, сварных соединений и наплавки в процессе изготовления и монтажа оборудования и трубопроводов АЭУ для следующих объектов контроля:

3.1.1. При просвечивании рентгеновским излучением для радиационной толщины

до 100 мм по стали:

- сварные соединения и наплавки I, II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89;
- стальные отливки по ПНАЭ Г-7-025-90.

3.1.2. При просвечивании гамма-излучением Ir-192:

- сварные соединения и наплавки II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89 для радиационной толщины 20-100 мм по стали;
- стальные отливки по ПНАЭ Г-7-025-90, для радиационной толщины 21-100 мм по стали.

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

70-100 мм по стали:

- сварные соединения и наплавки II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89
- стальные отливки по ПНАЭ Г-7-025-90.

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

- сварные соединения и наплавки II и III категории по ПНАЭ Г-7-010-89
- стальные отливки по ПНАЭ Г-7-025-90.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	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 нормативно-технической и методической документации ПНАЭ Г-7-010-89, ПНАЭ Г-7-017-89, ПНАЭ Г-7-025-90, за исключением требований собственно к пленке и экранам.

4.2. На каждое контролируемое сварное соединение или отливку должна быть разработана технологическая (методическая) карта контроля, согласованная с головной материаловедческой организацией. 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-40»:

- 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

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
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-40» (использование фосфорных пластин типа Flex HR, 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-40» 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 переменнотолщинных объектов – 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 с 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 переменнотолщинные участки с перепадом просвечиваемых толщин до 3-х слоев половинного ослабления излучения. Эталон чувствительности устанавливают на максимальной и минимальной ($d \neq 0$) просвечиваемой толщине контролируемого переменнотолщинного участка. При большом перепаде толщин контролируемого участка можно использовать режим сканирования SDR (сдвинутый динамический диапазон) в соответствии с Руководством по эксплуатации комплекса «ФОСФОМАТИК».

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

5.6. После проведения 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 в память 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 соответствующей контролируемому изделию нормативной документацией (ПНАЭ Г-7-010-89, ПНАЭ Г-7-025-90).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № 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 и ПНАЭ Г-7-010-89 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. Оценку величины вогнутости и выпуклости корня сварного шва проводят по методике, изложенной в ПНАЭ Г-7-017-89. В отличие от радиографической пленки для фосфорных пластин вместо сравнения оптических плотностей 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, могущие 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. №	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	Взаим. 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-40», 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	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

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

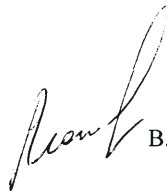
8.1. Общие требования аттестации персонала (специалистов, дефектоскопистов), непосредственно выполняющих радиографический контроль с помощью комплекса цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК-40» и фосфорных пластин, соответствуют требованиям аттестации контролеров, содержащихся в ПНАЭ Г-7-010-89.

8.2. Персонал, аттестующийся на право работы с комплексом цифровой радиографии «ФОСФОМАТИК-40» 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 ПНАЭ Г-7-010-89 и ПНАЭ Г-7-025-90.

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

От ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

Начальник отдела , д.т.н.



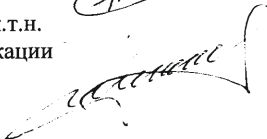
В.П. Леонов

Начальник сектора неразрушающего
контроля, к.т.н.
специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



В.С. Антипов

Старший научный сотрудник, к.т.н.
специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



Ю.И. Удралов

От ОАО «Ижорские заводы»

Начальник ЦЛНМК,
специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



Р.Л. Табакман

Ведущий специалист по радиографии,
д.т.н.

