

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки «Машиностроение»
Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование режимов радиографического контроля сварных соединений толщиной 10-30 мм

УДК 620.179.15: 621.791.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ41	Горяев Заян Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Филишов Николай Яковлевич		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Чистякова Наталья Олеговна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП ИНК ТПУ	Киселев Алексей Сергеевич	Доцент, к.т.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность) - 15.04.01. машиностроение
 Кафедра - Оборудования и технологии сварочного производства

Утверждаю:
 Зав. кафедрой ОТСП
 _____ Киселев А.С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

На выполнение выпускной квалификационной работы

В форме: _____ магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ41	Горяеву Заяну Владимировичу

Тема работы:

Исследование режимов радиографического контроля сварных соединений толщиной 10-30 мм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.03.2016 №2197/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.14.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Сварные швы, эксплуатируемых трубопроводов диаметром Ø1020 мм, толщиной стенки 10, 20, 30 мм с в новь выпускаемыми рентгеновской пленкой Kodak HS800 и усиливающим экраном Agfa RCF
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор проблемы 2. Выбор источника рентгеновского излучения 3. Выбор схемы просвечивания, 4. Методика проведения экспериментов, 5. Результаты и обсуждения экспериментов 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэф- фективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность

	8. Заключение и выводы
Перечень графического материала	1. Схема просвечивания 2. Зависимость оптической плотности от времени экспозиции для пленок Kodak HS800 с свинцовым экраном 3. Зависимость оптической плотности от времени экспозиции для пленок Agfa F8 с флюорометаллическим экраном Agfa RCF 4. Номограмма времени экспозиции
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
1. Литературный обзор 2. Методика проведения экспериментов 3. Экспериментальная часть 4. Заключение	Филишов Николай Яковлевич
5. Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	Чистякова Наталья Олеговна
6. Социальная ответственность	Анищенко Юлия Владимировна
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	Литературный обзор: актуальность проблемы, технологические свойства сварочной дуги, сварка на переменном токе, способы повышения устойчивости горения сварочной дуги на переменном токе, сварка покрытыми электродами, обоснование экспериментов.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.09.2014
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Филишов Николай Яковлевич		25.09.2014

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ41	Горяев Заян Владимирович		25.09.2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) - 15.04.01. Машиностроение
Кафедра – Оборудования и технологии сварочного производства
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2014/2015 и 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела
02.04.2016	. Литературный обзор	25
12.04.2016	. Методика проведения экспериментов	10
13.05.2016	. Экспериментальная часть	25
26.05.2016	. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
26.05.2016	. Социальная ответственность	15
30.05.2016	. Заключение и выводы	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Филишов Николай Яковлевич		

СОГЛАСОВАНО:

зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

Реферат

Магистерская диссертация состоит из – 95 с., 16 рисунков, 29 таблиц, 22 использованного источника, 2-х приложений.

Ключевые слова: радиографический контроль, плотность потемнения, время экспозиции, рентгеновская пленка, усиливающий экран, доза, импульсный аппарат, фокусное расстояние.

Объектом исследования магистерской диссертации является геометрические радиографический контроль сварных швов труб Ø1020 с толщиной стенки 10, 20, 30 мм.

Цель работы – определения оптимальных режимов контроля сварных швов труб Ø1020 с толщиной стенки 10, 20, 30 мм.

В работе исследована режимы радиографического контроля сварных швов труб Ø1020 с толщиной стенки 10, 20, 30 мм.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведен анализ отечественной и зарубежной литературы, сформулирована актуальность исследований с постановкой задачи;
- проведен ряд экспериментов;
- найдены оптимальные режимы радиографического контроля
- была построена номограмма экспозиций.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 7512-75. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод. М., Изд-во стандартов, 1976, 22 с.
- ГОСТ 20426-82. Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения. М., Изд-во стандартов, 1982. – 33 с.
- ОСТ 102-51-85. Контроль неразрушающий. Сварные соединения трубопроводов. Радиографический метод.
- СНиП III-42-80. Сборка, сварка и контроль качества сварных соединений трубопроводов
- ВСН 012-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ

Оглавление	с
Введение	9
1 Литературный обзор	11
1.1 Физические основы радиационного метода контроля.....	11
1.2 Классификация методов неразрушающего контроля.....	13
1.3 Радиографический метод неразрушающего контроля	14
1.4 Источники рентгеновского излучения.....	16
1.4.1 Аппараты-моноблоки	17
1.4.2 Кабельные аппараты	17
1.4.3 Импульсные аппараты.....	18
1.5 Радиографическая пленка	20
1.6 Усиливающий экран	23
2 Методика проведения экспериментов.....	27
2.1 Объект контроля, требования к контролю и выбор схемы просвечивания	27
2.2 Выбор энергии и источника излучения	28
2.3 Определение фокусного расстояния	30
2.4 Выбор пленки и усиливающих экранов	31
2.5 Выбор эталона чувствительности	33
2.6 Процесс фотообработки.....	35
3 Экспериментальная часть	36
3.1 Определение времени экспозиции	36
4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	45
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	45
4.1.1 FAST – анализ	45
4.1.2 SWOT– анализ.....	49
4.2 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	51
4.4.5 Отчисления на социальные нужды	63
4.4.6 Накладные расходы	64

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	65
5. Социальная ответственность	67
5.1 Производственная безопасность.....	67
5.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	67
5.2 Экологическая безопасность	72
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
5.4 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	75
Заключение	78
Список использованных источников	79
Приложение А	81
Приложение Б.....	89

Введение

Неразрушающие методы контроля существенно влияют на повышение долговечности и надежности нефти и газопроводов. В основном для данных целей применяют физические методы неразрушающего контроля, основанные на использовании ионизирующих излучений, ультразвуковых колебаний, явлений капиллярности, электромагнитного поля и т.п. Совместное использование различных методов обеспечивают 100%-ный контроль качества продукции, выявление как внутренних, так и наружных дефектов в материалах, деталях и узлах изделий.

На современном этапе развития промышленности неразрушающий контроль – неотъемлемая часть технологических процессов производства. Объем работ по неразрушающему контролю качества материалов, деталей, узлов и изделий непрерывно возрастает.

Совершенствование технологических процессов не исключает необходимости неразрушающего контроля качества выпускаемой продукции, поскольку даже при хорошо отработанной технологии возможны различного рода дефекты, приводящие к снижению механической прочности литых, сварных, паяных и других деталей.

Анализ существующих методов неразрушающего контроля показывает, радиографический контроль является одним из наиболее информативных методов дефектоскопии и широко применяется для контроля опасных производственных объектов. Наибольшее распространение получил радиографический метод контроля качества сварных соединений при изготовлении, монтаже, эксплуатации и ремонте в атомной промышленности, нефтяной и газовых отраслях, машиностроении, на взрывопожароопасных химически опасных производствах

Радиографический метод контроля качества сварных соединений – за последние годы получил широкое развитие. Созданы эффективные рентгеновские аппараты, радиоактивные источники излучения и гамма-

дефектоскопы, радиометрические радиационные дефектоскопы; рентгеновские пленки; усиливающие экраны; средства механизации и автоматизации контрольных операций.

Целью данной работы является выбор оптимальных режимов радиографического контроля эксплуатируемых трубопроводов диаметром $\varnothing 1020$ мм, толщиной стенки 10, 20, 30 мм с в новь выпускаемыми рентгеновскими пленками и усиливающими экранами.

1 Литературный обзор

1.1 Физические основы радиационного метода контроля

Радиационные методы контроля основаны на регистрации и анализе ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием [8].

При прохождении ионизирующего излучения через вещество изделия происходит ослабление, поглощение и рассеяние излучения. Степень ослабления зависит от толщины d и плотности ρ контролируемого объекта, а также- от интенсивности I и энергии E самого излучения. Наличие в веществе внутренних дефектов приводит к изменению интенсивности и энергии выходящего потока излучения. Иными словами, прошедшее излучение несет дефектоскопическую информацию о внутренней структуре контролируемого объекта [8]. На рисунке 1.1 приведена схема прохождения излучения через контролируемый объект.

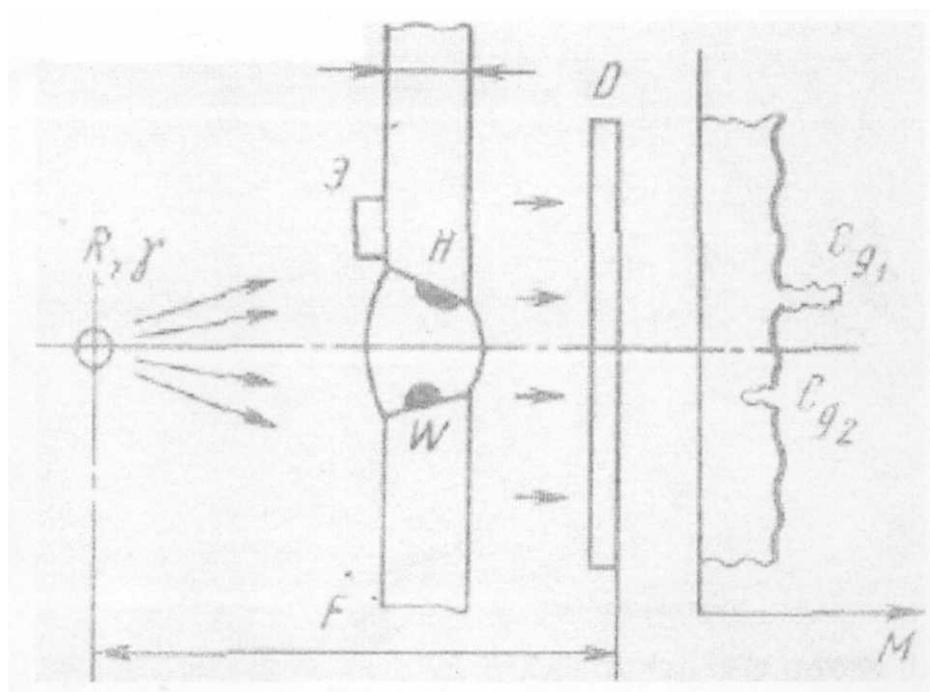


Рисунок 1.1 – Структурная схема прохождения излучения через контролируемый объект.

Интенсивность прошедшего излучения будет больше на участках меньшей толщины или меньшей плотности, в частности в местах дефектов - несплошностей или неметаллических включений.

Зависимость ослабления интенсивность первичного излучения при прохождении его через изделие описывается выражением (1):

$$I = I_0 e^{-\mu d}, \quad (1)$$

где I_0 - интенсивность падающего на материал излучения;

d – толщина контролируемого изделия,

μ – линейный коэффициент ослабления излучения, см^{-1} , который в свою очередь, зависит от плотности материала объекта и энергии излучения.

В литературе выражение (1) часто называют законом ослабления узкого пучка излучения.

В диапазоне энергий, применяемых в радиационной дефектоскопии источников излучения, с ростом энергии E коэффициент μ уменьшается (для железа в диапазоне $E < 10$ МэВ), что соответствует меньшему ослаблению излучения веществом, т. е. повышению проникающей способности излучения. Более тяжелые с большим порядковым номером Z вещества имеют при данной энергии излучения E большее значение коэффициента μ и соответственно сильнее ослабляют излучение, например, свинец ослабляет излучение сильнее, чем железо, а железо - сильнее, чем алюминий [8].

При просвечивании изделия на расположенную за изделием радиографическую пленку воздействуют, однако, не только прямое излучение, прошедшее через материал изделия, но и рассеянное излучение. Оно образуется в контролируемом материале и отличается от прямого пучка меньшей энергией и неупорядоченностью направлений распространения. При попадании на рентгеновскую пленку рассеянное излучение равномерно подсвечивает ее и снижает контраст изображения [8].

1.2 Классификация методов неразрушающего контроля

Методы радиационного контроля классифицируются прежде всего по виду ионизирующего излучения и по виду детектора, регистрирующего это излучение [6].

Под ионизирующим излучением понимают излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков.

Основными видами радиационного излучения являются:

- рентгеновское,
- гамма-излучение,
- нейтронное.

При радиационной дефектоскопии в основном применяют тормозное рентгеновское излучение. Это фотонное электромагнитное излучение с длиной волны $6 \cdot 10^{-13} \dots 1 \cdot 10^{-9}$ м. Имея ту же природу, что и видимый свет, но меньшую длину волны (у видимого света $4 \dots 7 \cdot 10^{-7}$ м), рентгеновское излучение обладает высокой проникающей способностью и может проходить через достаточно большие толщины конструкционных материалов. При взаимодействии с материалом контролируемого изделия интенсивность рентгеновского излучения уменьшается, что и используется при контроле. Рентгеновское излучение обеспечивает наибольшую чувствительность контроля [6].

Для его генерации существуют различные схемы и большое количество марок рентгеновских аппаратов, как стационарных, так и переносных. В последнее время все большее распространение получают малогабаритные импульсные аппараты, позволяющие при малой мощности за счет малого времени импульса (1...3 мкс) при сравнительно большом токе (100...200 А) просвечивать достаточно большие толщины стали [6].

Другим распространенным видом ионизирующего излучения, используемым при контроле сварных соединений, является γ -излучение [6].

Это фотонное излучение с длиной волны $1 \cdot 10^{-13} \dots 4 \cdot 10^{-12}$ м, возникающее при распаде радиоактивных изотопов. Источниками γ -излучения, используемыми при радиационном контроле, обычно являются радиоактивные изотопы тулия, иридия, цезия, кобальта: ^{170}Tm , ^{192}Ir , ^{137}Cs , ^{60}Co и др. Источники γ -излучения компактны и не требуют дополнительных источников электроэнергии для своей генерации. Однако γ -излучение более опасно для человека и, в отличие от рентгеновского, не может быть исключено. Проникающая способность γ -излучения выше, чем рентгеновского, поэтому могут просвечиваться изделия большей толщины. Поэтому область применения γ -дефектоскопии - контроль изделий большой толщины. контроль в монтажных и полевых условиях, в частности – трубопроводов, крупногабаритных резервуаров и в котлах, просвечивание изделий сложной формы, если разместить рентгеновский аппарат невозможно [6].

Для контроля изделий из тяжелых элементов, для контроля наличия соединений водорода, бора, лития и других легких элементов в капсулах из тяжелых элементов, а также при контроле радиоактивных изделий используют нейтронное излучение, которое получают в ядерных реакторах либо с использованием радиоизотопных источников [6].

1.3 Радиографический метод неразрушающего контроля

В зависимости от методов детектирования (обнаружения и регистрации) ионизирующего излучения различают радиографию, при которой фиксирование изображения внутренней структуры изделия происходит на пленке или бумаге, радиоскопию (изображение наблюдается на экране) и радиометрию (регистрируются электрические сигналы). Радиография получила наибольшее распространение в связи с простотой, наглядностью и документальным подтверждением результатов контроля. При радиографическом контроле для регистрации интенсивности прошедшего через металл излучения применяют

радиографическую пленку или фотобумагу (метод прямой экспозиции), металлические активируемые экраны или заряженные полупроводниковые пластины (метод переноса изображения). Более распространен метод прямой экспозиции. При нем могут использоваться все рассмотренные виды ионизирующих излучений. Оптическая плотность почернения радиографической пленки или фотобумаги зависит от дозы ионизирующего излучения, она больше на местах, перекрытых менее плотными участками контролируемого объекта. Поэтому такие дефекты, как поры, трещины, непровары, а также шлаковые включения, будут выглядеть на радиографической пленке в виде темных пятен соответствующей формы. Включения более плотные, чем основной металл (например, вольфрамовые при сварке алюминия неплавящимся электродом), будут на радиограммах иметь вид светлых пятен. Для лучшего выявления дефекта направление излучения должно по возможности совпадать с направлением его максимального размера [5].

Выявляемость дефектов при радиографическом контроле зависит также от резкости изображения. Причинами нерезкости могут быть образование в эмульсионном слое пленки фотоэлектронов (внутренняя нерезкость), рассеяние излучения в материале изделия (особенно при просвечивании изделий большой толщины), смещение или колебания относительного расположения источника, изделия и детектора (устраняются жестким закреплением) и отличие реальной формы источника излучения от точечной (геометрическая нерезкость). Для уменьшения геометрической нерезкости применяют источники излучения с возможно меньшим размером фокусного пятна, максимально приближают пленку к контролируемому изделию и увеличивают фокусное расстояние (от источника излучения до пленки). Подготовка к просвечиванию при радиографии заключается в предварительном осмотре сварного соединения и очистке его от шлака, масла и других загрязнений. Наружные дефекты удаляют. Участки шва маркируют с помощью свинцовых знаков, либо помечают пленку или флуоресцентные экраны. На поверхность изделия вблизи контролируемого

шва устанавливаются эталоны чувствительности по ГОСТ 7512-82, чаще всего - канавочный: пластинка с канавками переменной глубины или проволочные размера [5].

Время просвечивания определяется по номограммам экспозиции, которые обычно строят для каждого материала в зависимости от его толщины, энергии излучения (в частности, напряжения на аноде рентгеновской трубки), фокусного расстояния; типа применяемой пленки и усиливающих экранов размера [5].

К недостаткам радиационных методов необходимо отнести вредность для человека, в связи с чем требуются специальные меры радиационной безопасности: экранирование, увеличение расстояния от источника излучения и ограничение времени пребывания оператора в опасной зоне. Кроме того, радиационными методами плохо выявляются несплошности малого раскрытия (трещины, непровары), расположенные под углом более $7...12^\circ$ к направлению просвечивания, метод малоэффективен для угловых швов размера [5].

