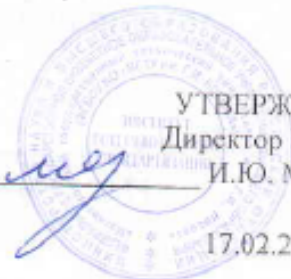




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

17.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт естествознания и стандартизации |
| Кафедра | Физики |
| Курс | 4 |
| Семестр | 7 |

Магнитогорск
2020 год


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
06.02.2020, протокол № 5

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры Физики,  Э.К.Мамаев

Рецензент:
профессор кафедры ВТиП, д-р техн. наук  О.С.Логунова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- Изучение физических основ, методов и средств радиационного контроля и диагностики.
- Получение студентами знаний о взаимодействии различных видов радиационных излучений с веществом.
- Изучение физических принципов детектирования разных радиационных излучений.
- Изучение конструкций, принципов и особенностей работы разных типов детекторов.
- Получение представлений о радиационных дозах и радиационном дозиметрическом контроле.
- Изучение общих принципов и особенностей различных методов радиационного контроля технологических параметров, качества, структуры и т.д.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Приборы и методы радиационного контроля входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Метрология и средства измерений

Физика

Теоретические основы электротехники

Цифровые измерительные устройства

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная – преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Приборы и методы радиационного контроля» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|---|
| УК-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК-2.1 | Определяет круг задач в рамках поставленной цели и предлагает способы их решения и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта |
| УК-2.2 | Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм |
| УК-2.3 | Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования |
| ПК-1 | Способен осуществлять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК |

| | |
|--------|---|
| ПК-1.1 | Оценивает условия контроля, состояние контролируемого объекта и средств контроля согласно требованиям нормативно-технической документации |
| ПК-1.2 | Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 52,1 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Приборы и методы радиационного контроля | | | | | | | | |
| 1.1 Радиационные излучения, их природа и основные характеристики | 7 | 8 | 2/2И | | 10,1 | Выполнение и защита лабораторной работы: «Исследование поля излучения закрытого источника Cs- 137» | Отчет по лабораторной работе; семинар | ПК-1.1 ПК-1.2 УК-2.1 УК-2.2 |
| 1.2 Взаимодействие радиационных излучений с веществом | | 4 | 4/2И | | 6 | Выполнение и защита лабораторной работы: «Определение коэффициентов ослабления гамма-лучей в различных веществах» | Отчет по лабораторной работе; семинар | ПК-1.1 ПК-1.2 УК-2.1 УК-2.2 |
| 1.3 Детектирование радиационных излучений | | 4 | 4/2И | | 6 | Выполнение и защита лабораторной работы: «Изучение устройства и работы газоразрядного счетчика» «Изучение устройства и работы сцинтилляционного счетчика» | Отчет по лабораторной работе; семинар | ПК-1.1 ПК-1.2 УК-2.1 УК-2.2 |

| | | | | | | |
|---|----|-------|------|--|---|--------------------------------------|
| 1.4 Дозиметрии ионизирующего излучения | 4 | 2/2И | 10 | Выполнение и защита лабораторной работы: «Изучение устройства и работы газоразрядного счетчика» | Отчет по лабораторной работе; семинар | ПК-1.1 ПК-1.2 УК-2.1 УК-2.2 |
| 1.5 Виды и способы радиационного контроля | 8 | 4 | 10 | Выполнение и защита лабораторной работы: «Оценка точности определения толщины металла с помощью просвечивающего гамма- излучения» | Отчет по лабораторной работе; семинар | ПК-1.1 ПК-1.2 УК-2.1 УК-2.2 |
| 1.6 Организация работ с использованием источников ионизирующего и- лучения | 8 | 2 | 10 | Выполнение и защита лабораторной работы: Диагностирование дефектов, с по - мощью модели рентгеновской установки | Отчет по лабораторной работе; семинар | ПК-1.1 ПК-1.2 УК-2.1 УК-2.2 |
| Итого по разделу | 36 | 18/8И | 52,1 | | | |
| Итого за семестр | 36 | 18/8И | 52,1 | | зао | |
| Итого по дисциплине | 36 | 18/8И | 52,1 | | зачет с оценкой | |