специалист III уровня квалификации
по неразрушающему контролю



В.М. Зув

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

[illegible]

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

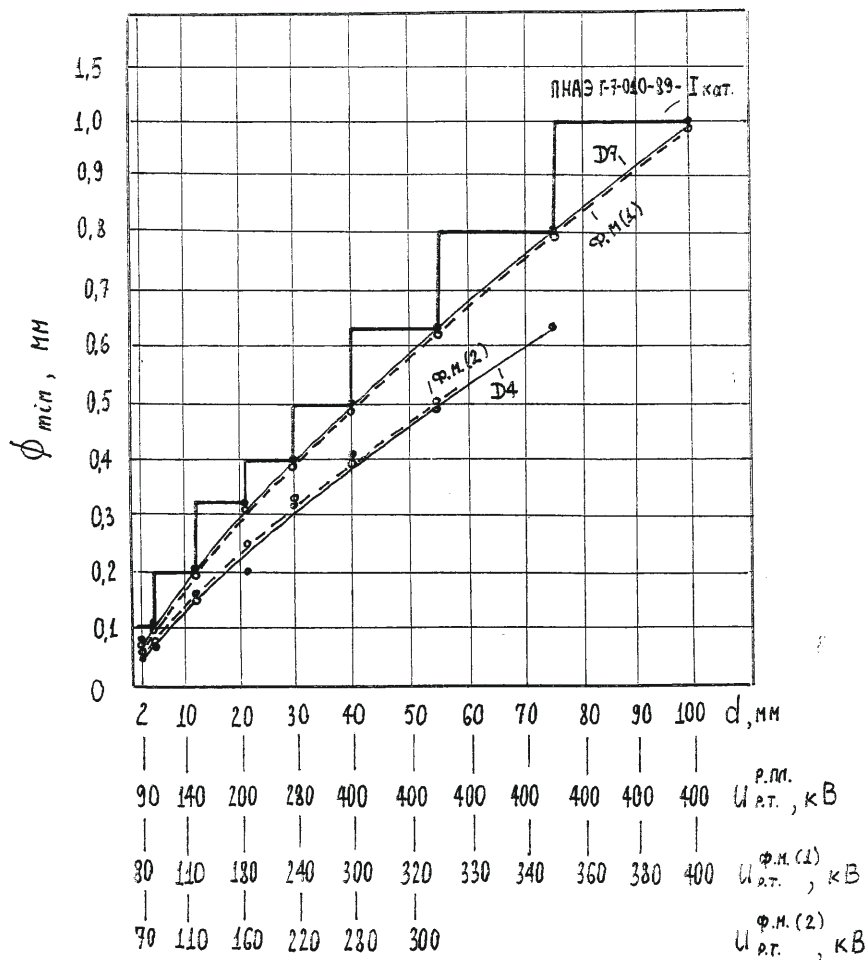


Рис. 1 Чувствительность контроля (проволоочный эталон) в зависимости от просвечиваемой толщины стали при соответствующем напряжении на рентгеновской трубке (значения $U_{r.t.}$ соответствуют ГОСТ 70426-82):
 — радиографическая пленка, — — — фосфорник Flex HR.
 Ступенчатая кривая отражает требования к ϕ_{min} для I категории по ПНАЭ Г-7-010-89.