1.4 Источники рентгеновского излучения

При радиационном контроле сварных соединений широко используются рентгеновские аппараты различных типов. Применяются два вида рентгеновских аппаратов: аппараты с постоянной нагрузкой и импульсные рентгеновские аппараты [6].

Аппараты с постоянной нагрузкой в свою очередь выпускают двух типов:

1) аппараты-моноблоки, у которых рентгеновская трубка и трансформатор смонтированы в единые блок-трансформаторы, залитые маслом или заполненные газом. К этим аппаратам относят как портативные аппараты для работы в полевых и монтажных условиях (РУП-120-5-1), так и стационарные высоковольтные аппараты (РУП-400-5-1);

2) аппараты кабельного типа, состоящие из самостоятельного генераторного устройства, рентгеновской трубки и пульта управления.

Аппараты этого типа выпускают, как правило, передвижными и используют их для работы в цеховых и лабораторных условиях (РУП-150/300-10-1) [6].

Импульсные аппараты в связи с их малым весом и габаритами служат в основном для работы при контроле качества сварных соединений магистральных трубопроводов, в условиях стапеля и монтажа [6].

1.4.1 Аппараты-моноблоки

В аппаратах-моноблоках обычно применяют наиболее простую схему (Риснок 1.4.1) — полуволновую без выпрямителя. В этих аппаратах на трубку подается ток непосредственно от трансформатора высокого напряжения [6].

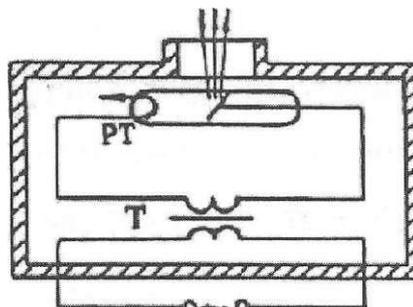


Рисунок 1.4.1 – Типовая схема рентгеновского аппарата-моноблока

Рентгеновская трубка РТ пропускает ток только в одном направлении в течение первого полупериода, а затем во время второго полупериода она запирает ток, работая как выпрямитель. Использование подобной схемы сокращает срок службы трубки, но простота устройства аппарата компенсирует этот недостаток [6].

1.4.2 Кабельные аппараты

В аппаратах кабельного типа применяют, как правило, схемы удвоения напряжения с двумя кенотронами и полупроводниковыми выпрямителями

(Рисунок 1.4.2). Во время отрицательного полупериода напряжения конденсаторы и C_2 заряжаются через выпрямители B_1 и B_2 до половины амплитудного значения. С приходом положительного полупериода они оказываются включенными последовательно с вторичной обмоткой трансформатора и напряжение на аноде трубки увеличивается в два раза [6].

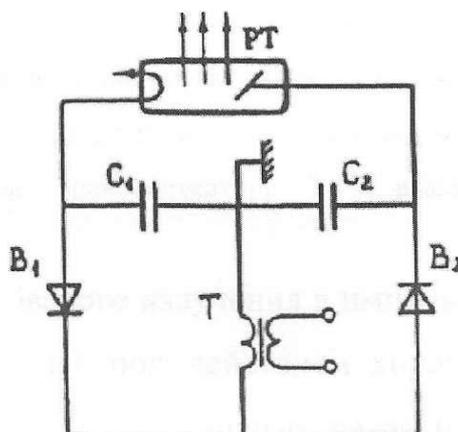


Рисунок 1.4.2 – Типовая схема высоковольтной части рентгеновского кабельного аппарата

Генерирование рентгеновского излучения происходит в течение полупериода. Схема удвоения напряжения позволяет получать высокое напряжение без увеличения размеров трансформатора и качества его изоляции [6].

1.4.3 Импульсные аппараты

В импульсных аппаратах применяются специальные рентгеновские трубки с холодным катодом [6].

Используют импульсные схемы с разрядником и пик-трансформатором (рисунок 1.4.3, где T — первичный трансформатор, B — выпрямитель, C_1 , C_2 — накопительные емкости, PK — разрядник-коммутатор, $ИТ$ — импульсный

высоковольтный трансформатор, РО — разрядник - обостритель, РТ — рентгеновская трубка).

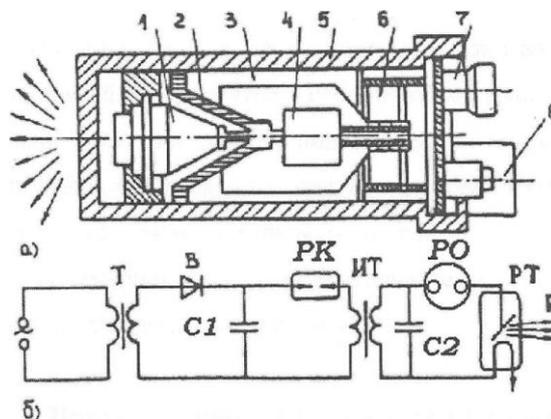


Рисунок 1.4.3 – Конструкция (а) и типовая схема (б) импульсного рентгеновского аппарата:

1 – рентгеновская трубка; 2 – индуктивность; 3 – стакан; 4 – разрядник-обостритель; 5 – корпус; 6 – импульсный трансформатор; 7 – высоковольтный разъем; 8 - маслорасширитель

Вспышка рентгеновского излучения в импульсном аппарате образуется в рентгеновской трубке РТ под действием короткого импульса высокого напряжения, формируемого с помощью разрядника РО. Напряжение на трубку прикладывается со вторичной обмотки импульсного пик- трансформатора ИТ в момент разрядки накопительной емкости С1 через коммутатор РК в первичной обмотке, при этом во вторичной его обмотке возникает импульс высокого напряжения длительностью порядка 10^{-6} с. Этот импульс высокого напряжения заряжает выходную емкость С2 до напряжения 100-200 кВ — в зависимости от пробойного напряжения разрядника - обострителя. Частота вспышек в импульсных рентгеновских аппаратах составляет 5-20 Гц. Ток в импульсе достигает 1000-2000 А и более. Длительность импульса рентгеновского излучения составляет десятки наносекунд [6].

Напряжение срабатывания разрядника - обострителя является рабочим

напряжением рентгеновской трубки. Поэтому для данного конкретного аппарата ускоряющее напряжение всегда одно и то же и не может регулироваться. Разрядник - обостритель состоит из стального цилиндрического корпуса, керамического изолятора в виде усеченного конуса и двух электродов из тугоплавкого металла, один из них припаян к крышке корпуса, другой — к изолятору. Рабочий объем разрядника заполнен техническим водородом или азотом под давлением 30 - 40 атмосфер. Благодаря столь высокому давлению, при пробое межэлектродного зазора электрический импульс с выхода импульсного трансформатора сокращается по длительности примерно в 100 раз, обеспечивается плазменный взрыв микроострий катода рентгеновской трубки [6].

1.5 Радиографическая пленка

Изображение контролируемого объекта образуется в методе промышленной рентгенографии на рентгеновской пленке. Последняя представляет собой прозрачную (как правило, целлюлозную) основу, на которую с двух сторон нанесены слои эмульсии - раствор желатины со взвесью кристалликов галогенида серебра (в основном, AgBr) [10].

Под действием проходящего сквозь пленку рентгеновского излучения, часть кристаллов галогенида серебра восстанавливается до металлического серебра, образуя скрытое, т. е. пока невидимое, изображение. Важнейшим свойством пленки является зависимость между плотностью потемнения и полученной пленкой дозой излучения или экспозицией - т.е. произведением интенсивности излучения на время его воздействия [10].

Соответствующая зависимость достаточно сложна, однако, для всех пленок существует участок, называемый областью нормальных экспозиций, где плотность потемнения приблизительно пропорциональна логарифму экспозиции. Т.е.

$$D_1 - D_0 = y * \lg \frac{P_1}{P_0} \quad (1.5)$$

где: P_1, P_0 - экспозиции (дозы), соответствующие плотностям потемнения D_1, D_0 ;

y - средний градиент пленки.

Средний градиент пленки определяет контрастность получаемого изображения, поэтому наибольшее его значение называется коэффициентом контрастности. Этот коэффициент указывается на упаковке отечественных пленок. Существующие рентгенографические пленки подразделяют на 2 класса:

– безэкранные пленки, предназначенные для использования без усиливающих экранов или в комбинации с металлическими усиливающими экранами;

– экранные пленки, предназначенные для использования с флуоресцентными усиливающими экранами [10].

Последние имеют повышенную чувствительность к оптическому излучению (свечению) флуоресцентных экранов. Наиболее существенным различием пленок является размер зерна кристаллов галогенида серебра. Благодаря малому размеру зерна безэкранные пленки обладают меньшей чувствительностью к излучению, т.е. требуют больших доз излучения, однако, дают более качественное изображение за счет большого коэффициента контрастности. Чувствительность отечественных пленок принято характеризовать обратной величиной дозы излучения, выраженной в рентгенах, необходимой для превышения оптической плотности почернения пленки на 0,85 единиц над плотностью неэкспонированной пленки (вуали). Т.е. если чувствительность пленки 10 p^{-1} , это означает, что для получения превышения ее оптической плотности над вуалью на 0,85 единиц необходима экспозиционная доза 0,1 р [10].

Зарубежные пленки принято характеризовать относительным экспозиционным фактором по отношению к одной определенной, принятой за 1. Среди пленок марки СТРУКТУРИКС фирмы Агфа-Геверт (Бельгия) такой "эталонной" является пленка D7 (таблица. 1.5).

Отечественные пленки поставляются пачками форматом 24x30 и 30x40 см. Пленки СТРУКТУРИКС - помимо этого, также и в упакованном в светонепроницаемые конверты виде, с форматами (6,10) x (24,48,72) см. Кроме того, пленки СТРУКТУРИКС поставляются в рулонной упаковке шириной 60, 70 и 100 мм и длиной 90 м.

Таблица 1.5 – Сравнительные характеристики безэкранных рентгеновских пленок [10]

Тип пленки	Фирма (страна)	Чувствительность		Коэффициент контрастности
		P-1	отн. ед.	
РТ-5	АО "ТАСМА" (Россия)	2-3	-	4-4,5
РТ-4М		3-4	-	3-3,5
РТ-6М		50-70	-	3
РТ-1		20-25	-	2,5-3
РТ-2		30-40	-	2,5
Структурикс D2	Агфа- Геверт (Бельгия)	1,2-1,5	0,1-0,12	5,8-6,0
Структурикс D3		2-2,5	0,2-0,25	5,0-5,5
Структурикс D4		3-4	0,3-0,4	5,0-5,4
Структурикс		5-7	0,6-0,7	5,0-5,4

D5				
Структурикс D7		10-12	1	4,9-5,4
Структурикс D8		15-18	1,5	4,3-4,8
Структурикс D6R		18-20	1,8-2	4,2
100	Фуджи	10-12	1	-
150	(Япония)	15	1,5	-
Индукс R5	Фома	6-7	0,7	-
Индукс R7	Богемия (Чехия)	10-12	1	-

1.6 Усиливающий экран

Для увеличения чувствительности пленок к рентгеновскому излучению и, следовательно, сокращению времени просвечивания, в промышленной рентгенографии широко применяются усиливающие экраны. Последние делятся на две принципиально различные категории - металлические усиливающие экраны и флуоресцентные усиливающие экраны. Усиливающее действие экранов первого типа основано на экспонировании пленки вторичными электронами, выбитыми из тонкой фольги металлического экрана рентгеновскими фотонами. Поскольку пробег этих электронов очень мал, они практически полностью поглощаются пленкой, повышая тем самым ее плотность потемнения. Из-за того, что пробег их мал, размывание изображения при этом не происходит, т.е. усиление изображения не сопровождается потерей его качества. Практически используются свинцовые

или свинцово-оловянные фольги. Коэффициент усиления их, т.е. отношение экспозиций с экраном и без него, может, в зависимости от энергии рентгеновского излучения, доходить до 2-2,5. Совместно с пленкой используют пару экранов по обе ее стороны, т.о. воздействие экрана практически удваивается. Упомянутые выше форматы пленок СТРУКТУРИКС заранее снабжены парой свинцовых фольги толщиной 27 мкм, нанесенных на бумажную основу [10].

Усиливающее действие флуоресцентных экранов основано на конвертировании ими части рентгеновского излучения в оптическое веществом экрана - люминофором. В то время как пленка поглощает около 1% дошедшего до нее рентгеновского излучения, экран имеет значительно большую поглощающую способность (до 20 %), а возникшее в экране свечение практически полностью поглощается пленкой. Поэтому, коэффициенты усиления флуоресцентных экранов составляют несколько десятков и более. Большинство экранов использует люминофор вольфрамат кальция CaWO_4 , но в последние годы появились новые, достаточно эффективные, на базе солей натрия, гадолиния, лантана. Однако расплатой за существенное уменьшение экспозиции при использовании флуоресцентных экранов являются существенные потери в контрастной чувствительности, т.е. качестве контроля. Причина этого в очень большом размере зерна люминофора. Так, если средний размер зерна у безэкранный рентгеновской пленки составляет не более 0,5 мкм, у экранной пленки - 1-1,5 мкм, то у экранов порядка 10 мкм [10].

Флуоресцентные экраны используются в комплекте из двух экранов (переднего и заднего) возможно более тесном контакте с пленкой. Толщина заднего экрана обычно больше толщины переднего, т.к. его свечение, направленное к пленке в меньшей степени ослабляется собственным поглощением экрана. Как правило, флуоресцентные экраны используются со специально предназначенными типами пленок [10].

В последние годы появился тип экранов, являющийся своеобразным симбиозом двух вышеописанных. Это флуорометаллические экраны, сочетающие слой свинцовой фольги со слоем люминофора. Такие экраны дают существенное снижение экспозиции при контроле, и, вместе с тем, не ухудшают или незначительно ухудшают качество изображения. Впервые эти экраны были выпущены в Японии в 80е годы под названием Kyokko SMP - 308, а впоследствии и фирмой АГФА-ГЕВЕРТ под названием RCF. Последняя выпустила два типа пленок, специально предназначенных для работы с этим экраном -СТРУКТУРИКС - D8 и СТРУКТУРИКС - D6 R (для скоростной проявки). Экран RCF выпускается форматами 10 x 24, 10 x 48 и 30 x 40 см [10].

Таблица 1.6.1 – Сравнительные характеристики экранных рентгеновских пленок

Тип пленки	Фирма (страна)	Чувствительность, Р-1	Средний градиент	Примечание
РТ-1	Россия	-	2-2,5	С экраном ВП-1
РМ-1	Россия	300-450	-	
РМ-6	Россия	300-400	2,0	
РЕТИНА	ФРГ	500-600	2-2,5	
КРОНЕКС- 4	Дюпон (США)	400-500	2-2,5	
Структурик с D8	Агфа-Геверт (Бельгия)	50-100	5,0	С экраном RCF
Структурик с D6R	Агфа-Геверт (Бельгия)	30-100	6,0	

Таблица 1.6.2. – Характеристики флуоресцентных и флуорометаллических усиливающих экранов

Тип экрана	Люминофор	Коэффициент усиления	Фирма (страна)
ЭУ-В1	CaWO ₄	30	Россия
ЭУ-В2	CaWO ₄	40	Россия
ЭУ-В3	CaWO ₄	50	Россия
ВП-1	CaWO ₄	80-100	Россия
ВП-2	CaWO ₄	130-160	Россия
ЭУ-И1	Y ₂ O ₂ S-Tb	50	Россия
RCF	CaWO ₄	5-30	Агфа-Геверт (Бельгия)
Kyokko SMP-308	CaWO ₄	до 25	Dai Nippon Tokio (Япония)

Усиливающие экраны вместе с пленкой упаковывают в гибкие светонепроницаемые кассеты, снабженные карманами для маркировочных знаков, эталонов и т.д.

2 Методика проведения экспериментов

2.1 Объект контроля, требования к контролю и выбор схемы просвечивания

Цель работы в выборе оптимальных режимов радиографического контроля эксплуатируемых трубопроводов диаметром $\text{Ø}1020$ мм с толщиной стенки 10, 20, 30 мм.

Объектом контроля являются кольцевое сварное соединение труб $\text{Ø}1020 \times 10$ мм, $\text{Ø}1020 \times 20$ мм, $\text{Ø}1020 \times 30$ мм.

Требования к контролю качества сварных соединений следующие:

- категория сварного соединения по ПНАЭ Г-010-89 III категория;
- абсолютная чувствительность по ПНАЭ Г-010-89 (табл. 13) $K=0,3$ мм;
- оптическая плотность почернения снимка по ГОСТ-7512-82 не менее 1,5 е.о.п.;

Для проведения эксперимента схема просвечивания выбрана по ГОСТ-7512-82[3], черт. 5z – фронтальное просвечивание через две стенки, так как предполагается, что контроль будет производиться на эксплуатируемых трубопроводах. Схема просвечивания представлена на рисунке 2.1, где F – фокусное расстояние, f – расстояние от источника излучения до поверхности контролируемого изделия. Пользуясь данной схемой, просвечивание сварного шва пройдет за три экспозиции с перемещением источника на 120° .