5 Образовательные технологии

Лекции проходят в традиционной форме с использованием мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к итоговой аттестации, а также при написании конспекта по вопросам, отведенным на самостоятельное изучение.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Кочкин, Ю. П. Радиационные методы контроля: учебное пособие / Ю. П. Кочкин, А. Ю. Солнцев, Е. Н. Астапов ; МГТУ, [каф. физики]. - Магнитогорск, 2010. - 79 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=453.pdf&show=dcatalogues/1/1079715/453.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная литература:

1. Бигус Г.А., Основы диагностики технических устройств и сооружений / Г.А. Бигус, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 445 с. - ISBN 978-5-7038-4804-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848043.html> (дата обращения: 29.10.2020). - Режим доступа : по подписке

2. Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 301 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07040-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/438446> (дата обращения: 29.10.2020)

в) Методические указания:

1. Кочкин, Ю.П. Основы радиационного контроля: лабораторный практикум для студентов специальности 200102 очной формы обучения/Кочкин Ю.П, Солнцев А.Ю.; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2015. -24с.: табл., граф., схемы.-Текст: непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---|------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-757-17 от 27.06.2017 | 27.07.2018 |
| 7Zip | свободно | бессрочно |

| | | |
|--|------------------------------|-----------|
| Adobe Flash Professional CS 5 Academic Edition | К-113-11 от 11.04.2011 | бессрочно |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория Неразрушающего контроля МГТУ им Г.И.Носова

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Альбом образцовых радиографических снимков, 20 листов
2. Аппарат рентгеновский АРИОН-300 (учебный макет-имитатор)
3. Денситометр измеритель оптической плотности ДНС-2
4. Денситометр измеритель оптической плотности ДНС-2
5. Дозиметр ДКГ-РМ-1621
6. Знаки маркировочные (№2, №6)
7. Негатоскоп X-Lum
8. Образцы с характерными дефектами (паспортизованные) по методу РК
9. Оптический клин с метрологией
10. Пояс маркировочный 100см
11. Трафарет для определения размеров несплошностей с метрологией
12. Шаблон универсальный радиографа УШР-1
13. Штатив трехножный для р/а СПРУТ ШРТ-3
14. Эталоны канавочные чувствительности №11, №12

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Интерактивная доска, проектор;

Доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-методической документации, стеллажи и сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта оборудования.

Приложение 1

«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

По дисциплине «Приборы и методы радиационного контроля» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на лабораторных заданиях.

Внеаудиторная работа студентов предполагает подготовку к лабораторным и семинарским занятиям.

Вопросы по теме «Приборы и методы радиационного контроля».

1. Радиоактивность. Закономерности альфа- и бета-распадов. Источники гамма-излучения. Энергетические спектры альфа- беты- и гамма-излучений. Радиоактивные семейства.
2. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного элемента, ее вычисление и единицы измерения.
3. Принципы получения рентгеновского излучения. Рентгеновская трубка. Тормозной рентгеновский спектр, коротковолновая граница спектра. Характеристический спектр, формула Мозли.
4. Получение тормозного электромагнитного излучения с помощью источников высоких энергий. Особенности формирования излучения и его спектр. Источники потоков нейтронов и их энергетический спектр.
5. Взаимодействие альфа- и бета- частиц с веществом. Пробег этих частиц в веществе. Взаимодействие потоков нейтронов с веществом.
6. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: фотоэффект, рассеяние электромагнитных фотонов, образование электронно-позитронных пар. Закон изменения интенсивности излучения. Коэффициент ослабления и его зависимость от различных факторов.
7. Несамостоятельный разряд в газе, закономерности его протекания при разных напряжениях. Полная зависимость тока от напряжения. Коэффициент газового усиления.
8. Устройство и принцип работы ионизационной камеры. Импульсный и интегрирующий режим работы камеры.
9. Устройство и принципы работы газоразрядных счетчиков (пропорционального и Гейгера-Мюллера). Самогасящиеся и несамогасящиеся счетчики. Мертвое время и эффективность счетчиков.
10. Устройство и принцип работы сцинтилляционного счетчика. Процессы, протекающие в сцинтилляторе, время высвечивания. Работа ФЭУ. Преимущества и недостатки сцинтилляционных детекторов.
11. Устройство и работа полупроводниковых детекторов. Особенности их работы, преимущества и недостатки.
12. Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы: их определения и единицы измерения. Коэффициент качества. Мощность дозы. Числовые значения некоторых радиационных доз: радиационный фон, предельно допустимая доза и т.д.
13. Измерение накопленной радиационной дозы и мощности дозы. Методы детектирования излучений при дозиметрическом контроле. Система градуировки и

поверки дозиметров.