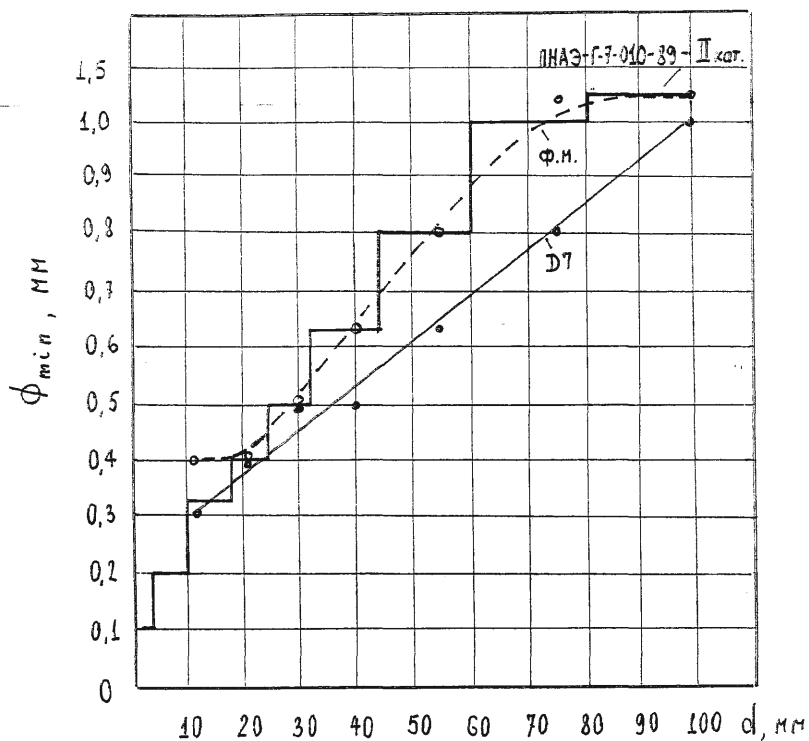


Рис. 2 Чувствительность контроля (проволочный эталон) в зависимости от просвечиваемой толщины стали при использовании гамма-источника I_2-102 :

— радиографическая пленка, --- фосфоратик Flex HR

Ступенчатая кривая отражает требования к ϕ_{min} для II категории по ПНАЭ-Г-7-010-89.

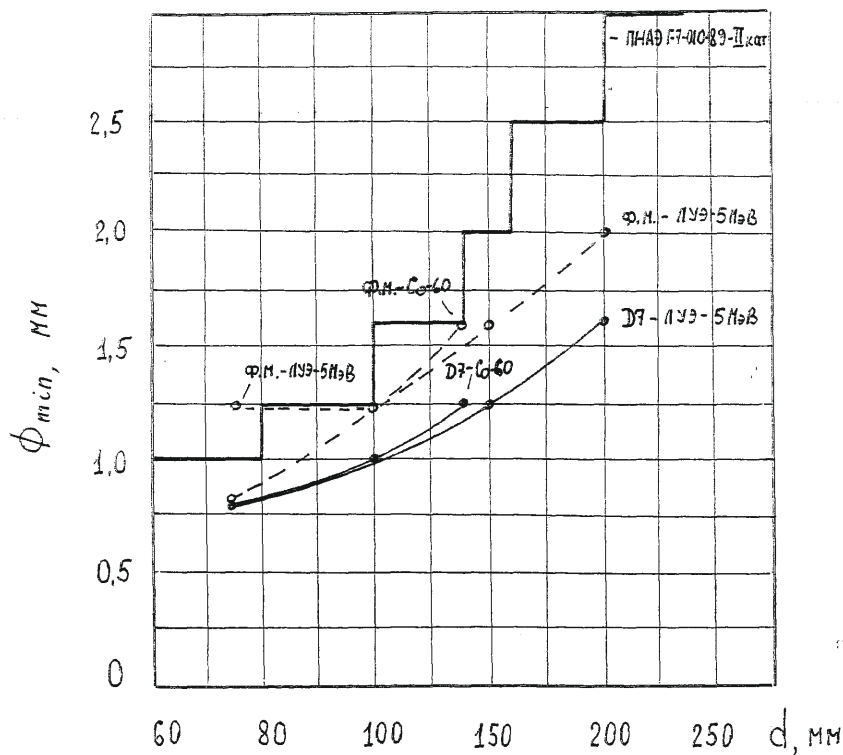


Рис. 3 Чувствительность контроля (проволоочный эталон)

в зависимости от просвечиваемой толщины стали
при использовании гамма-источника Co-60 и
ускорителя электронов ПУЭ-5 МэВ :

— — — радиографическая пленка, — — — — флюоропленка Flex HR

Ступенчатая кривая отражает требования к ϕ_{min} для II категории по ПНАЭ Г-7-010-89