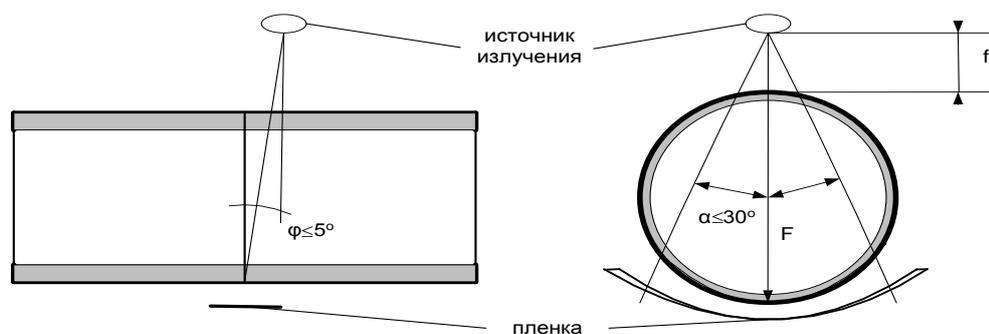


Рисунок 2.1 – Фронтальное просвечивание через две стенки

2.2 Выбор энергии и источника излучения

В ГОСТ 20426-82 предусмотрены источники излучения для проведения радиографического контроля. При проведении контроля по схеме изображённом на рисунке 2.2 просвечиваемые толщины будут равняться (двойной номинальной толщине околосшовной зоны) 20, 40, 60 мм. Для этого требуется аппарат у которого напряжение на рентгеновской трубке не более 250 кВ. Учитывая, что контроль трубопроводов производится в полевых условиях, стоит обратить внимание на следующие факторы как габариты, вес, а также цену аппарата. В связи с этим выбрали импульсный рентгеновский аппарат АРИНА-7. Характеристики данного аппарата представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики аппарата АРИНА-7 [10]

Наименование	Рентгеновский аппарат АРИНА-7
Рабочее напряжение на аноде рентгеновской трубки, кВ, не менее	250
Просвечиваемая толщина стали с флуоресцентными усиливающими экранами, мм	80
Просвечиваемая толщина стали с помощью высококонтрастных рентгеновских пленок, мм	40
Экспозиционная доза рентгеновского излучения на расстоянии 0,5м от торца аппарата за 1,5 мин, мР, не менее	1000
Габаритные размеры высоковольтного блока, мм	580x130x210
Габаритные размеры пульта	380x270

управления, мм	
Масса высоковольтного блока, кг	8,5
Масса пульта управления, кг	6,8



Рисунок 2.2 – Рентгеновский аппарат АРИНА-7

АРИНА-7 обеспечивает радиационный контроль стальных изделий толщиной до 80 мм с использованием флуоресцентных усиливающих экранов. АРИНА-7 отличается малыми габаритами и весом, возможностью как панорамного, так и направленного просвечивания, возможностью питаться как от сети переменного тока 220 В 50 Гц, так и от аккумулятора 24 В, мгновенной готовностью к работе, простотой в эксплуатации, значительно меньшей стоимостью в сравнение с аналогами [10].

Аппарат АРИНА-7 предназначен для контроля толстостенных стальных изделий, главным образом, газонефтепроводов больших диаметров. Он может также с успехом использоваться в судостроении, атомной энергетике и других отраслях [10].

2.3 Определение фокусного расстояния

Выбор фокусного расстояния при просвечивании диктуется следующими соображениями:

- с уменьшением фокусного расстояния возрастает геометрическая нерезкость, ухудшающая выявляемость дефектов и качество снимка.
- с другой стороны, чрезмерное увеличение фокусного расстояния неоправданно увеличивает экспозицию и ухудшает производительность контроля [10].

Поэтому ясно, что существует оптимальная область фокусных расстояний, в которой чувствительность контроля уже не зависит от фокусного расстояния (определяется другими факторами - пленкой), а экспозиция не выходит за пределы разумного. Исходя из условий ограничения геометрической нерезкости и геометрического увеличения размеров дефектов, можно указать нижний предел фокусных расстояний:

$$F_n = 5d, \text{ при } K \geq \Phi/2 \quad (2.3.1)$$

или

$$F_n = d(1 + 2\Phi/K), \text{ при } K \leq \Phi/2, \quad (2.3.2)$$

где: K - требуемая абсолютная чувствительность контроля 0,3 мм;

Φ - диаметр фокусного пятна трубки 2,5 мм;

d - толщина контролируемого материала 10, 20, 30 мм.

$$F_n = 30(1 + 2 \cdot 2,5/0,3) = 530 \text{ мм}$$

Нижний предел фокусного расстояния $F_n = 530$ мм, а схема просвечивания через две стенки, следовательно, фокусное расстояние принимаем $F = 1030$ мм. Указанные критерии (2.3.1) и (2.3.2) соответствует требованиям ГОСТ 7512-82.

2.4 Выбор пленки и усиливающих экранов

Для контроля сварных соединений труб диаметром Ø1020×10 мм, Ø1020×10 мм, Ø1020×10 мм по III категории необходимо использовать радиографическую пленку III класса. При выборе пленок учитывались факторы: требуемая чувствительность и производительность контроля, а также плотность материала, толщина детали, универсальность, скорость проявления и соотношение цена/качество. Выбор усиливающих пленок зависит от напряжения на рентгеновской трубке.

Выбрали новые пленку Kodak Industrex HS800 и флуорометаллический экран AGFA Structurix RCF. Так как Kodak Industrex HS800 среднезернистая пленка использовать с ней флуорометаллический экран AGFA Structurix RCF нецелесообразно, в связи с тем, что экраны с люминофором значительно уменьшают чувствительность [6]. Поэтому с пленкой Kodak Industrex HS800 будет использован свинцовый экран. Рекомендуемая толщина свинцового экрана 0,02-0,09 мм. С флуорометаллическим экраном AGFA Structurix RCF будем использовать пленку III класса Agfa Structurix F8.

Сравнительные характеристики различных типов пленок и усиливающих экранов приведены в таблицах 2.4.1, 2.4.2.

Таблица 2.4.1 – Сравнительные характеристики различных типов пленок III класса

Марка	Фирма	Страна	Чувствительность S0.85-До, p-1		Коэффициент контрастности	Время проявления, мин
			Без экрана	С экраном		
РТ-1	Тасма	Россия	25-27	-	4,2	4-6
HS800	Kodak	Франция	18-20	350	4,3	2

F8	Agfa	Бельгия	-	400	4,3	4
----	------	---------	---	-----	-----	---

Из анализа таблицы 2.4.1 следует, пленка Kodak Industrex HS800 по сравнению с отечественным аналогом обладает лучшей чувствительностью.

Пленка Agfa Structurix F8 характеризуется высокой контрастностью, мелкой зернистостью, высокой скоростью проявления. В большинстве случаев совместно с такой пленкой применяют флуорометаллические или флуоресцентные экраны. Выбор рентгеновской пленки AGFA F8 целесообразен в тех случаях, когда контролю предстоит подвергнуть бетонные и металлические изделия большой толщины [11].

Пленка Kodak Industrex HS800 это универсальная пленка. Ее можно использовать для всех методов экспонирования прямого излучения, со свинцовым, флуоресцирующим или флуорометаллическим экраном. Благодаря эмульсионной технологии T-Grain, пленка HS800 обладает высоким быстродействием и контрастностью. Эта среднезернистая пленка может обрабатываться как в химикатах для проявочных машин по укороченному 5-минутному циклу, так и по 2-минутному циклу при ручной обработке. Независимо от условий работы, снимки получаются с высоким глянцем и качественным изображением холодного чистого тона. Созданная для задач, где сокращенная экспозиция дает очевидные преимущества, пленка HS800 рекомендуется для проведения неразрушающего контроля таких объектов, как: толстостенные литые детали; изделия из бетона; трубопроводы и установки на баржах; трубоукладчиках; мостах [11].

Таблица 2.4.2 – Сравнительные характеристики различных типов флуорометаллических экранов

Наименование	Страна	Коэффициент усиления	Чувствительность с пленкой Agfa F8, S0.85-До, p-1
СМП-1 (замена SMP-308 (Япония))	Россия	До 25	500
RCF	Бельгия	20-40	400

Из таблицы 2.4.2 видим, что из двух аналогов флуорометаллический экран типа RCF обладает лучшими свойствами.

2.5 Выбор эталона чувствительности

Выбор эталонов чувствительности зависит от значения абсолютной чувствительности. Абсолютная чувствительность $K = 0,3$ мм, поэтому из таблицы 3 ГОСТ 7512-82 выбираем канавочный эталон №1 и таблицы 2 ГОСТ 7512-82 выбираем проволочный эталон №2.

Форма и размер канавочного эталона №1 и проволочного эталона №2 приведены на рисунках 2.5.1, 2.5.2 и в таблицах 2.5.1 и 2.5.2.



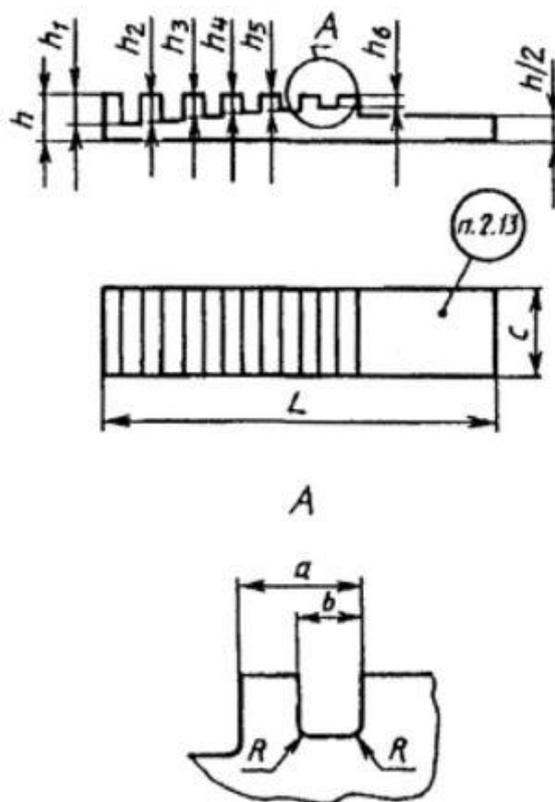


Рисунок 2.5.1 – Форма канавочного эталона

Таблица 2.5.1 – Размеры канавочного эталона

Глубина канавок						Пред. откл. глубины канавок	R, не более	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>h</i>	<i>L</i>
<i>h</i> ₁	<i>h</i> ₂	<i>h</i> ₃	<i>h</i> ₄	<i>h</i> ₅	<i>h</i> ₆			Номин.	Номин.	Номин.	Номин.	Номин.
0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-0,05	0,1	2,5	0,5	10	2	30

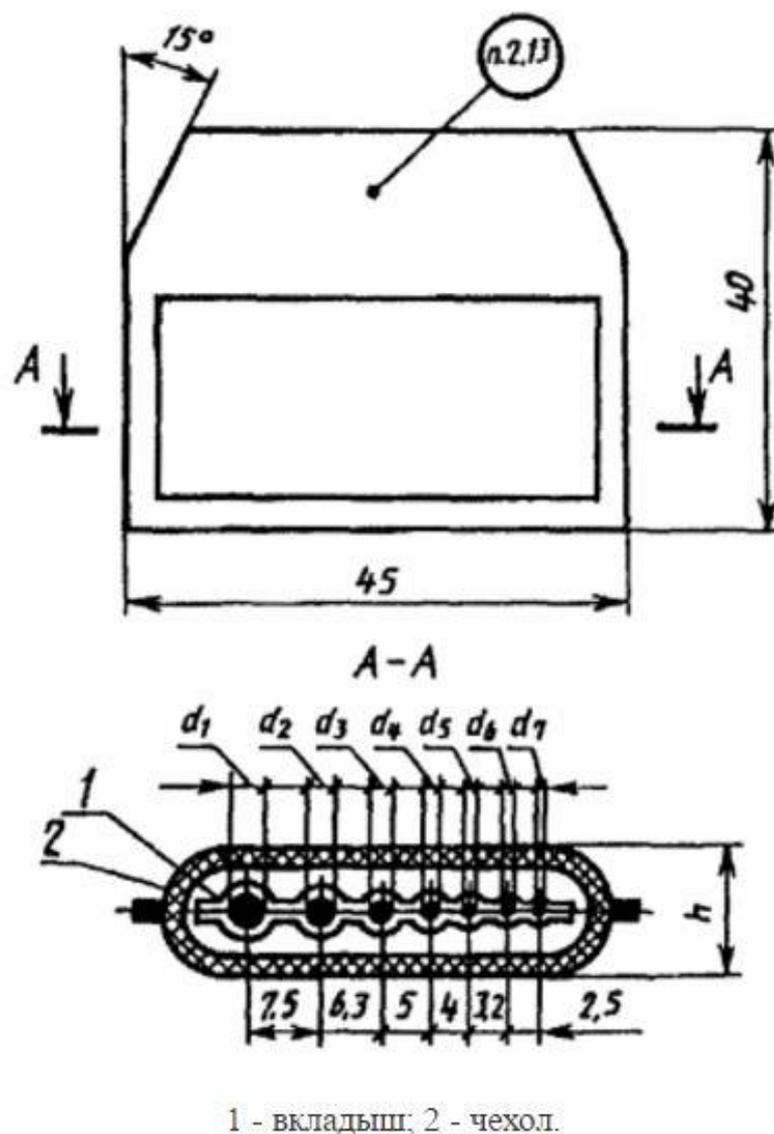


Рисунок 2.5.2 – Форма проволочного эталона

Таблица 2.5.2 – Размеры проволочного эталона

d_1	d_2	d_3	d_4	d_4	d_5	d_6	h
0,4	0,32	0,25	0,2	0,16	0,125	0,1	1,4

2.6 Процесс фотообработки

Фотообработка радиограмм включает проявление, промежуточную промывку, фиксирование, промывку и сушку. Обработка осуществлялась ручным способом в специальных рамках. Режимы фотообработки и составы

проявляющих и фиксирующих растворов указаны заводом - изготовителем на каждой пачке радиографической пленки.

Необходимое условие качественной фотообработки радиограмм постоянство поддержания температур и концентрации обрабатываемых растворов, температуры сушки, обеспечение необходимой освещенности помещений с использованием красных фонарей.

Для ручного процесса фотообработки время проявления обычно 2-6 мин при температуре 16-24°C, время фиксирования равно удвоенному времени проявления при температуре 15-18°C, время промывки 20-25 мин. Время сушки составляет 20-25 мин при температуре 35°C.

3 Экспериментальная часть

3.1 Определение времени экспозиции

Экспериментальная часть заключалась в определении оптимального времени экспозиции. Значения оптической плотности потемнения на снимках должны быть не менее 1,5 е.о.п. (основное требование ГОСТ 7512-85 при котором снимки допускаются к расшифровке), а чувствительность соответствовала III классу.

Экспериментальные исследования проводили следующим образом: Сварные швы образцов диаметром Ø1020 мм с толщиной 10, 20, 30 мм из стали 09Г2С просвечивали через две стенки импульсным аппаратом Арина-7, меняя время экспозиции. Дозу, полученную пленками Agfa Structurix F8; Kodak Industrex HS800 измеряли дозиметром ИД-02. Оптическую плотность потемнения фотообработанных снимков, измеряли цифровым денситометром ДП 5004. Чувствительность измеряли с помощью негатоскопа НГС-1К. Эталоны чувствительности устанавливали в кассеты вместе с пленками. Результаты измерений внесены в таблицы 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6.

Таблица 3.1 – Результаты просвечивания F8+RCF, F=1030 мм, s=20 мм

Время экспозиции, с	Доза излучения, mrad	Оптическая плотность, е.о.п.	Чувствительность, %	
			Канавочный эталон	Проволочный эталон
60	11	0,7	1,55	1,37
90	19	1,35	0,75	0,8
120	28	2,2	0,3	0,3
150	37	2,95	0,3	0,3

Таблица 3.2 – Результаты просвечивания HS800+Pb, F=1030 мм, s=20 мм

Время экспозиции, с	Доза излучения, mrad	Оптическая плотность, е.о.п.	Чувствительность, %	
			Канавочный эталон	Проволочный эталон
60	9	0,4	1,95	1,7
90	15	1,05	1,35	1,22
120	21	1,5	0,3	0,3
150	27	2,3	0,3	0,3

Таблица 3.3 – Результаты просвечивания F8+RCF, F=1030 мм, s=40 мм

Время экспозиции, с	Доза излучения, mrad	Оптическая плотность, е.о.п.	Чувствительность, %	
			Канавочный эталон	Проволочный эталон
120	15	1,25	0,65	0,69
150	21	1,6	0,3	0,3
180	27	2,1	0,3	0,3
210	33	2,55	0,3	0,3

Таблица 3.4 – Результаты просвечивания HS800+Pb, F=1030 мм, s=40 мм

Время экспозиции, с	Доза излучения, mrad	Оптическая плотность, е.о.п.	Чувствительность, %	
			Канавочный эталон	Проволочный эталон
120	11	0,9	0,85	0,9
150	18	1,4	0,32	0,35
180	23	1,9	0,3	0,3
210	27	2,45	0,3	0,3

Таблица 3.5 – Результаты просвечивания F8+RCF, F=1030 мм, s=60 мм

Время экспозиции, с	Доза излучения, mrad	Оптическая плотность, е.о.п.	Чувствительность, %	
			Канавочный эталон	Проволочный эталон
180	19	0,8	0,9	1,1
210	22	1,25	0,45	0,5
240	25	1,75	0,3	0,3
270	29	2,35	0,3	0,3

Таблица 3.6 – Результаты просвечивания HS800+Pb, F=1030 мм, s=60 мм

Время экспозиции, с	Доза излучения, mrad	Оптическая плотность, е.о.п.	Чувствительность, %	
			Канавочный эталон	Проволочный эталон
180	15	0,5	1,55	1,58
210	18	0,95	1,0	1,05
240	21	1,45	0,35	0,38
270	23	1,95	0,3	0,3
300	27	2,3	0,3	0,3

По данным Таблиц 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6 построили графики зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций. Графики представлены на рисунках 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6