14. Принципиальное устройство рентгеновских установок, используемых в материаловедении. Стабилизация питания рентгеновских трубок. Способы получения монохроматического излучения. Способы регистрации излучения.
15. Принципы проведения качественного и количественного рентгеновского фазового анализа. Флуоресцентный анализ. Другие направления применения рентгеновского метода в материаловедении.
16. Просвечивающая радиационная дефектоскопия. Виды используемых излучений. Способы регистрации проходящего излучения. Основные факторы, влияющие на чувствительность метода.
17. Принципы определения и контроля толщины проходящим и обратно рассеянным излучением. Факторы, влияющие на точность определения толщины. Принципы работы двухлучевого толщиномера.

Вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1 «Градуировка дозиметра»

1. Дать определение гамма-постоянной радионуклида по мощности экспозиционной дозы, единицы ее измерения.
2. Дать определение гамма-постоянной радионуклида по мощности воздушной кермы, единицы ее измерения.
3. Существует ли связь между гамма-постоянной по мощности экспозиционной дозы и гамма-постоянной по мощности воздушной кермы?
4. С какого расстояния начинает работать закон обратных квадратов?
5. Во сколько раз истинная цена деления отличается от приборной?

Лабораторная работа № 2 «Изучение работы рентгеновского аппарата»

1. Механизмы возникновения рентгеновского и гамма - излучений
2. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом
3. Спектр поглощения рентгеновского излучения
4. Принципиальное устройство рентгеновского установок.
5. Стабилизация питания рентгеновских трубок.
6. Способы получения монохроматического излучения.
7. Способы регистрации излучения.

Лабораторная работа № 3 «Измерение поглощенной дозы»

1. Поглощенная доза. Единица измерения и определение.
2. Коэффициент качества.

3. Мощность дозы.
4. Числовое значение радиационных доз: фон, предельная допустимая доза.
5. Измерение поглощенной дозы и мощности дозы.

Лабораторная работа № 4 «Изучение работы оборудования для рентгеновского контроля (Негатоскоп, денситометр, дозиметр и т.д.)»

1. Классификация оборудования для рентгеновского контроля.
2. Приборы и методы работы оборудования.

Лабораторная работа № 5 «Эталоны чувствительности и рентгеновская пленка»

1. Физические основы радиографической дефектоскопии
2. Абсолютная и относительная чувствительность рентгеновского метода
3. Эталон чувствительности и основные типы эталонов.
3. Тип рентгеновской пленки

Перечень вопросов к семинарским занятиям

Семинар № 1 «Физические основы радиационных методов контроля»

1. Удельная активность радионуклида
2. Фильтрация рентгеновского излучения трубкой
3. Основное различие между радиографией и флуороскопией
4. Ослабление гамма-излучения в области энергий
5. Проникающая способность рентгеновского излучения
6. Моноэнергетический рентгеновский пучок излучения
7. Эффективное фокусное пятно в рентгеновской трубке
8. Рентгеновская пленка

Семинар № 2 «Первичные преобразователи магнитных полей»

1. Рентгеновская трубка
2. Высоковольтный трансформатор
3. Вентильные лампы
4. Фильтры устанавливаемые на рентгеновские трубки.

Семинар № 3 «Магнитная дефектоскопия»

1. Виды дефектов выявляемых радиационными методами контроля.
2. Активность фиксажа
3. Проявление рентгеновских пленок
4. Обработка рентгеновских пленок

а) «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

Промежуточная аттестация по дисциплине «Приборы и методы ультразвукового контроля» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|---|---|
| <p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> | | |
| <p>УК-2.1</p> | <p>Определяет круг задач в рамках поставленной цели и предлагает способы их решения и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта</p> | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету с оценкой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические принципы и методы регистрации рентгеновского α -, β -, γ - излучений, потоков нейтронов. 2. Какие пучки нейтронов преимущественно используют для НК? 3. Отличие пучков ускоренных электронов от бета-излучения радионуклидов 4. Принцип получения рентгеновского излучения в резком замедлении движущихся с высокой скоростью электронов в твердом теле. 5. Какова предельно допустимая доза для лиц категории А? 6. Поглощенная доза. Единица измерения в системе СИ поглощенной дозы. 7. Увеличение энергии фотонного излучения. |
| <p>УК-2.2</p> | <p>Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм</p> | <p>Задачи и тестовые вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Источник на основе иридия-192, время полураспада которого составляет 75 дней, обеспечивает сегодня оптимальную экспозицию данного объекта за 20 мин. Какое потребуется время экспозиции, спустя 5 мес. для получения снимка той же оптической плотности и при сохранении прочих условий? 2. Какой из перечисленных ниже источников генерирует ионизирующее излучение с наибольшей проникающей способностью? <ol style="list-style-type: none"> а) кобальт-60; б) рентгеновская трубка с ускоряющим напряжением 220 кВ; в) бетатрон на 15 МэВ; г) иридий-192. |