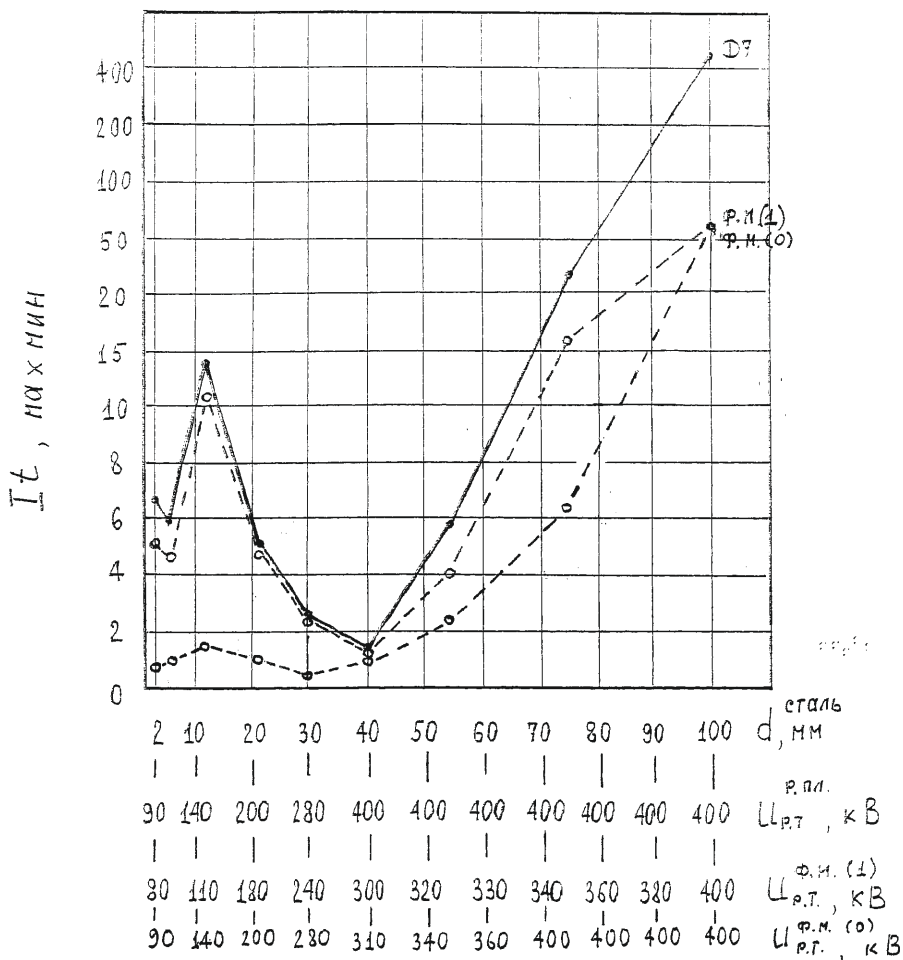


Рис. 4. Ноограммы экспозиций рентгенопроектирования.

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

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

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

Свинцовый экран $d = 0,027$ мм (для "Фосфонатик" при $d \geq 75$ мм - $d = 0,1$ мм).

$d_{детали} \leq 21$ мм - РУП-150/300; $d_{детали} \geq 30$ мм - МС-420.