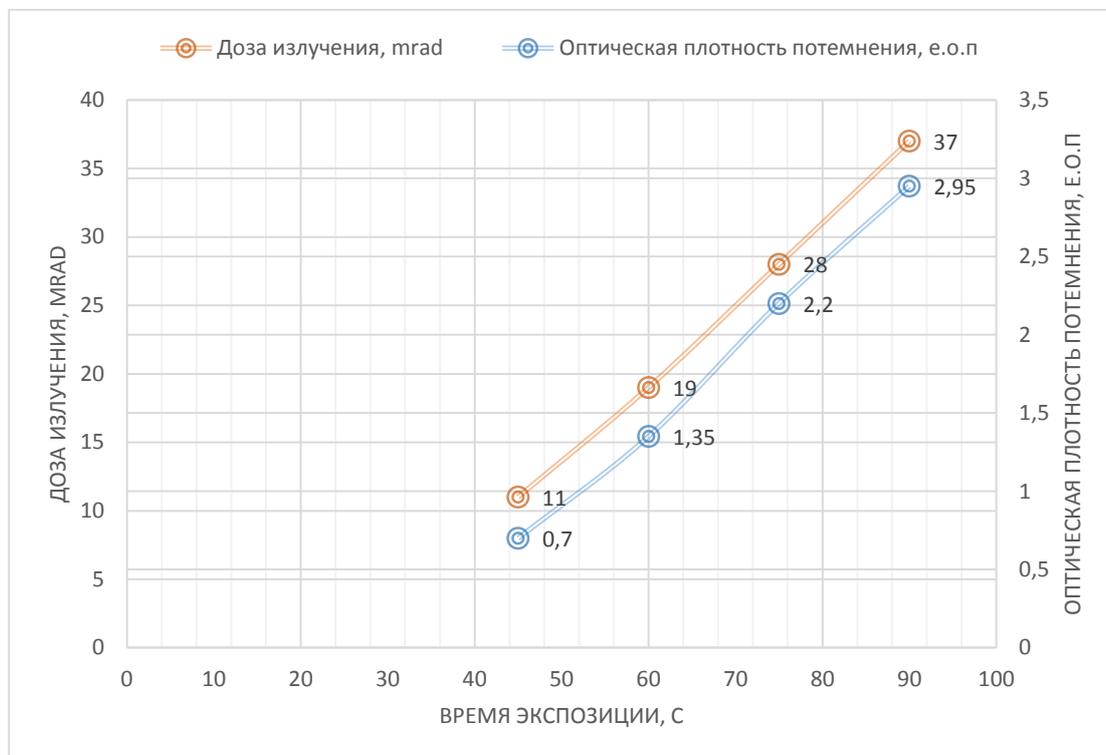


Рисунок 3.1 – График зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций, при параметрах F8+RCF, F=1030 мм, s=20 мм

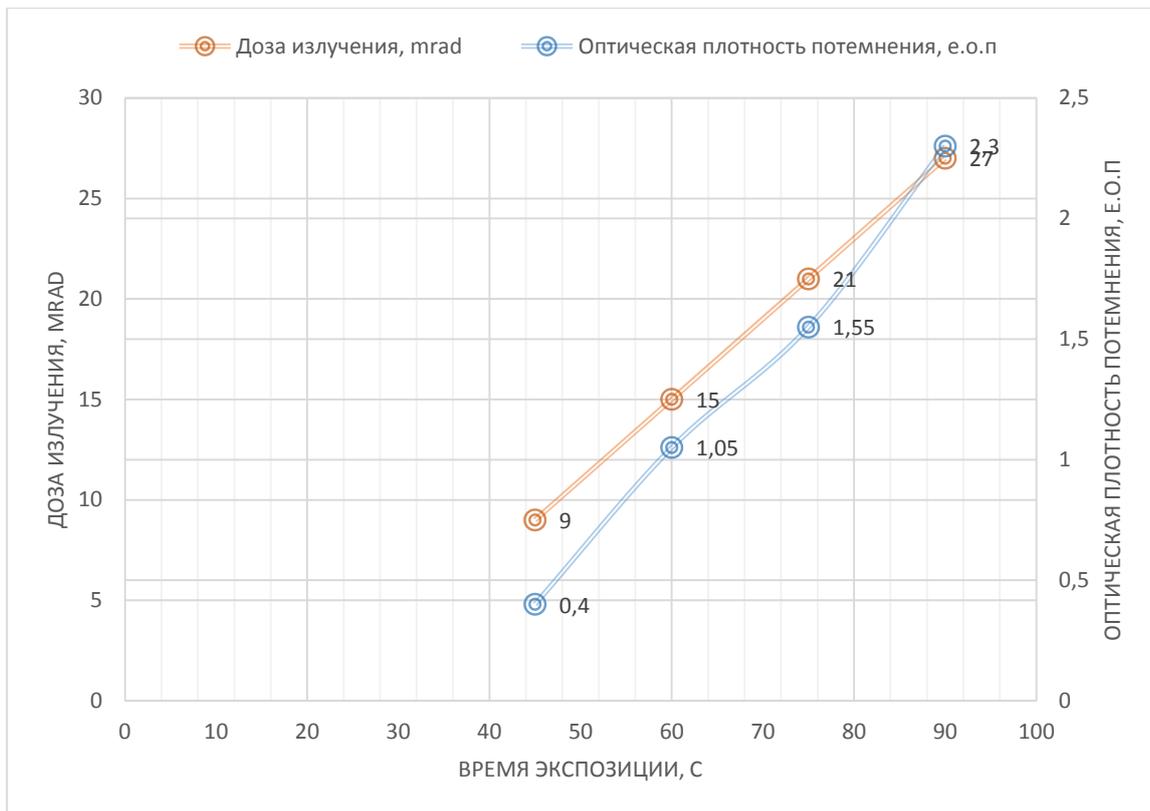


Рисунок 3.2 – График зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций, при параметрах HS800+Pb, F=1030 мм, s=20 мм

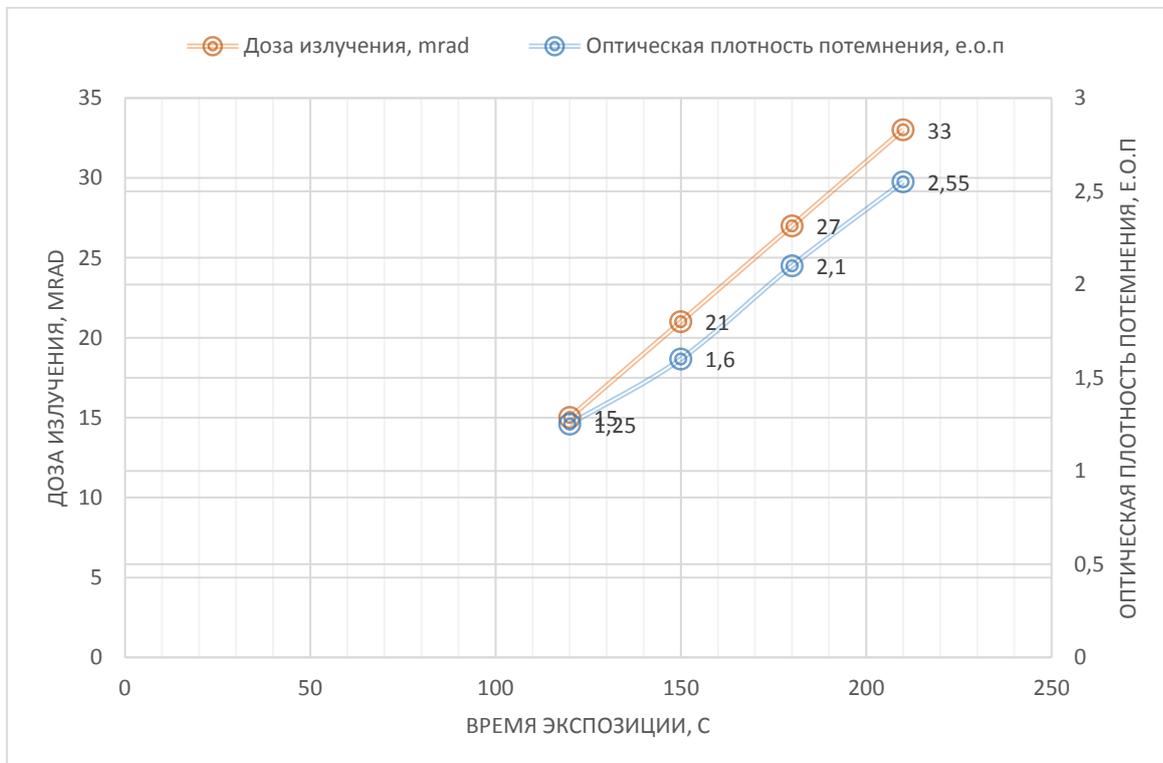


Рисунок 3.3 – График зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций, при параметрах F8+RCF, F=1030 мм, s=40 мм

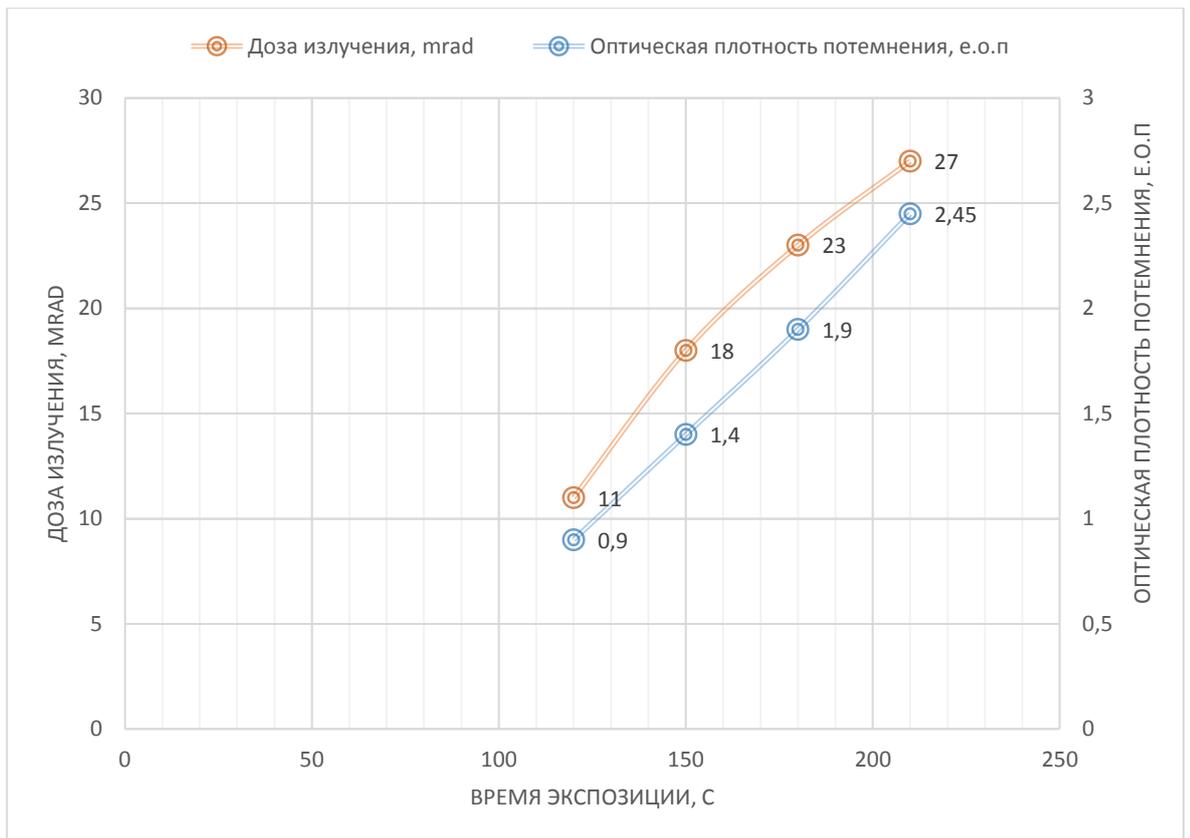


Рисунок 3.4 – График зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций, при параметрах HS800+Pb, F=1030 мм, s=40 мм

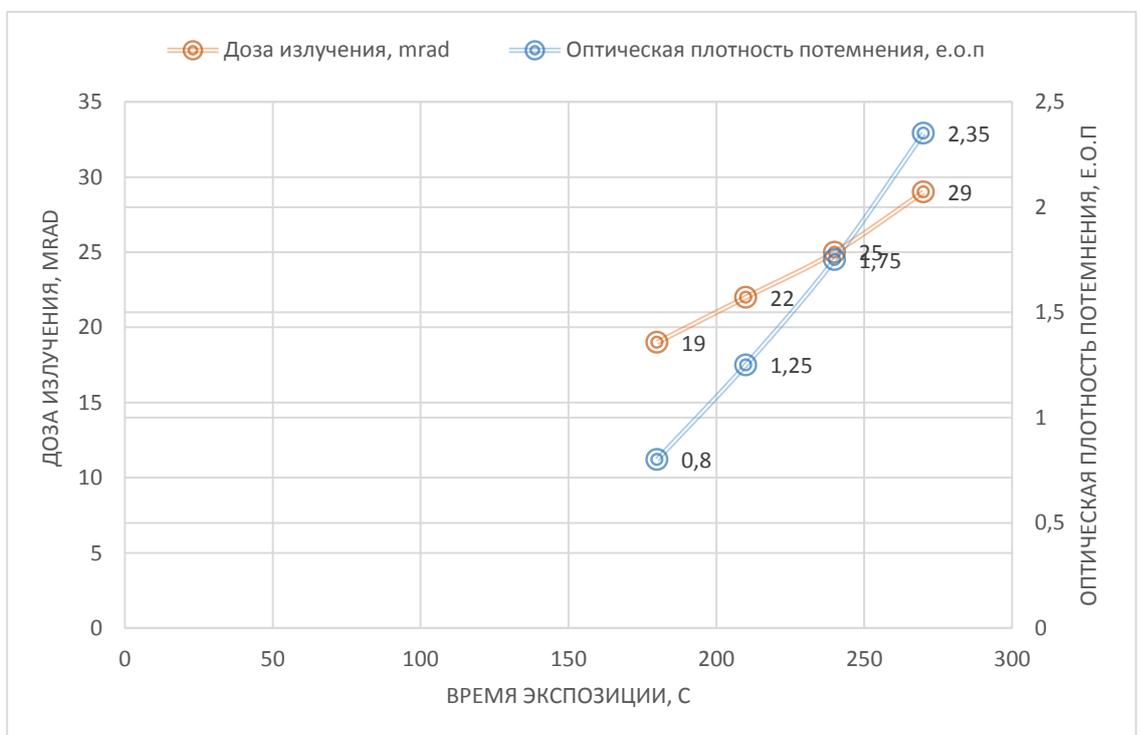


Рисунок 3.5 – График зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций, при параметрах F8+RCF, F=1030 мм, s=60 мм

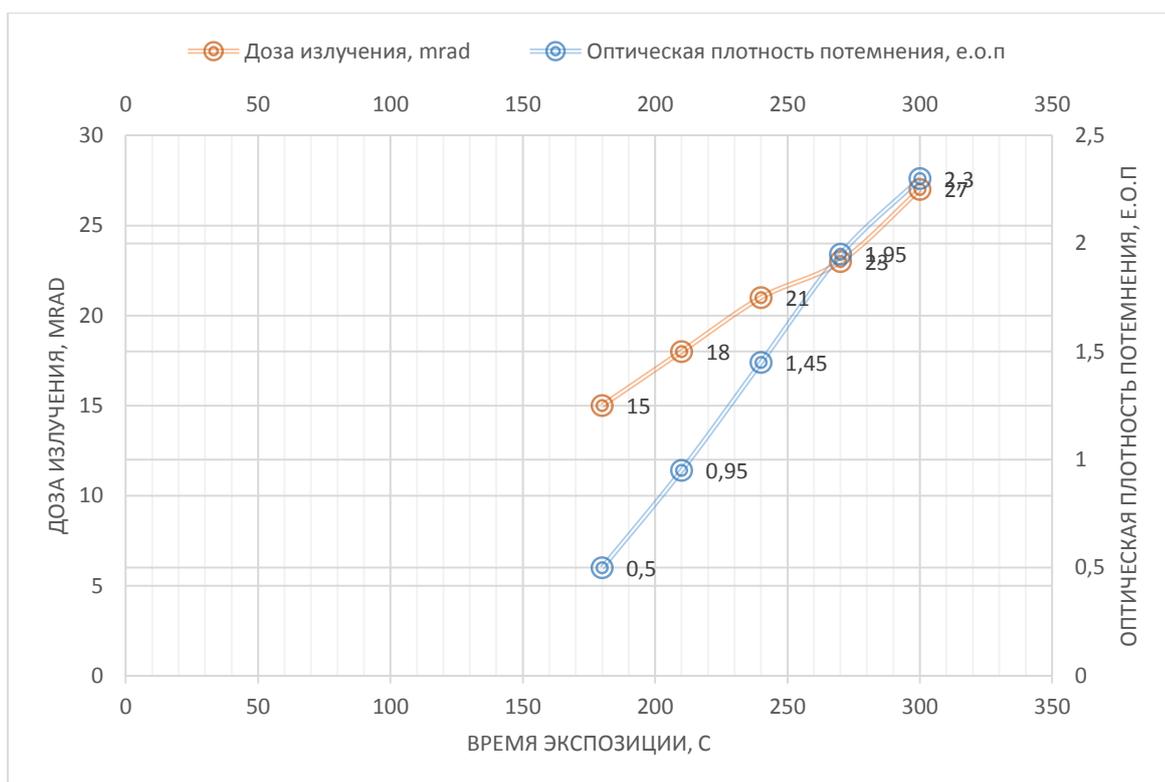


Рисунок 3.6 – График зависимости плотности потемнения и дозы излучения от времени экспозиций, при параметрах HS800+Pb, F=1030 мм, s=60 мм

На всех графиках наблюдается линейная зависимость плотности потемнения от времени экспозиций. Это подтверждает, что степень потемнения радиографической пленки, находящейся в поле излучения в некотором диапазоне плотностей потемнения пропорциональна экспозиционной дозе. [] По графикам определили время экспозиции, при которых оптическая плотность потемнения равна 1,5 е.о.п. Полученные значения времени внесли в таблицу 3.7.