| | | |
|--|---|---|
| | | <p>3. Уровень излучения, который посредством ионизации производит одну единицу количества электричества (в системе СИ) в сухом воздухе массой 0,0012933 г, известен, как: а) милликюри; б) гамма-эквивалент; в) рентген; г) кюри.</p> <p>4. При соударении электрона с мишенью рентгеновской трубки большая часть его энергии преобразуется: а) во вторичное рентгеновское излучение; б) в коротковолновое рентгеновское излучение; в) в тепловую.</p> <p>5. Какой из перечисленных радионуклидов имеет самое длительное время полураспада? а) тулий-170; б) кобальт-60; в) иридий-192; г) цезий-137.</p> |
| УК-2.3 | Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования | <p>Задачи:</p> <p>1. Как определить уровень излучения, который посредством ионизации производит одну единицу количества электричества (в системе СИ) в сухом воздухе массой 0,0012933 Г?</p> <p>2. Если бы потребовалось получить снимок стального объекта контроля (ОК) толщиной 17 см, какой из перечисленных ниже источником гамма-излучения был бы использован? а) кобальт-60; б) тулий-170; в) иридий-192; г) цезий-137.</p> |
| ПК-1 Способен осуществлять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК | | |
| ПК-1.1 | Оценивает условия контроля, состояние контролируемого объекта и средств контроля согласно требованиям нормативно-технической документации | <p>Теоретические вопросы:</p> <p>1. Приборы и методы радиационного контроля 2. Радиационные излучения, их природа и основные характеристики 3. Взаимодействие радиационных излучений с веществом 4. Детектирование радиационных излучений 5. Дозиметрии ионизирующего излучения 6. Виды и способы радиационного контроля 7. Организация работ с использованием источников ионизирующего излучения</p> |
| ПК-1.2 | Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля | Составление Паспорта(Приложение 3) ОБРАЗЕЦ № РК-15 радиационный контроль |

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| | с соблюдением требований охраны труда | Оборудование нефтяной и газовой промышленности(приложение 3) |
|--|---------------------------------------|--|

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрология и средства измерений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «*отлично*» (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, чётко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее;

– на оценку «*хорошо*» (4 балла) – обучающийся должен раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения, допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нетвёрдые;

– на оценку «*удовлетворительно*» (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не чётко, допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах, практические навыки слабые;

– на оценку «*неудовлетворительно*» (2 баллов) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки исследовательской деятельности;

– на оценку «*неудовлетворительно*» (1 балл) – не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто.

Приложение 3
ПАСПОРТ
ОБРАЗЕЦ № РК-15
радиационный контроль
Оборудование нефтяной и газовой промышленности

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Исходные данные | 2 |
| 1.1 | Требования к контролю: | 2 |
| 1.2 | Основные параметры образца:..... | 2 |
| 1.3 | Оборудование и средства контроля: | 3 |
| 1.4 | Параметры контроля:..... | 3 |
| 1.5 | Критерии оценки качества согласно НД: | 4 |
| 1.6 | Условия контроля: | 5 |
| 2 | Протокол измерения образца | 6 |
| 2.1 | Оценка качества объекта контроля согласно НД: | 6 |
| 3 | Технологическая карта радиационного контроля РК-15 | 7 |
| 4 | Приложение №1 к технологической карте по R -контролю № РК -15 | 11 |
| 5 | Заключение № 01/15 по результатам радиационного контроля | 14 |
| 6 | Приложение к заключению № 01 на образец № РК-15 образца Схема расположения всех выявленных дефектов сварного соединения | 15 |
| 7 | Заключение № 02/15 по результатам радиационного контроля | 16 |
| 8 | Приложение к заключению № 02 на образец РК-15 образца Схема расположения всех выявленных дефектов сварного соединения | 17 |