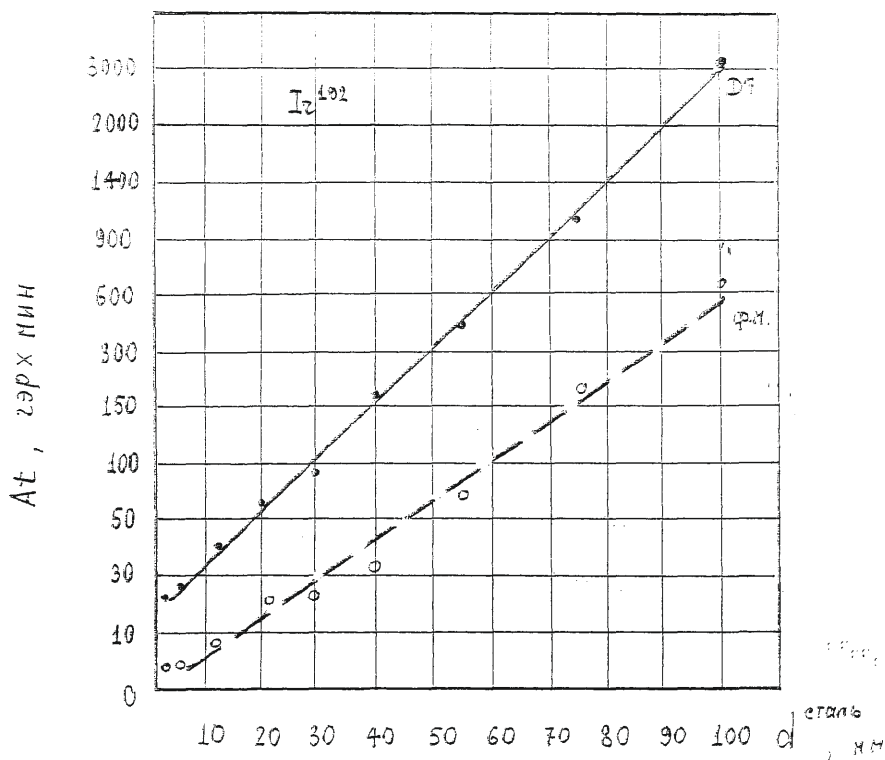


Рис. 5. Номограммы экспозиций ганна-проектирования.

Источник излучения - I_{Z-192} . Активность 26 гэр. Фокус. пятно 3x3 мм.

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

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

— — — — фосфоратик Flex HR (уровень $\approx 20\%$)

Свинцовый экран: р. пленка - $d = 0,2$ мм; фосфоратик - $d = 0,1$ мм.

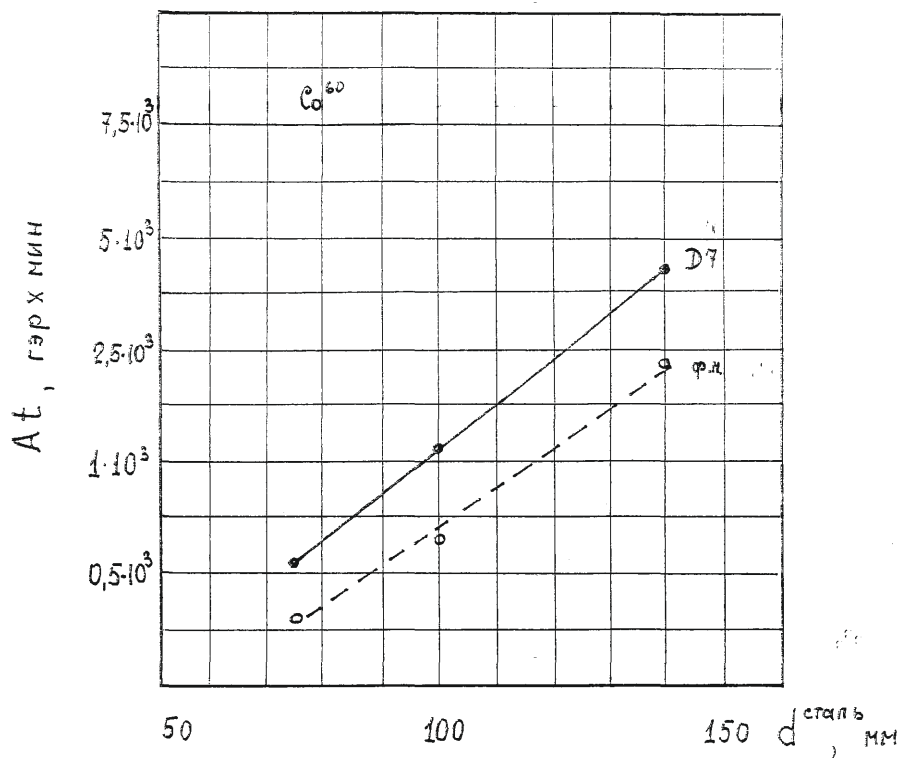


Рис. 6. Номограммы экспозиций гамма-просвечивания
 Источник излучения - Co^{60} . Активность 30 зэр. Фокус. плотно 4×4 мм.
 Фокусное расстояние (источник-кассета) $F = 700$ мм :
 — — — — радиографическая пленка D7 (оптич. плотн. $D = 1,5$);
 — — — — фосфоратик Flex HR (уровень $\approx 20\%$)
 Свинцов. (олов.) экран толщиной $\delta = 0,5$ мм.