Таблица 3.7. – Предполагаемые оптимальные время экспозиций

Толщина просвечивания, мм	F8+RCF	HS800+Pb
20	63	74
40	142	155
60	225	243

По данным таблицы 3.7 построили номограмму. Данная номограмма характеризует оптимальные режимы радиографического контроля кольцевых сварных соединений труб диаметром $\varnothing 1020$ мм, толщиной стенки 10, 20, 30 мм. Номограмма изображена на рисунке 3.7.

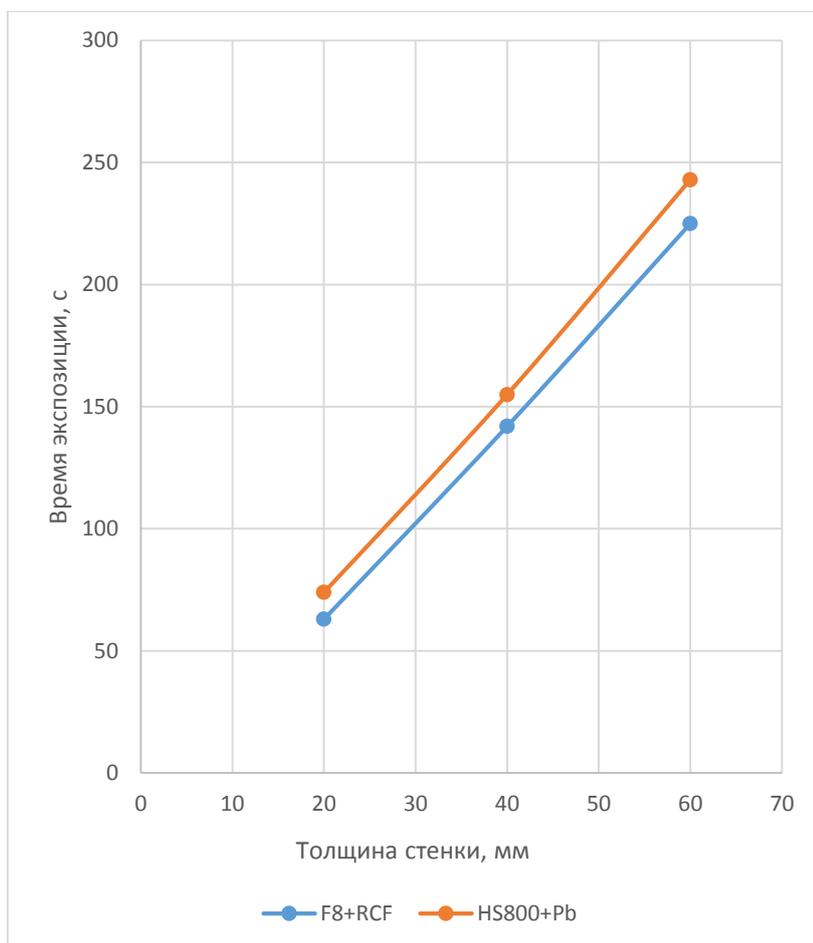


Рисунок 3.7. – Номограмма экспозиций при просвечивании стали импульсным рентгеновским аппаратом Арина-7, фокусном расстоянии $F=1030$ мм, плотности потемнения $D=1,5$, абсолютной чувствительности $K=0,3$ мм.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ41	Горяеву Заяну Владимировичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</p> <p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p> <p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<p>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</p> <p>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</p> <p>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</p>	<p>Определение потенциального потребителя результатов исследования, Fast-анализ, SWOT-анализ, Оценка готовности проекта к коммерциализации</p> <p>Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета</p> <p>Оценка сравнительной эффективности проекта.</p>
---	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<p>1. Матрица смежности</p> <p>2. Матрица количественных соотношений функций</p> <p>3. Матрица SWOT</p> <p>4. График проведения и бюджет НИ</p> <p>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Чистякова Наталья Олеговна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ41	Горяев Заян Владимирович		

4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В целевой рынок входят коммерческие и подрядные организации отраслей электроэнергетики, теплоэнергетики, организации по добыче и транспортировке нефти и газа, а также предприятия коммунального хозяйства.

Для данных коммерческих организаций критерием сегментирования является ремонт, строительство. Производим сегментирование рынка для реализации технологии сварки деталей в условиях возмущающего действия магнитного поля и оборудования для данного процесса по критериям ремонт и строительство. Данная технология в ремонте и строительстве трубопроводов является новым направлением, которым до сегодняшнего дня никто не занимался.

Основными сегментами данного рынка являются энергетическая промышленность (нефтегазовая отрасль) и коммунальное хозяйство, на них и будет направлена ориентация предприятия.

4.1.1 FAST – анализ

FAST-анализ выступает как синоним функционально-стоимостного анализа. Суть этого метода базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции,

технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

FAST – анализ состоит из шести стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

Объектом данного анализа является объект исследования, а именно разработка оборудования для дуговой сварки намагниченных деталей.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

Главной функцией (назначением) данной технологии является возможность получения качественных сварных соединений в условиях возмущающего действия поперечного магнитного поля.

В качестве основных функций оборудования для дуговой сварки намагниченных деталей можно выделить схему инвертора для дуговой сварки в условиях намагниченности, что гарантирует хорошее формирование и качество сварного шва.

К вспомогательным функциям можно отнести возможность получения сварного соединения без каких-либо особых усилий, т.к. процесс сварки намагниченных деталей данным видом оборудования ничем не отличается от обычного процесса сварки покрытым электродом.

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф. В основу

данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

Для начала необходимо построить матрицу смежности функций, в которой определим более значимые из них.

Таблица 4.1.1 - Матрица смежности функций технологии автоматической сварки в щелевую разделку методом один валик в слое

	Возможность получения качественных сварных соединений	Сварка в условиях возмущающего действия магнитного поля	Отсутствие громоздкого оборудования	Возможность получения сварного соединения без особых усилий
Возможность получения качественных сварных соединений	=	=	>	>
Сварка в условиях возмущающего действия магнитного поля	=	=	>	>
Отсутствие громоздкого оборудования	<	<	=	>
Возможность получения сварного соединения без особых усилий	<	<	<	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

После определения более значимых функций нужно определить количественное соотношение функции. Для этого построим матрицу количественных соотношений функций.

Таблица 4.1.1.1 - Матрица количественных соотношений функций

	Возможность получения качественных сварных соединений	Сварка в условиях возмущающего действия магнитного поля	Отсутствие громоздкого оборудования	Возможность получения сварного соединения без особых усилий	ИТОГО
Возможность получения качественных сварных соединений	1	1	1,5	1,5	5
Сварка в условиях возмущающего действия магнитного поля	1	1	1,5	1,5	5
Отсутствие громоздкого оборудования	0,5	0,5	1	1,5	3,5
Возможность получения сварного соединения без особых усилий	0,5	0,5	0,5	1	2,5
<i>Примечание:</i> 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»					$\Sigma=16$

Согласно матрице количественных соотношений получили следующие относительные значения значимости функций: возможность получения качественных сварных соединений – 0,3125 (5/16), сварка в условиях возмущающего действия магнитного поля – 0,3125 (5/16), отсутствие громоздкого оборудования – 0,21875 (3,5/16), возможность получения сварного соединения без особых усилий – 0,15625 (2,5/16). Видно, что самой значимой функцией (назначением) оборудования для дуговой сварки намагниченных деталей является её главное назначение – возможность получения качественного сварного соединения.

Стадии 4 и 5 - анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования и построение функционально-стоимостной диаграммы объекта, и ее анализ соответственно производить не будем, так как представленные

функции данной технологии сварки носят общий характер и не могут быть на данный момент оценены в денежном эквиваленте.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Оборудование для радиографического контроля позволяет сократить общее время и затраты на ремонт и строительство в полевых условиях за счет оптимизации процесса радиографического контроля. В данном способе применяются новые рентгеновская пленка и усиливающий экран, что способствует экономии времени просвечивания.

По сравнению с использующимися на сегодняшний день режимами контроля, оптимизированный контроль позволяет получать качественные сварные соединения.

4.1.2 SWOT– анализ

SWOT-анализ – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) - это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится данный анализ в несколько этапов.

Первый этап.

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

К сильным сторонам проекта относятся:

Стабильное течение процесса контроля – С1. Скорость процесса– С2. Возможность получать качественные фотообработанные снимки – С3. Возможность определять положение дефекта – С4. Продолжительность нагрузки постоянна и равна 100% – С5.

К слабым сторонам проекта относятся:

Радиационные излучения – Сл.1. Зарядка кассет в местах с требуемым освещением– Сл.2.

К возможностям проекта относятся:

Оптимизация технологии просвечивания– В1. Финансовая поддержка спонсора – В2.

К угрозам относятся:

Ненадежность электроники – У1.

Второй этап.

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.1.2 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности	C1	C2	C3	C4	C5
B1	+	+	-	+	-
B2	-	-	-	-	-

Третий этап.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа.

Таблица 4.1.2.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
--	---	--

	Стабильное течение процесса контроля – С1. Скорость процесса– С2. Возможность получать качественные фотообработанные снимки – С3. Возможность определять положение дефекта – С4. Продолжительность нагрузки постоянна и равна 100% – С5.	Радиационные излучения – Сл.1. Зарядка кассет в местах с требуемым освещением– Сл.2.
Возможности		
Оптимизация технологии просвечивания – В1. Финансовая поддержка спонсора – В2.	Показ достоинств технологии. Реклама в СМИ.	За счет преимуществ в данной технологии по сравнению с технологиями, использующимися на сегодняшний день.
Угрозы:		
Ненадежность электроники – У1.	Поиск способов упрощения электроники схемы за счет новых исследований в этой области.	Организации, занимающиеся строительством и ремонтом, заинтересованные в данной технологии, будут спонсировать данные исследования.

4.2 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На данном этапе производится оценка степени готовности проекта к коммерциализации и определение уровня собственных знаний для ее

проведения или завершения. Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

При проведении анализа по таблице, приведенной ниже, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 балл означает не знаком или мало знаю, 2 балла – в объеме теоретических знаний, 3 балла – знаю теорию и практические примеры применения, 4 балла – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 баллов – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 4.2 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического Задела	5	4
3.	Определены отрасли и технологии	5	3

	(товары, услуги) для предложения на рынке		
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	63	56

Таким образом, можно сказать, что разработка является перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 4.3.1-Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Разработка принципиальной схемы инвертора.	
Практические исследования	9	Разработка экспериментальной установки	Студент
	10	Моделирование силовой части и корпуса инвертора	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	Научный руководитель, студент

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48.$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 4.5.3).

После заполнения таблицы 4.5.3 строим календарный план-график (табл. 11). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 4.3.3 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожи}$, чел-дни									
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-студ.	1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	5	6	6
Разработка принципиальной схемы инвертора	3	5	5	5	7	7	3,8	5,8	5,8	Студент	4	6	6	6	9	9
Разработка экспериментальной установки	1	2	3	3	4	5	1,8	2,8	3,8	Студент	2	3	4	3	5	6
Моделирование силовой части и корпуса инвертора	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Студент	2	3	3	3	5	5
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	3	3	3
Заключение	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	4	4	4

Таблица 4.3.3.1 Календарный план-график проведения научно-технического исследования

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	3											
2	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	2	 										
3	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	2		 									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2											
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3											
6	Изучение литературы по теме	Студент	15											
7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	5				 							
8	Разработка принципиальной схемы инвертора	Студент	6											
9	Разработка экспериментальной установки	Студент	3											
10	Моделирование силовой части и корпуса инвертора	Студент	3											
11	Анализ результатов	Студ.-рук.	3									 		
12	Заключение	Студент	4											

 – студент;  – руководитель.

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

4.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество необходимых материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Затраты на материал:

- Импульсный рентгеновский аппарат Арина – 7 270 000 руб.
 - Радиографическая пленка Кодак HS 800 32000 руб. Стоимость с учетом транспортных расходов: 32250 руб.
 - Радиографическая пленка Кодак HS 800 3000 руб. Стоимость с учетом транспортных расходов: 3250 руб.
 - Усиливающие свинцовые экраны 6400 руб. за 8 шт.
 - Флуорометаллические экраны 55000 руб. за 8 шт.
 - Эталоны чувствительности (канавочный и проволочный) 1600 руб.
 - Дозиметр ИД-2 33000 руб.
 - Денситометр ДНС-2 32000 руб.
 - Негатоскоп НГС-1К 33000 руб.
 - Химические реактивы 21000 руб.
 - Маркировочные знаки 1500 руб.
- Итого: 395500 руб.

4.4.2 Специальное оборудование для научных работ

К статье «Специальное оборудование» можно отнести:

- Ноутбук 13500 руб.
- Эталоны чувствительности (канавочный и проволочный) 1600 руб.
- Дозиметр ИД-2 33000 руб.
- Денситометр ДНС-2 32000 руб.
- Негатоскоп НГС-1К 33000 руб.
- Химические реактивы 21000 руб.
- Маркировочные знаки 1500 руб.

Итого по статье: 125500руб.

4.4.3 Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Месячный должностной оклад руководителя:

$$Z_m = Z_b \cdot k_p, \quad (4.1)$$

$$Z_m = 23264,86 \cdot 1,3 = 30243,2 \text{ руб/мес}$$

где $Z_b=23264,86$ – базовый оклад руководителя (доцент, к.т.н.), руб/мес.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска)

Среднедневная заработная плата руководителя (доцент, к.т.н.) рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.2)$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{30243,2 \cdot 10,4}{259} = 1214,4 \text{ руб/день}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочих дней.

Таблица 4.4.3 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	58	58
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	259	259

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (доцент, к.т.н.) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} , \quad (4.3)$$

$$Z_{осн} = 1214,4 \cdot 275 = 333960 \text{ руб}$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника, руб.;

T_r – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Месячный должностной оклад исполнителя:

$$Z_m = Z_b \cdot k_p , \quad (4.4)$$

$$Z_m = 8022,65 \cdot 1,3 = 10429,5 \text{ руб/мес}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.5)$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{10429,5 \cdot 10,4}{259} = 418,8 \text{ руб/день}$$

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) исполнителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.6)$$

$$Z_{\text{осн}} = 418,8 \cdot 332 = 139041,6 \text{ руб}$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Таблица 4.4.3.1 – Расчёт основной заработной платы руководителя

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, руб/мес	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб/мес	$Z_{\text{дн}}$, руб/день	$T_{\text{р}}$, дни	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23264,86	1,3	30243,2	1214,4	259	333960
Исполнитель	8022,65	1,3	10429,5	418,8	332	139041,6

4.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п.

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп.рук.}} = k_{\text{доп.}} \cdot Z_{\text{осн.рук.}} \quad (4.7)$$

$$Z_{\text{доп.рук.}} = 0,12 \cdot 333960 = 40075,2 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{доп.исп.}} = k_{\text{доп.}} \cdot Z_{\text{осн.исп.}} \quad (4.8)$$

$$Z_{\text{доп.исп.}} = 0,12 \cdot 139041,6 = 16685 \text{ руб}$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В табл. 4.4.4 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.4.4– Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководителя	Исполнителя
Основная зарплата, руб	333960	139041,6
Дополнительная зарплата, руб	40075,2	16685
Итого по статье $C_{\text{зп}}$, руб	374035,2	155726,6

4.4.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.9)$$

$$C_{\text{внеб.рук.}} = 0,3 \cdot (333960 + 40075,2) = 112210,6 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{внеб.исп.}} = 0,3 \cdot (139041,6 + 16685) = 46718 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

4.4.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (4.10)$$

$$C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot 529761,8 = 423809,4 \text{ руб}$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 4.4.6.

Таблица 4.4.6 – Группировка затрат по статьям

Статьи	Вид работ
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты, руб	16750
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, руб	24100
Основная заработная плата, руб	473001,6
Дополнительная заработная плата, руб	56760,2
Отчисления на социальные нужды, руб	158928,6
Накладные расходы, руб	423809,4
Итого плановая себестоимость, руб	1153350

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

В данной магистерской диссертации выбрана тема, посвященная разработке оборудования для дуговой сварки покрытым электродом в условиях возмущающего действия поперечного магнитного поля. С точки зрения ресурсоэффективности можно сказать, что при применении данного типа оборудования мы получаем экономию сварочных материалов около 35%, в связи с отсутствием разбрызгивания расплавленного электродного металла, по отношению к имеющимся на сегодняшний день методам. Также благодаря высокой продолжительности нагрузки по сравнению с небольшими габаритными размерами инвертора и малым напряжением холостого хода, получаем, что сварку можно вести без перерывов и пауз. В большей мере это осуществимо благодаря разработанной схеме мостового транзисторного преобразователя, которая реализована в данном сварочном инверторе.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данный тип оборудования для сварки намагниченных деталей имеет намного больше ресурсных, финансовых и экономических достоинств по сравнению с аналогами и тем самым является востребованным на рынке.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ41	Горяеву Заяну Владимировичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Исследование режимов радиографического контроля сварных соединений толщиной 10-30 мм. Выбор оптимальных режимов радиографического контроля.</i>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	<i>-воздействие излучений (электромагнитное и радиочастотное) -недостаточная освещенность рабочей зоны; -отклонение показателей микроклимата от нормальных; -влияние шума; -повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне; -электрический ток.</i>
1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.	
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.	
2. Экологическая безопасность	<i>Воздействие на литосферу сводится к минимуму, за счет отсутствия загрязняющих веществ, за исключением бытовых отходов, которые систематически убираются</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Возможные чрезвычайные ситуации являются: ситуации техногенного и природного характера.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<i>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ41	Горяев Заян Владимирович		

5. Социальная ответственность

Введение

В современных условиях одним из основных направлений коренного улучшения всей профилактической работы по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повсеместное внедрение комплексной системы управления охраной труда, то есть путем объединения разрозненных мероприятий в единую систему целенаправленных действий на всех уровнях и стадиях производственного процесса. Объектом исследования в данной работе является выбор оптимальных режимов радиографического контроля сварных соединений.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Таблица 5.1.1 Основные элементы, формирующие опасные и вредные факторы при выборе оптимальных режимов радиографического контроля.