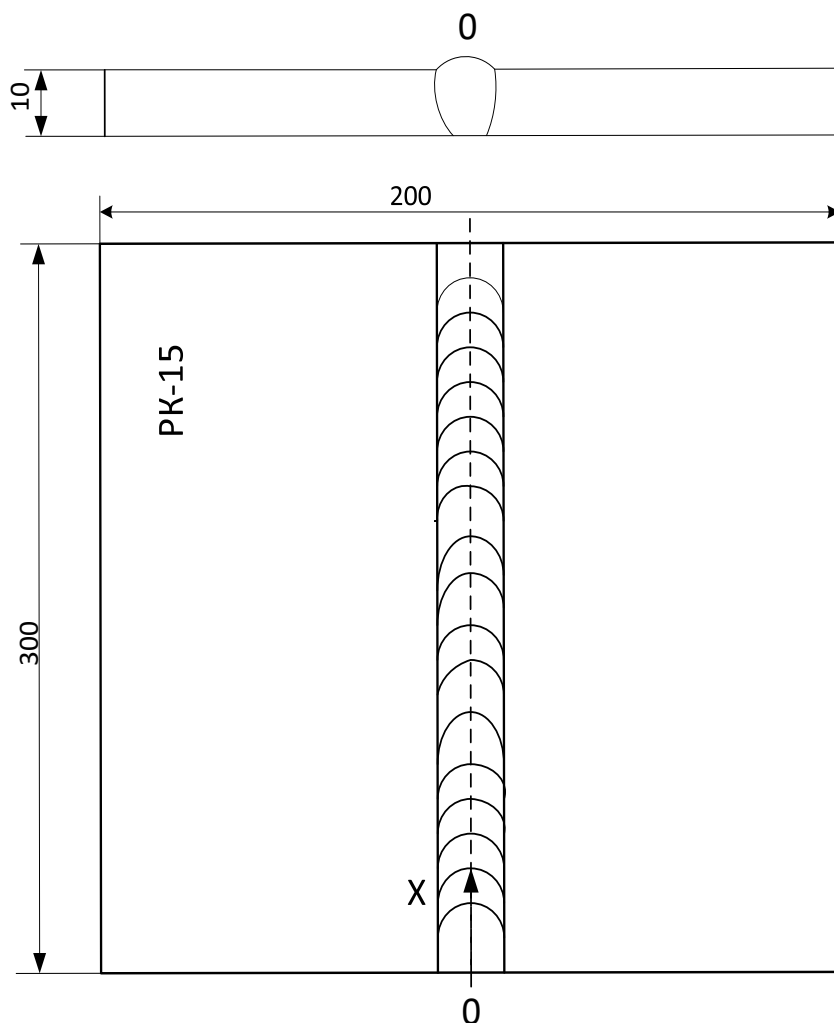
1 Исходные данные

1.1 Требования к контролю

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| Вид контроля | Радиационный |
| Метод контроля | Рентгенографический |
| Объект испытаний | П.6 (п.п. 6.4; 6.5; 6.6) |
| Методика контроля | ГОСТ 7512-82; РД-25.160.10-КТН-016-15 |
| Оценка качества | РД-25.160.10-КТН-016-15 (кат. В) |

1.2 Основные параметры образца

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Идентификационный номер | РК-15 |
| Материал | Сталь 20 |
| Тип сварного соединения | Стыковое (С17) |
| Вид сварки | Ручная дуговая |
| Шероховатость поверхности | Не более Rz 40 мкм |
| Толщина элементов | 10 мм |
| Длина образца | 300 мм |
| Ширина образца | 200 мм |



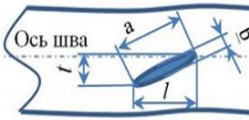
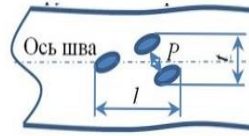
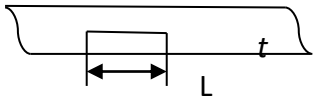
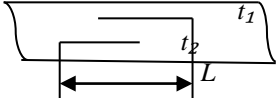
1.3 Оборудование и средства контроля