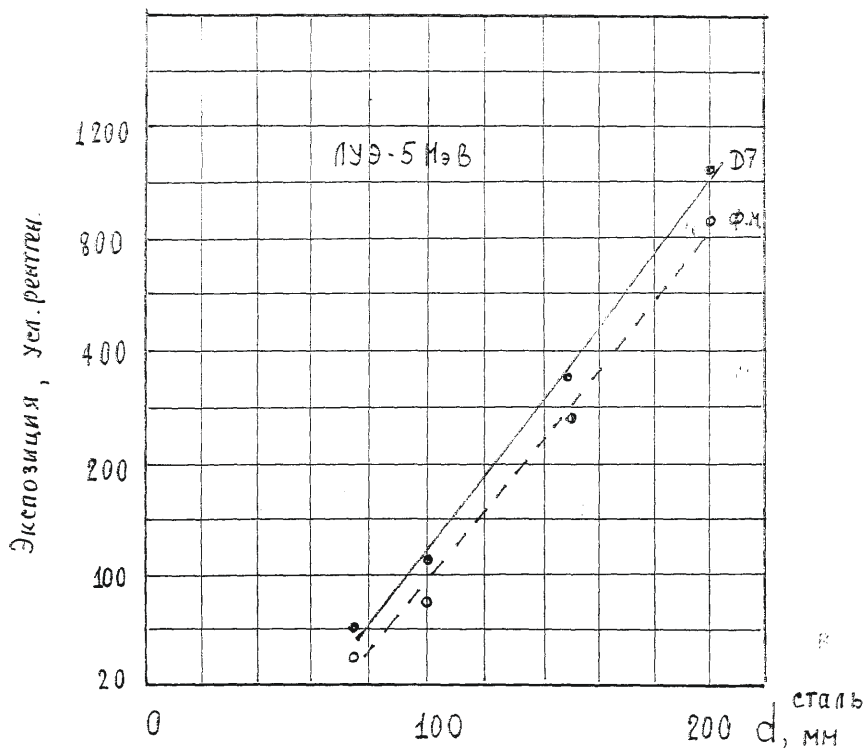


Рис. 7. Номограммы экспозиции просвечивания
торнозным излучением ускорителя электронов ПУЭ-5 МэВ.
Фокусное расстояние (источник-кассета) $F=4000$ мм:

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

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

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

Комплекс цифровой радиографии (CR)
на основе многоразовых запоминающих пластин

Сертификат-No. BAM/ZBF/008/12

Этим сертификатом орган сертификации при BAM (BZS) подтверждает, что промышленный комплекс на основе рентгеновских многоразовых пластин под названием

Fosfomatic 21/100

в сочетании с многоразовыми запоминающими пластинами типа

Carestream Industrex Flex XL Blue

соответствует требованиям высшего класса чувствительности IP 1/60 по стандартам EN 14784-1:2005 и ISO 16371-1:2011, а также требованиям ASTM IP Special/60 по ASTM E 2446-05 для использования запоминающих фосфорных пластин в промышленной цифровой радиографии при испытаниях методом неразрушающего контроля, если доза облучения не меньше 2,6 mGy. Эта доза соответствует CEN-чувствительности и ISO-скорости 400. Максимально достигаемое базовое пространственное разрешение соответствует 60 µm при размере пикселя в 50 µm. Другие классы чувствительности (CEN: IP 2/60 до IP 6/60; ASTM: IP 1/60 до IP III/60) достигаются путём уменьшения дозы облучения (см. BAM-протокол испытаний No. 8.3 / 7270 от 9 ноября 2011).