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы		Нормативные документы
	ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ		
	Вредные	Опасные	
Обработка результатов измерений за компьютером	Воздействие излучений (электромагнитное и радиочастотное); Недостаточная освещенность рабочей зоны; Отклонение показателей микроклимата от нормальных; Влияние шума	Электрический ток	СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [2]; ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [3]; СНиП 23-05-95 [4]; СанПиН 2.2.4.548-96 [5];
Работа с рентгеновской установкой	Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне		НРБ-99/2009; СП 2.6.1.2523-09 [6]

Рассмотрим выявленные факторы более подробно.

5.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Воздействие излучений

Экран и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видеокабеля. Согласно [2] напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;

в диапазоне частот 2кГц-400кГц - 2,5В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;

в диапазоне частот 2кГц-400кГц - 25нТл.

Для уменьшения воздействия электромагнитного излучения на организм необходимо выполнять следующие меры:

расстояние до монитора должно составлять не менее 50 см;

не допускается использование мерцающего монитора (нужно использовать монитор с частотой кадров не менее 70 Гц);

расположение верхнего края монитора должно располагаться на уровне глаз;

не допускается освещение экрана прямыми яркими источниками света;

использование монитора с низким разрешением;

необходимы регулярные перерывы в работе.

Электрический ток

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с комплексом в условиях повышенной влажности (относительная влажность

воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Оператор установки работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами. Существует опасность электропоражения в следующих случаях:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта частей досмотровой установки;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей компьютера или установки);
- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности бетатрона МИБ-9 и связанного с ним комплекса сводятся к следующим действиям: отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы; вывешивание плакатов, указывающих место работы; заземление корпусов всех установок через нулевой провод; покрытие металлических поверхностей инструментов надёжной изоляцией; недоступность токоведущих частей аппаратуры (токоведущие части и элементы необходимо закрывать в непроводящие ток корпуса).

Недостаточная освещённость

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещённостью, так и с чрезмерной освещённостью, а также с неправильным направлением света. Помещения с ЭВМ должны иметь естественное и

искусственное освещение [4]. Для данного типа работ минимальная освещенность в лаборатории должна составлять 300-500 лк. В следствие производственной необходимости работа в лаборатории производится без естественного освещения, данные условия согласованы с органами государственного надзора за охраной труда. Общее освещение лаборатории должно быть выполнено в виде сплошных или прерывистых линий светильников, которые располагаются в стороне от рабочих мест параллельно линии зрения работников. Допускается размещение линии светильников искусственного освещения локально над рабочими местами. Для общего освещения необходимо применять светильники с рассеивателями и зеркальными экранами сетками или отражателями, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Применение светильников без рассеивателей и экранных сеток запрещается.

Отклонение показателей микроклимата от нормальных

Воздух рабочей зоны производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с [5] и приведены в таблице 5.1.2.

Таблица 5.1.2 Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	23-25	40-60	0,1
Тёплый	23-25	40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может

осуществляться естественным и механическим путём. В помещение должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека - не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность - 40%, скорость движения воздуха - 0,1 м/с, температура летом -20..25 °С, зимой - 13...15 °С.

Повышенный уровень шумов

Повышенный шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум в лаборатории создается работающим оборудованием досмотрового комплекса (бетатрон и линейки), установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникать извне. На рабочем месте лаборанта и инженера лаборатории уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Для снижения уровня шумов бетатрон МИБ-9 заключен в специальный корпус, ослабляющий в том числе и звуковые колебания. Электронная часть и линейки так же закрыты в специальный металлический корпус.

Повышенный уровень ионизирующего излучения

Защита персонала и гражданского населения в соответствии с нормативами [6] обеспечивается конструкцией радиационной защиты специально оборудованного помещения, в котором располагается экспериментальная рентгеновская установка. К работе с досмотровым комплексом допускается предварительно обученный персонал группы А и Б. Для инженеров лаборатории (персонал группы А) допустимая эффективная

доза составляет 20 мЗв в год в среднем за последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год. Облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Последующая работа с источниками излучения этим лицам может быть разрешена только в индивидуальном порядке с учетом их согласия по решению компетентной медицинской комиссии.

Мероприятия для предотвращения облучения выше нормы. Перед проведением эксперимента персонал заблаговременно обязан покинуть помещение с рентгеновской установкой, плотно закрыть двери и убедиться, что все необходимые условия безопасности выполнены. Работа рентгеновского аппарата сопровождается звуковым сигналом с временным запасом 10 секунд, таким образом, вероятность нахождения персонала в бункере во время работы по причине рассеянности сведена к минимуму. К названным мерам следует добавить использование индивидуального нагрудного дозиметра. Также для большей безопасности перед помещением со стороны входа выставляется знак «Осторожно, радиация» и ведется постоянное видеонаблюдение за помещением.

5.2 Экологическая безопасность

Вопрос об охране экологического состояния Земли в последние годы поднимается все активнее. Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, истощение озонового слоя и прочие загрязнения природы приводят к тому, что в природе изменяются привычные для данного периода условия обитания. Электроника и линейки не несут в себе большой экологической угрозы. Материалы, с которыми проводятся опыты, а именно: алюминий, сталь, железо, цемент, древесина, вода, плексиглас – в последствие не утилизируются, а остаются для вторичного использования. Часть из них остается как основа для дальнейшего исследования, часть перерабатывается для последующего

использования в других отраслях.

Согласно [9], в случае возникновения аварии должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над источником излучения и сведения к минимуму доз облучения, количества облученных лиц, радиоактивного загрязнения окружающей среды. При радиационной аварии или обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, как правило, к окружающей среде и (или) к человеку. Так как досмотровый комплекс является источником искусственно создаваемого излучения, для предотвращения аварийных ситуаций предусмотрено 3 ступени быстрого ручного отключения установки, после которого излучение мгновенно прекращается и опасность экологического загрязнения и вредных воздействий на человека исчезает.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Безопасность в чрезвычайных ситуациях нормируется ГОСТ Р 22.0.01-94 и ГОСТ Р 22.0.07-95 [7, 8]. Вероятными чрезвычайными ситуациями, которые могут возникнуть при проведении данного научного исследования, являются:

разрушение зданий и/или сооружений;

пожары;

Разрушение зданий и/или сооружений

Разрушение зданий и сооружений может быть следствием взрыва лабораторного оборудования по причине его неисправности, либо по причине отсутствия контроля за техническим состоянием конструкции. Первые признаки разрушения здания – это трещины, которые начинают проявляться в результате механического воздействия, вибрации оборудования и т.д.

При малейших признаках обрушения необходимо укрыться в местах, где маловероятно поражение обломками (дверные проемы, углы). Движение в полуразрушенном здании очень опасно, так как его разрушение может продолжиться. В связи с этим необходимо привлечь к себе внимание

спасателей криками и ждать помощи. Запрещается возвращаться в разрушенное строение за имуществом. Безопасное расстояние от рушащегося здания – расстояние, равное его высоте.

Пожарная безопасность

Возможные причины загорания:

- неисправность токоведущих частей установок;
- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткие замыкания в блоке питания;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Для предупреждения возникновения пожара от коротких замыканий, перегрузок и т. д. необходимо соблюдение следующих правил пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов;
- правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева оборудования);
- правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения);
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- наличие плана эвакуации;

- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

- сообщить руководству (дежурному).
- позвонить в соответствующую аварийную службу или МЧС – тел. 112.
- принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

5.4 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Организационные мероприятия

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом. Проверка знаний правил техники безопасности проводится начальником лаборатории после обучения на рабочем месте. Проверяемый заносится в специальный журнал и отмечается после проверки знаний техники безопасности. Лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе. Состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием.

Для организации безопасной работы с рентгеновской установкой выделяют 4 принципа:

- уменьшение мощности источников до минимальных величин («защита количеством»);
- сокращение времени работы с источниками («защита временем»);
- увеличение расстояния от источников до работающих («защита

расстоянием»);

- экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение («защита экранами»).

«Защита количеством» подразумевает под собой уменьшение мощности бетатрона для того, чтобы доза, полученная в результате работы, не превышала норм. Для реализации данного типа защиты, помимо ПО, в пультовой комнате установлен специальный пульт, который позволяет снижать до минимума уровень излучения. «Защита временем» основывается на тех же закономерностях, что и «защита количеством». Сокращая срок работы с комплексом, можно в значительной степени уменьшить дозы облучения работников лаборатории. Так как бетатрон МИБ-9 нагревается при долгом использовании, необходимо следить за его температурными параметрами во время работы. При перегреве сотрудники лаборатории отключают установку, тем самым получая «защиту временем». «Защита расстоянием» подразумевает собой работу на максимальном удалении от источника излучения. Поглощенная доза обратно пропорциональна расстоянию, поэтому этот фактор очень важен. В лаборатории с досмотровым комплексом пультовая комната находится на удалении от бетатрона, и в стороне от основного пучка излучения. «Защита экранами» – перекрытие основного пучка излучения материалами, которые будут поглощать часть излучения. Для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Пультовая имеет стены со слоем свинца и большой толщиной бетона, а также свинцовую дверь, которая закрывается на время работы бетатрона. Свинец является одним из лучших экранов для поглощения излучения.

Технические мероприятия

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

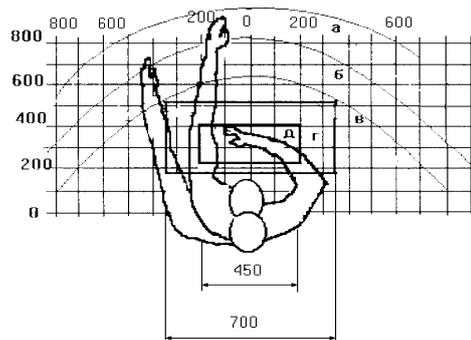


Рисунок 5.4 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а - зона максимальной досягаемости рук;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук: дисплей персонального компьютера размещается в зоне а (в центре); клавиатура - в зоне г/д; системный блок размещается в зоне б (справа); документация: в зоне легкой досягаемости ладони – в (слева) - литература и документация, необходимая при работе; в шкафу для хранения - литература, которая не используется постоянно, но нужна при возникновении внештатных ситуаций.

Заключение

При проведении радиографического контроля сварных соединений толщиной 10-30 мм был проведен выбор источник излучения с оптимальными радиографическими параметрами малогабаритный импульсный рентгеновский аппарат Арина-7. Для схема просвечивания через две стенки было рассчитано фокусное расстояние. По абсолютной чувствительности были подобраны эталоны чувствительности.

Проведен сравнительный анализ радиографических параметров пленки Kodak HS800 и рентгеновского экрана Agfa RCF с их аналогами.

В результате проведенных экспериментов определено оптимальное время экспозиции для контроля сварных швов труб \varnothing 1020 мм, с толщиной стенки 10, 20, 30 мм. Построена номограмма экспозиций.

Список использованных источников

1. Горбачев В.И., Семёнов А.П. Радиографический контроль сварных соединений: Учебно-методическое пособие/ под ред. к. т. н. Горбачёва В.И. М.: Издательство спутник «Спутник+», 2009. – 486 с
2. Добромыслов В.А. Радиационные методы неразрушающего контроля. М.: Машиностроение, 1999.
3. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник под редакцией Клюева В.В. М.: Машиностроение, 1995. – 487 с.
4. Соснин Ф.Р. Неразрушающий контроль: Справочник в 7 томах. Пол общей редакцией В.В. Клюева.Т-І, книга 2: Радиационный контроль, М., Машиностроение, 2003, – 506 с.
5. Адаменко А.А., Валевиц М.И. Радиационный контроль сварных соединений. К.: Техника, 1981. – 160 с.
6. Волченко В.Н., Гурвич А.К., Майоров А.Н., Кабуша Л.А., Макаров Э.Л. Хусанов М.Х. Контроль качества сварки. Под ред. В.Н. Волченко. Учебное пособие для машиностроительных вузов. М, «Машиностроение» 1975. –328 с.
7. Соснин Ф.Р., Волошин В.О., Симонова Т.А. Радиационный неразрушающий контроль. Пособие для обучения специалистов II уровня по радиационному контролю для инженерно-технических специальностей вузов. Алматы. «Гылым», 1993. – 482 с.
8. Алешин Н.П. Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. Учебник для техн. училищ. – М.: Высшая школа, 1981. – 144 с.
9. Горбунов В.И., Покровский А.В. Радиометрические системы радиационного контроля. М., Атомиздат, 1979, с. 223
10. Интернет ресурс. Сайт ООО «Спектрофлеш» <http://www.spectroflash.ru>.
11. Интернет ресурс. Сайт ООО «Галас НТД» <http://galas-ndt.ru>
12. ГОСТ 7512-75. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод. М., Изд-во стандартов, 1976, 22 с.

13. ГОСТ 20426-82. Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения. М., Изд-во стандартов, 1982. – 33 с.
14. ОСТ 102-51-85. Контроль неразрушающий. Сварные соединения трубопроводов. Радиографический метод.
15. СНиП III-42-80. Сборка, сварка и контроль качества сварных соединений трубопроводов
16. ПНЭА Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля»
17. ВСН 012-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ.
18. Physics of industrial radiology by R. Halmshaw. N.Y., 1966, p. 498.
19. Ross A.M. Neutron radiographic inspection of nuclear fuels. «Atomic Energy Review», 1977, N 152, p. 247.
20. General Dynamics “Non-destructive testing, Radiographic testing” , 1967.
21. Industrial radiography. Holography. AGFA-Geveart.
22. Richard A. Quinn., Claire C Sigl., John J. Callinan. Радиография в современной промышленности. Eastman Kodak Company. 1980; перевод ЗАО «Литас», 2005.

Раздел 1
An experimental part

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ41	Горяев Заян Владимирович		

Консультант кафедры ОТСП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист кафедры ИЯФТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мыльникова Татьяна Степановна			

3 Experimental part

3.1 Determination of exposure time

The experimental part was to determine the optimal exposure time. The values of the optical density of darkening in images should be at least 1.5 e.o.p. (A basic requirement of GOST 7512-85 in which images are allowed to decipher), and the sensitivity corresponded to class III.

Experimental studies were carried out as follows: Welds samples diameter Ø1020 mm with a thickness of 10, 20, 30 mm steel 09G2S shone through two walls pulsed device Arina-7, changing the exposure time. The dose received by films Agfa Structurix F8; Kodak Industrex HS800 measured measured dose apparatus ID-02. The optical density of darkening processed images measured digital densitometer - DP 5004. The sensitivity was measured using negative measurement apparatus - NGS-1K. Standards sensitivity set in the drawer along with films

The measurement results are listed in Table 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6.

Table 3.1.1 Results radiographic F8 + RCF, F = 1030 mm, s = 20 mm

Exposure time, sec	Radiation dose, mrad	Optical density e.o.p.	Sensitivity,%	
			Grooving standard	Wire standard
60	11	0.7	1.55	1.37
90	19	1.35	0.75	0.8
120	28	2.2	0.3	0.3
150	37	2.95	0.3	0.3

Table 3.1.2 Results radiographic HS800+Pb, F=1030 mm, s=20 mm

Exposure time, sec	Radiation dose, mrad	Optical density e.o.p.	Sensitivity,%	
			Grooving standard	Wire standard
60	9	0.4	1.95	1.7
90	15	1.05	1.35	1.22
120	21	1.5	0.3	0.3
150	27	2.3	0.3	0.3

Table 3.1.3 Results radiographic F8+RCF, F=1030 mm, s=40 mm

Exposure time, sec	Radiation dose, mrad	Optical density e.o.p.	Sensitivity,%	
			Grooving standard	Wire standard
120	15	1.25	0.65	0.69
150	21	1.6	0.3	0.3
180	27	2.1	0.3	0.3
210	33	2.55	0.3	0.3

Table 3.1.1 Results radiographic HS800+Pb, F=1030 mm, s=40 mm

Exposure time, sec	Radiation dose, mrad	Optical density e.o.p.	Sensitivity,%	
			Grooving standard	Wire standard
120	11	0.9	0.85	0.9
150	18	1.4	0.32	0.35
180	23	1.9	0.3	0.3
210	27	2.45	0.3	0.3

Table 3.1.1 Results radiographic F8+RCF, F=1030 mm, s=60 mm

Exposure time, sec	Radiation dose, mrad	Optical density e.o.p.	Sensitivity,%	
			Grooving standard	Wire standard
180	19	0.8	0.9	1.1
210	22	1.25	0.45	0.5
240	25	1.75	0.3	0.3
270	29	2.35	0.3	0.3

Table 3.1.1 Results radiographic HS800+Pb, F=1030 mm, s=60 mm

Exposure time, sec	Radiation dose, mrad	Optical density e.o.p.	Sensitivity,%	
			Grooving standard	Wire standard
180	15	0.5	1.55	1.58
210	18	0.95	1.0	1.05
240	21	1.45	0.35	0.38
270	23	1.95	0.3	0.3
300	27	2.3	0.3	0.3

According to Table 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6 plotted the density of the darkening and the radiation dose from the exposure time. Graphs are shown in Figure 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6

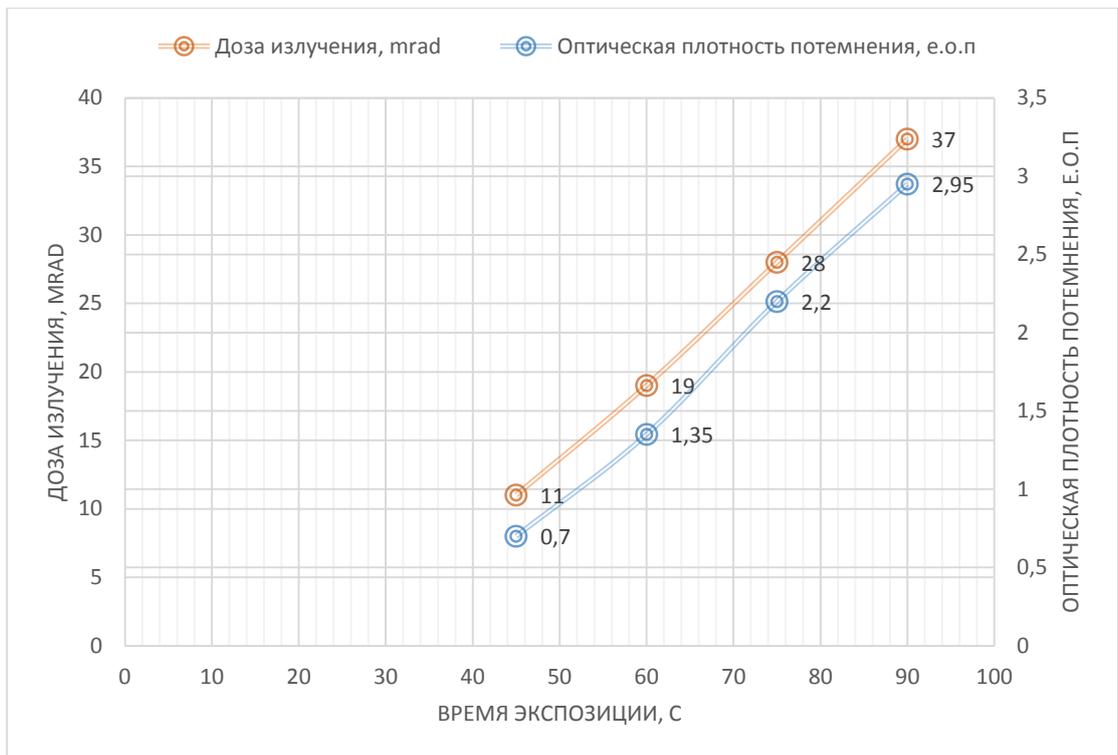


Figure 3.1 Dependence of darkening density and radiation dose on exposure time F8+RCF, F=1030 mm, s=20 mm

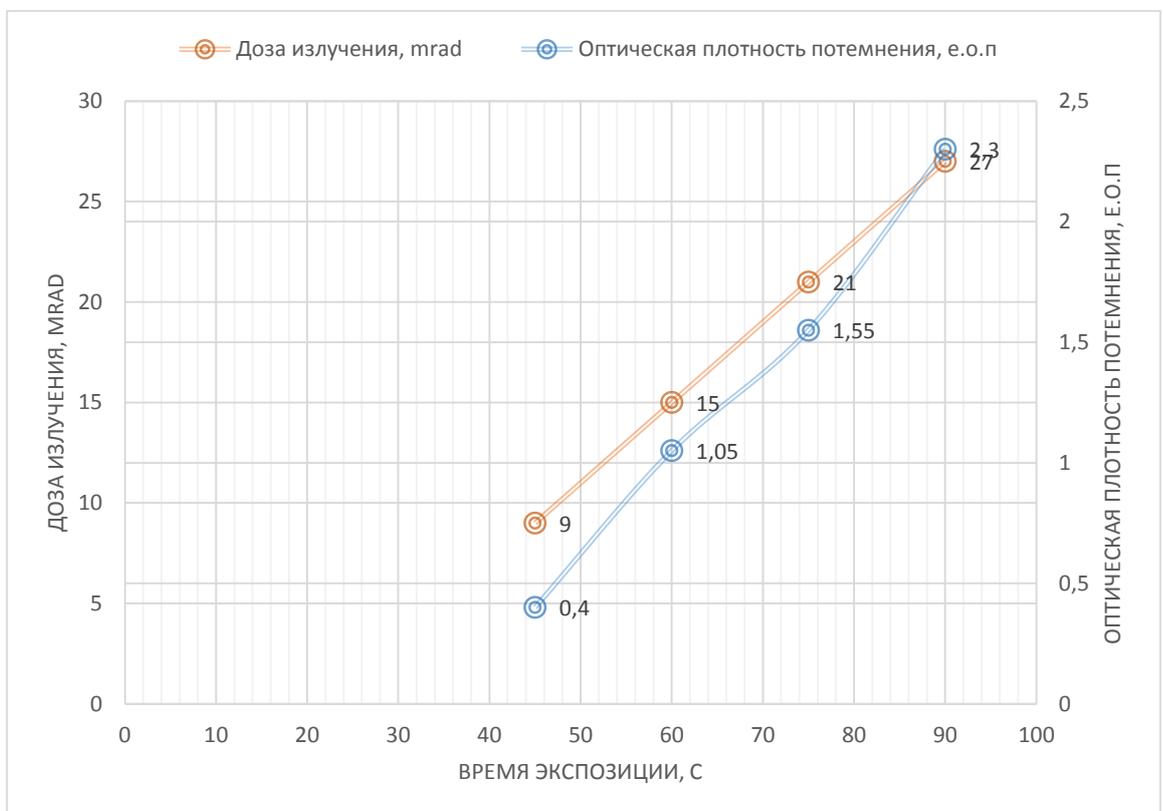


Figure 3.2 Dependence of darkening density and radiation dose on exposure time HS800+Pb, F=1030 mm, s=20 mm

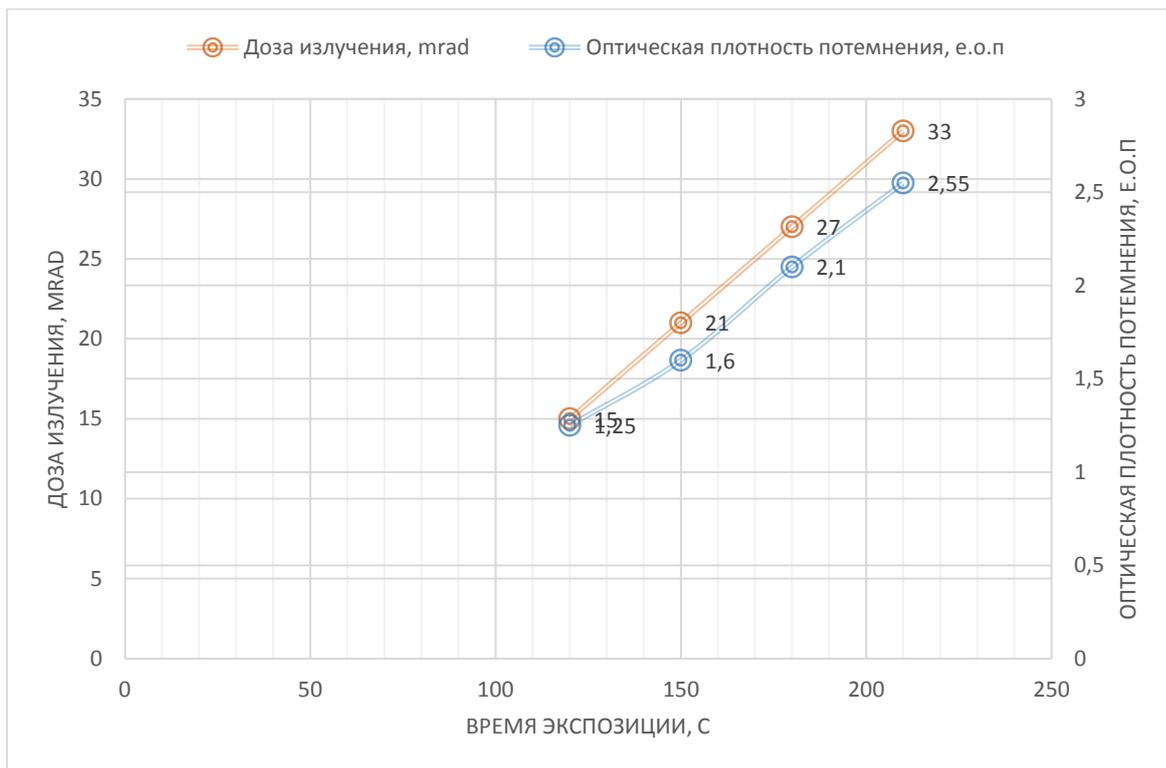


Figure 3.3 Dependence of darkening density and radiation dose on exposure F8+RCF, F=1030 mm, s=40 mm

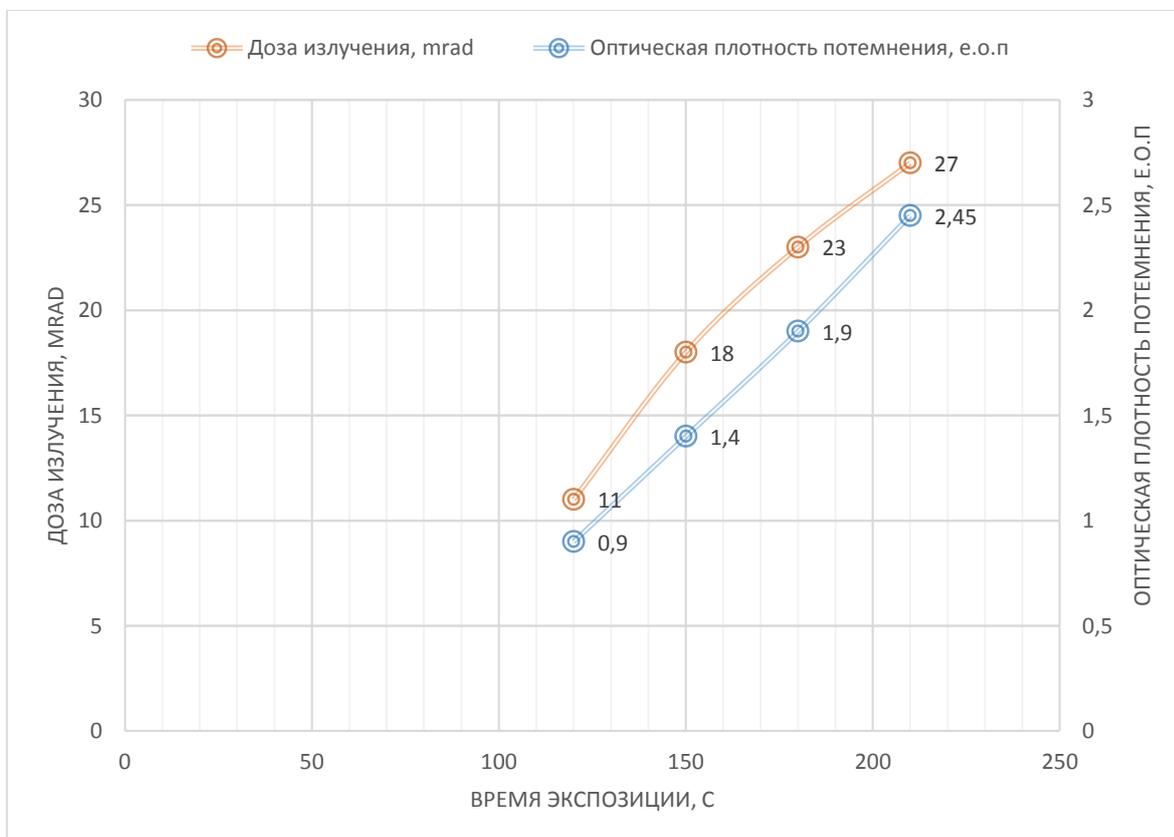


Figure 3.4 Dependence of darkening density and radiation dose on exposure time
 HS800+Pb, F=1030 mm, s=40 mm



Figure 3.5 Dependence of darkening density and radiation dose on exposure time F8+RCF,
 F=1030 mm, s=60 mm

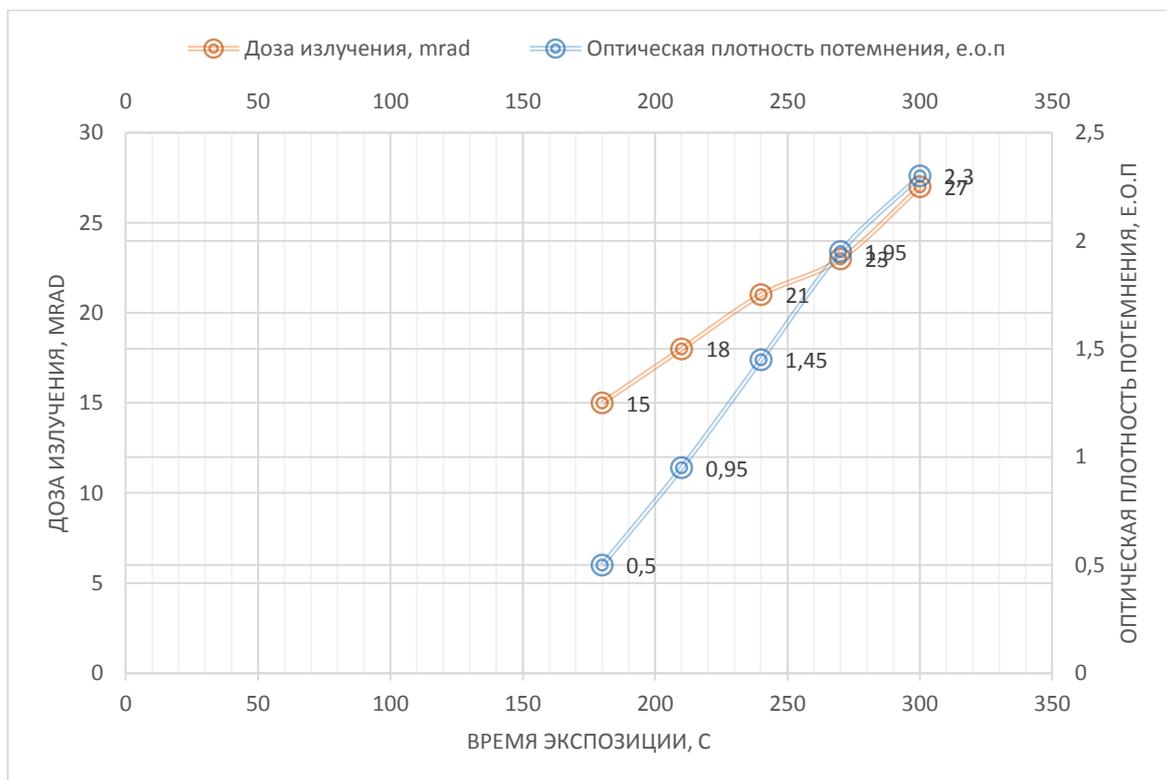


Figure 3.6 Dependence of darkening density and radiation dose on exposure HS800+Pb,
 $F=1030$ mm, $s=60$ mm

All graphs exhibited linear dependence of the density of darkening on exposure time. It confirms that the degree of darkening of the radiographic film, which is in the radiation field in a range of densities darkening is proportional to the exposure dose. The graphs defined exposure time, in which the optical density is 1.5 darkening e.o.p. These time are shown in table 3.7.

Table 3.7 Estimated optimum exposure time

Raying thickness, mm	F8+RCF	HS800+Pb
20	63	74
40	142	155
60	225	243

Using the data from Table 3.7 nomogram was built. This nomogram will define the optimal modes of radiographic testing of circular welded joints of pipes with diameter $\varnothing 1020$ mm, wall ness 10, 20 and 30 mm. The nomogram is shown in Figure 3.7.