Сертификат выдан изготовителю

TESTRON J-S Co, St. Petersburg, Russia
ЗАО «ТЕСТРОН», Санкт-Петербург, Россия

на основании контракта по сертификации No. BAM-ZBA-0005-2011-TESTRON

с выполнением требований стандарта **DIN EN 45011** (1998). Сертификация включает в себя испытание образца (BAM-система сертификации I).

На изделиях, подвергнутых сертификации в BAM, может быть нанесён знак сертификации „BAM Baumustergeprüft“ (перевод «Испытательный образец проверен в BAM») или "BAM Design-type tested" в обязательной совокупности с номером сертификата.

Сертификат действителен до 1 апреля 2014 года.

Представители BAM, федерального института исследований и испытаний материалов
(Unter den Eichen 87, 12205 Berlin), **2012-04-02**


Dr. R. Schmidt
BAM-Zertifizierungsstelle

Руководитель органа сертификации




Dr. U. Ewert
Bewerter

Ответственный за
техническую оценку

Ausfertigungsverteiler: 1. Zertifikatsinhaber

2. BAM-Zertifizierungsstelle

Die BAM-Zertifizierungsstelle ist eine durch die DGA mbH (Deutsche Gesellschaft für Akkreditierung mbH) nach DIN EN 45011 akkreditierte Zertifizierungsstelle. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde (DGA-ZE-3998.00) aufgeführten Zertifizierungsbereiche.

Dieses Zertifikat darf nur in vollem Wortlaut und ohne Zusätze veröffentlicht werden. Für veränderte Wiedergabe und für Auszüge ist vorher die widerrufliche, schriftliche Einwilligung der BAM einzuholen. Rechtsverbindlich ist die deutschsprachige Fassung. Gerichtsstand ist Berlin.



BAM

Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung

12200 Berlin
Telefon 030 8104-0
Telefax 030 8112029
Internet: www.bam.de

ZERTIFIKAT



THE FOSFOMATIC HPX-PRO SERIES

Переносные комплексы цифровой радиографии



СПЕЦИФИКАЦИЯ

МАКСИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ГИБКИХ ФОСФОРНЫХ ПЛАСТИН

МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ ФОСФОРНЫХ ПЛАСТИН

РАСПОЛОЖЕНИЕ СКАНИРУЮЩЕЙ ОПТИКИ

ОБДУВ ПЛАСТИНЫ ПЕРЕД СКАНИРОВАНИЕМ

ФОКУСИРОВКА ЛАЗЕРА

РАЗМЕР ПИКСЕЛЯ ПРИ СКАНИРОВАНИИ

УСИЛИТЕЛЬ ВХОДНОГО СИГНАЛА И РАЗРЯДНОСТЬ ОЦИФРОВКИ

ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН ПО ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЕ

СООТВЕСТВИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЮ НА ПЛЕНКЕ

КАЛИБРОВКА СКАНЕРА

СТИРАНИЕ ПЛАСТИНЫ

ИНТЕРФЕЙС СВЯЗИ С КОМПЬЮТЕРОМ

КОМПЬЮТЕР

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ОТ БАТАРЕИ

ВРЕМЯ ПОДГОТОВКИ К РАБОТЕ ПОСЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ

КОРПУС СКАНЕРА

РАЗМЕРЫ СКАНЕРА

ВЕС СКАНЕРА

FOSFOMATIC - 40 / HPX-PRO

ширина до 152 мм, длина до 2500 мм

фосфором вверх, без повреждения пластины

над пластиной для избежания загрязнения

встроенная система нагнетания воздуха

12,5 микрон

регулируется от 12,5 микрон до 200 микрон

логарифмический усилитель 24 значащих бита

более чем 3000 раз

MX125, D4

полностью калиброван на заводе

встроенное светодиодное

Ethernet

лаптоп с экраном высокого разрешения

предустановлены SOVA-64 и INDUSTREX

100-240 В или аккумуляторная батарея 24 В

до 45 минут активного сканирования / стирания

менее 5 минут

алюминиевый антивибрационный корпус

41 см x 33 см x 31 см

16 кг