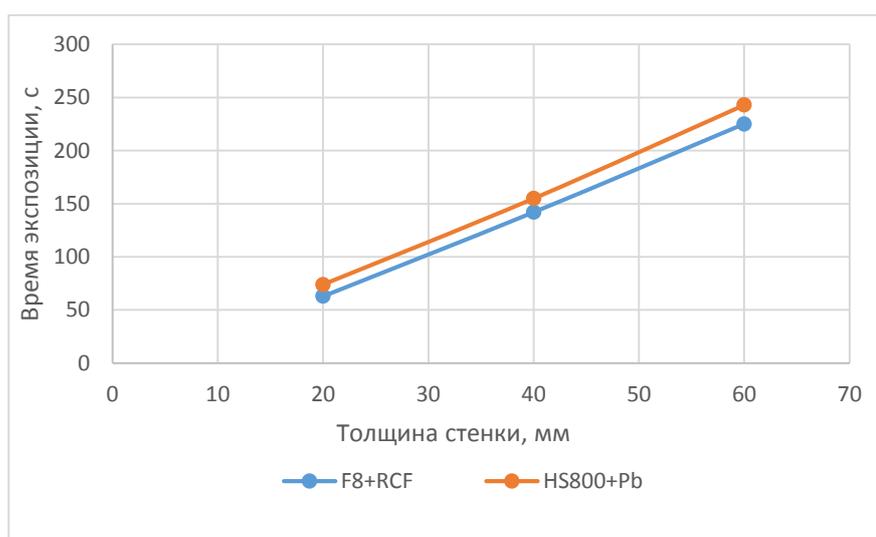


Figure 3.7 The nomogram with the measurement parameters $F = 1030$ mm, the density of darkening $D = 1.5$

ШИФР
ТК-РКФ-01-2016

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ: ТПУ, кафедра ОТСП

НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА: Ø1020×10, 20, 30

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ				Уровень качества	В			
НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА		Ø1020×10, 20, 30						
НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ		ГОСТ 7512-82; СТО Газпром 2-2.4-083-2006; «Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащённости подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром».						
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ								
ОБЪЕКТ КОНТРОЛЯ			ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ	СХЕМА ПРОСВЕЧИВАНИЯ				
ТУ на трубу	Номинальный диаметр трубы (D), мм	Номинальная толщина стенки (S), мм	Тип сварного соединения	<p style="text-align: center;">ФРОНТАЛЬНОЕ ПРОСВЕЧИВАНИЕ ЧЕРЕЗ ДВЕ СТЕНКИ</p> <p style="text-align: center;">(три экспозиции с перемещением источника на 120°)</p>				
ТУ 14-159-1128-2008	1020	10,0	Стыковое, кольцевое, РД					
		20						
		30						
2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И РЕЖИМЫ ПРОСВЕЧИВАНИЯ								
Тип радиографической пленки		Тип усиливающего экрана		Толщина стенки, мм		Время экспозиции, сек		Плотность потемнения снимка, D
				контролируемая (номинальная)	радиационная (просвечиваемая)	AGFA F8+ RCF	Kodak HS800+ Pb	
AGFA F8	Kodak HS800	RCF	Pb	10	20	63	74	1,5-1,8
				20	40	142	155	
				30	60	225	243	
3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНТРОЛЯ								
Чувствительность контроля		Требуемая чувствительность контроля K, мм		Расстояние от поверхности просвечиваемого участка сварного соединения до радиографической пленки, мм		Фокусное расстояние (min) F, мм		Формат радиографической пленки, мм
III класс по ГОСТ7512-82		0,3		до 3		1030		300x80

4. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

№№ п/п	Наименование операции	Содержание операции, основные требования	Оборудование и инструмент
4.1.	Подготовка к контролю	<p>4.1.1. Радиографический контроль проводить после внешнего осмотра сварного шва и устранения обнаруженных наружных дефектов (незаплавленных кратеров, подрезов, выходящих на поверхность пор).</p> <p>4.1.2. После устранения всякого рода дефектов сварного шва, выявленных при помощи визуального контроля, перед началом контроля необходимо несмываемым маркером (краской) отметить единую точку начала отсчета для всех методов НК (в верхней половине сварного соединения) и направление отсчета координат на трубе.</p> <p>4.1.3. Установить на сварное соединение (стык): - канавочные эталоны чувствительности №1, №2 по одному на каждый форматный снимок.</p> <p>4.1.4. Для привязки снимков к сварному соединению системой свинцовых маркировочных знаков, установленных на стыке (на участке сварного стыка), обозначают: - направление укладки кассет; - номер пленки; - шифр (характеристика) объекта; - номер стыка; - шифр (клеймо сварщика или бригады); - шифр (клеймо дефектоскописта); - дату проведения контроля.</p> <p>Допускается маркировка радиографических снимков после проявления простым карандашом или маркером по следующим позициям: - номер пленки; - шифр (клеймо) сварщика (или бригады); - шифр (клеймо) дефектоскописта.</p> <p>4.1.5. Эталоны чувствительности устанавливаются с направлением канавок поперек сварного шва, на расстоянии от него не менее, чем 5 мм так, чтобы изображения маркировочных знаков эталона не накладывались на изображение шва на снимке.</p> <p>4.1.6. Оградить сигнальными знаками или флажками которые должны быть отчетливо видны с расстояния не менее 3 м, зону излучения (согласно схеме замеров радиационно-опасной зоны), мощность излучения в которой превышает 2,5 мкЗв/час.</p> <p>4.1.7. Установить на сварное соединение с помощью прижимного пояса радиографическую пленку в светонепроницаемых кассетах чтобы обеспечить плотное прилегание пленки к металлу шва и перекрытие изображений смежных участков сварного соединения не менее 20 мм.</p>	Лабораторный фонарь, Кюветы, Таймер, Термометр, Пинцет, Раствор для обработки радиографической пленки, Дозиметр ДКГ РМ-1203

4.2.	Проведение контроля	<p>4.2.1. Установить аппарат согласно схеме просвечивания.</p> <p>4.2.2. Количество установок источника (экспозиций) не менее 3-х под углом 120 градусов.</p> <p>4.2.3. Установить требуемое время экспозиции на шкале таймера.</p> <p>4.2.4. Отойти на безопасное расстояние не менее 25 м. от аппарата.</p> <p>4.2.5. Нажмите кнопку ПУСК. Должен загореться светодиод ОР на панели таймера.</p> <p>4.2.6. Прекращение экспозиции происходит автоматически после отработки заданного оператором времени экспозиции. При необходимости досрочного прекращения экспозиции следует нажать кнопку СТОП.</p> <p>4.2.7. Фокусное расстояние, тип рентгеновской пленки и усиливающих экранов должны выбираться потребителем, исходя из конкретных требований, предъявляемых к качеству рентгенографического контроля, в соответствии с существующими нормативно-техническим документами. Для ориентировочного определения требуемого времени экспозиции при просвечивании стали можно пользоваться номограммой.</p> <p>4.2.8. По окончании работы заблокировать аппарат поворотом ключа БЛОКИРОВКА в замке безопасности на 90° против часовой стрелки для предотвращения возможности его несанкционированного использования.</p>	<p>Рулетка, Рентгеновский аппарат: Арина-7, Индивидуальный дозиметр ИД 0,2; Дозиметр ДКГ РМ-1203</p>
4.3.	Фотообработка радиографической пленки	<p>4.3.1. Фотообработку экспонированной радиографической пленки проводить в специально оборудованном помещении – фотолаборатории при неактивном освещении.</p> <p>4.3.2. Проверить пригодность и температуру обрабатываемых растворов. Они должны иметь температуру в пределах 15-25°С. Для жидких растворов необходимо руководствоваться инструкцией к реактиву.</p> <p>4.3.3. Оптимальное время проявления при температуре проявителя 20°С указывается на этикетке первичной упаковки. Время проявления в проявителе устанавливать в зависимости от фактической температуры проявления.</p> <p>4.3.4. Режимы промывок, фиксирования и сушки выбирать следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - промежуточная промывка – не менее 1 мин. при температуре 12-28°С; - фиксирование в фиксирующем растворе – не менее 10 мин. при температуре 20+5°С; - окончательная промывка в проточной или сменной (не менее 3 раз) воде – не менее 15 мин. при температуре 12-28°С; - сушка естественная или в потоке воздуха – до полного высыхания при температуре не выше 35°С. 	<p>Линейка, Лабораторный фонарь, Кюветы, Таймер, Термометр</p>
4.4.	Расшифровка снимков	<p>4.4.1. Расшифровку рентгеновских снимков провести согласно СТО Газпром 2-2.4-083-2006. Снимки, допущенные к расшифровке, должны удовлетворять следующим требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - длина каждого снимка должна обеспечивать перекрытие изображения смежных участков сварного соединения на величину не менее 20 мм, а его ширина - получение изображения сварного шва и прилегающей к нему околошовной зоны шириной не менее 20 мм с каждой стороны; - на снимках не должно быть пятен, полос, загрязнений, следов электростатических разрядов и других повреждений эмульсионного слоя, затрудняющих их расшифровку; - на снимках должны быть видны изображения сварного шва, эталонов чувствительности и маркировочных знаков, ограничительных меток, имитаторов, и мерительных поясов; - оптическая плотность самого светлого участка сварного шва должна быть не менее 1,5 е.о.п.; 	<p>Денситометр, Универсальный шаблон рентгенографиста УШР</p>

		<p>- разность оптических плотностей изображения канавочного эталона чувствительности и основного металла в месте установки эталона должна быть не менее 0,5 е.о.п.</p> <p>- чувствительность снимков в соответствии с ГОСТ 7512-82.</p> <p>(III класс чувствительности для уровня качества «В» должна быть не хуже 0,3 мм).</p> <p>4.4.2. При расшифровке снимков размеры дефектов следует округлять в большую сторону до ближайших чисел, определяемых из ряда: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 2,7; 3,0.</p> <p>Каждый дефект должен быть отмечен отдельно и иметь подробное описание с указанием:</p> <p>- символа условного обозначения типа дефекта;</p> <p>- размера дефекта или суммарной длины цепочки и скопления пор или шлака (с указанием максимального размера дефекта в группе), мм;</p> <p>- количества однотипных дефектов на снимке;</p> <p>- глубины дефектов, мм или % от толщины металла.</p> <p>Заключения по результатам контроля следует давать отдельно по каждому снимку.</p> <p>После анализа всех участков (отрезков) или снимков составляют заключение о качестве сварного стыка в целом.</p>			
4.5	Нормы оценки качества сварных соединений	Оценку качества сварного соединения по результатам радиографического контроля производят в соответствии с СТО Газпром 2-2.4-083-2006.			
		Название дефекта	Условное обозначение дефекта	Вид дефекта	Допустимые размеры дефектов сварных соединений по уровню качества «В»
		Поры	Aa	Единичные (сферические и удлиненные)	при $L \geq 3d$: $d, h, l_t \leq 2,0$ мм при $L \geq 5d$: $d, h, l_t \leq 2,5$ мм $\sum D \leq 50$ мм
			Ab	Цепочки	$d, h, l_t \leq 1,5$ мм; $l \leq 10,0$ мм $\sum D \leq 30$ мм
			Ac	Скопления	$d, h \leq 1$ мм; $l, l_t \leq 5$ мм $\sum D \leq 30$ мм
			Ак	Канальные, в т.ч. «червеобразные»	$h, l_t \leq 1$ мм; $l \leq 5$ мм $\sum D \leq 25$ мм
		Неметаллические (шлаковые) включения	Va	Единичные компактные	$h \leq 1$ мм, при $l_t \leq 3,0$ мм; $l_t \leq 5$ мм; $\sum D \leq 30$ мм
			Vb	Цепочки	$d, h, l_t \leq 1$ мм; $l_t \leq 20,0$; $\sum D \leq 50$ мм
			Vc	Скопления	$d, h \leq 1$ мм; $l, l_t \leq 5$ мм; $\sum D \leq 30$ мм
			Vd ₁	Односторонние удлиненные	$h \leq 1$ мм; $l \leq 20,0$ мм; $\sum D \leq 50$ мм
	Vd ₂		Двухсторонние удлиненные	$h \leq 1$ мм; при $S \leq 0,8$ мм (с обеих сторон шва) При $l_t \leq 10$ мм $\sum D \leq 30$ мм (с обеих сторон шва)	
	Металлические включения	Mw	Вольфрамовые и включение других нерастворимых металлов	$d, h, l_t \leq 1$ мм; $l_t \leq 6,0$ мм, при $L \leq 50$ количество включений: не более 4-х на 300 мм	

	Непровары	Da ₁	В корне шва	$h \leq 0,5 \text{ мм}; l \leq 10,0 \text{ мм}; \sum D \leq 30 \text{ мм}$
		Da ₂	В корне шва из-за смещения кромок	$L_1 \leq 20,0 \text{ мм}; \sum D \leq 75 \text{ мм}$
		Da ₃	Внутренние при двухсторонней сварке	$h \leq 1 \text{ мм}; l_1 \leq 20,0 \text{ мм}; \sum D \leq 25 \text{ мм}$
	Несплавления	Db	Межслойные	$l \leq 20,0 \text{ мм}; \sum D \leq 30 \text{ мм}$
		Dc ₁	По разделке кромок	$h \leq 0,5 \text{ мм}; l_1 \leq 10,0 \text{ мм}; \sum D \leq 15 \text{ мм}$
		Dc ₂	По разделке кромок выходящие на поверхность	$h \leq 0,5 \text{ мм}; l \leq 10,0 \text{ мм}; \sum D \leq 15,0 \text{ мм}$
	Трещины	E	Любой длины и направления сварного шва	Не допускаются
	Дефекты формы шва	Fa	Вогнутость корня шва (утяжина)	$h \leq 2 \text{ мм}; l_1 \leq 20,0 \text{ мм}; \sum D \leq 100 \text{ мм}$
		Fb	Превышение проплавления (провис)	$h \leq 5,0 \text{ мм}; l_1 \leq 10,0 \text{ мм}; \sum D \leq 50 \text{ мм}$
		Fc	Подрезы	$h \leq 0,5 \text{ мм}; l \leq 150 \text{ мм};$
Fd		Смещение кромок	$h \leq 2,0 \text{ мм}$	
<p>Примечание:</p> <ol style="list-style-type: none"> Для выполнения оценки качества сварных соединений требуются следующие данные неразрушающего контроля: <ul style="list-style-type: none"> • высота дефекта - h; • длина дефекта вдоль и/или поперек сварного шва (размеры l_1 и/или l_2); • диаметр дефекта - d (в случае обнаружения пор); • глубина залегания дефекта - c; • расстояние между близкорасположенными дефектами - L; • смещение кромок сварного соединения - Δ. • толщина стенки трубы - S В сварном соединении с внутренней подваркой - непровары и несплавления в корне сварного соединения не допускаются. Суммарная протяженность допустимых по высоте внутренних дефектов на любые 300 мм сварного соединения не должна превышать 50 мм, но не более 115 мм периметра сварного соединения, кроме дефектов с условными обозначениями Fa, Fc и Fd, протяженность которых не учитывается при подсчете суммарной протяженности всех дефектов. Сварное соединение отправляется в ремонт, если суммарная протяженность всех выявленных дефектов меньше 115 мм периметра сварного соединения, в противном случае сварное соединение подлежит вырезке. Подрезы, смещения кромок и другие наружные дефекты швов измеряются в процессе визуального и измерительного контроля. При смещении кромок более 2-х мм любые подрезы не допускаются. Внутренние подрезы и смещения кромок могут определяться физическими методами контроля. Подрезы $h \leq 0,3$ мм не квалифицируются как нормируемые дефекты, и их протяженность не регламентируется. На участке максимально допустимого смещения кромок любые дефекты не допускаются. При оценке качества сварных соединений разнотолщинных элементов, нормы оценки дефектов принимаются по элементу меньшей толщины. 				

4.6	Меры безопасности при работе с рентгеновским аппаратом	<p>При работе с аппаратом необходимо соблюдать следующие меры безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять постоянно дозиметрический контроль радиационной обстановки. - не оставлять аппарат без присмотра, хранить его в специально отведенном помещении - Постоянно следить за техническим состоянием аппарата. - Категорически запрещается выход на объект и работа с неисправным аппаратом. - В случае обнаружении неисправности – устраните их вплоть до замены забракованных деталей и сборочных единиц из имеющихся в составе ЗИП. <p>После работы при неблагоприятной погоде (дождь, снег, пыль, грязь и т.д.), прежде чем поставить аппарат на хранение, обязательно насухо протрите наружные поверхности аппарата и пульта управления.</p>
4.7	Оформление результатов контроля	<p>Оценка результатов контроля. По результатам расшифровки стык признается годным либо отправляется в ремонт (вырезка). Сварные стыки, считаются годными, если в них не обнаружено дефектов или если обнаруженные дефекты не превышают значений, согласно СТО Газпром 2-2.4-083-2006.</p> <p>Результаты контроля фиксируют в сварочном журнале и оформляют в виде заключений в форме установленной в Приложении Б СТО Газпром 2-2.4-083-2006.</p> <p>Занести результаты заключения в журнал контроля сварных соединений неразрушающими методами согласно СТО Газпром 2-2.2-136-2007 (приложение Г4).</p> <p>Производитель должен быть ознакомлен с результатами контроля.</p>
4.8	Примеры записи расшифровки рентгеновских пленок	<p>1. На оцениваемом участке 300мм обнаружены изображения пяти пор с диаметром 3 мм каждая, цепочки пор с длиной 30 мм и максимальной длиной и шириной поры в цепочке 3 мм, и шлакового включения с длиной 15 мм и шириной 2 мм. Максимальная суммарная длина дефектов на участке снимка длиной 300 мм составляет 60 мм Запись в документации : 5Aa3,0>2мм ; Ab30 - 5>1,5мм; Ba15x2>5мм; 60мм >50мм -ремонт;</p> <p>2. На оцениваемом участке 300мм обнаружены изображения двух скоплений пор (длина каждого скопления 10 мм, максимальный диаметр пор 0,5 мм) и скопление шлаковых включений (длина скопления 8 мм, максимальная длина и ширина включений 2 и 1 мм). Максимальная суммарная длина дефектов на участке снимка длиной 300 мм составляет 28 мм. Запись в документации: 2Ac10x0,5≤12,5мм; Bc8x2-1≤12,5мм; 28мм-годен</p> <p>3. На оцениваемом участке 300мм обнаружены изображения трех непроваров длиной 9 мм каждый. Запись в документации: 3Da19≤12,5мм; ∑27мм >25мм -ремонт.</p> <p>4. На оцениваемом участке 300мм обнаружена одна пора размером 1мм, глубиной более 2мм Запись в документации: Aa1>10%-ремонт</p>
<p>Не оговоренные в данной технологической карте операции должны выполняться в соответствии с СТО Газпром 2-2.4-083-2006, «Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром».</p>		

Разработал: студент группы 1ВМ41 Горяев З.В.