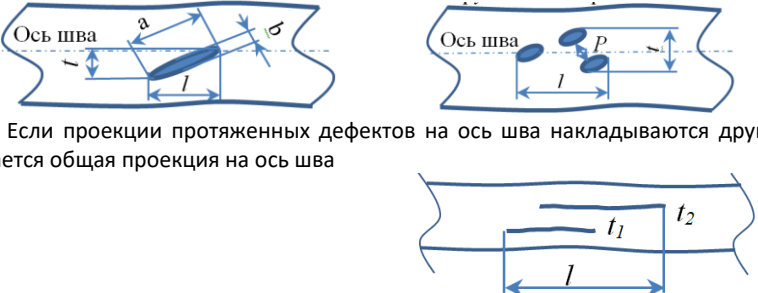
| | Оборудование и материалы | | Дата окончания поверки |
|----------|--------------------------------------|---|------------------------|
| | Рентгеновский аппарат | 0,3 СБК-160 | |
| | Тип и номер эталона чувствительности | п12/к11 | до 09.10.2022 |
| | Тип радиографической пленки | KODAK HS800 | |
| | Усиливающий свинцовый экран (УСЭ) | 0,05мм/0,1 | |
| | Номер набора маркировочных знаков | №2 и №6 | |
| | Защитный свинцовый экран | 0,1 мм | |
| | Набор фотохимикатов | Комплект реактивов для ручной фотообработки радиографической пленки KODAK | |
| | Маркер | Маркер по металлу типа «EDDING» | |
| | Негатоскоп | НГС-1 | |
| 0 | Денситометр | ДД 5005-220 | до 09.10.2020 |
| 1 | Лупа измерительная | ЛИ-3-10 ^x | до 06.11.2020 |
| 2 | Трафарет | №5 | до 09.10.2020 |
| 3 | Линейка 300 мм | №503 | до 06.11.2020 |

1.4 Параметры контроля

| | | |
|----------|--|------------------------------|
| | Напряжение на трубке, кВ | 155 |
| | Ток, мА | 1,95 |
| | Размер фокусного пятна, мм | 0,8 |
| | Фокусное расстояние, мм | 700 |
| | Время экспозиции, мин | 2 |
| | Чувствительность контроля | 0,3 |
| | Радиационная толщина стенки, мм | 12 |
| | Оптическая плотность самого светлого участка св. шва, не менее 1,5 е.о.п./ яркость изображения канавочного эталона | 1,5/2,5 |
| | Разница оптических плотностей между эталоном чувств. и основного металла, е.о.п. | Не менее 0,5 |
| 0 | Зарядка кассет | УСЭ-рентгеновская пленка-УСЭ |
| 1 | Способ фотообработки | ручной |

1.5 Критерии оценки качества:

| | Тип дефекта | Критерий идентификации изображений | Характеристика допустимого дефекта для трубопровода/участка трубопровода | | | |
|---|---|--|--|-------------|---|--|
| | | | Категория В | Категория I | | |
| .1 | Единичные, сферические и удлиненные (Aa), канальные поры (Ak), единичные компактные шлаковые включения (Ba) | <p>Непротяженный дефект (a/b не более 3)</p>  | <p>L не более $0,5 S$, но не более 5мм,</p> <p>t не более 3 мм.</p> <p>\sum_{300} не более 30 мм.</p> | | | |
| .2 | Скопление пор (Ac), скопление шлаковых включений (Bc), цепочка пор (Ab), цепочка шлаковых включений (Bb) | <p>Группа дефектов (три и более дефекта, расстояние между ближайшими краями которых P не более трех максимальных размеров b из двух рассматриваемых соседних дефектов, иначе дефекты являются одиночными)</p>  | <p>l не более $2S$; но не более 15 мм,</p> <p>\sum_{300} не более 30 мм.</p> <p>Дефекты с размером менее 0,2 мм не принимаются к рассмотрению при оценке наличия группы. Размеры каждого дефекта, входящие в группу не должны превышать максимально допустимого дефекта. Максимально допустимая суммарная площадь проекций дефектов, входящих в группу, не должна превышать 5% площади участка, ширина которого равна e, а длина – 50 мм, где e – ширина облицовочного шва</p> | | | |
| .3 | Непровары (Da), несплавления (Dc), удлиненные зашлакованные карманы (Bd), внутренний подрез (Fc). | <p>Протяженный дефект, расположенный вдоль шва. (a/b более 3)</p> | <p>Если при просвечивании получается следующее изображение:</p>  <table border="1"> <tr> <td>То L не более $0,5S$, но не более 5 мм</td> <td>То h не более $2S$, но не более 30 мм</td> </tr> </table> <p>h не более $0,05 S$, но не более 1 мм, l не более 3 мм; \sum_{300} не более 30 мм.</p> <p>Расположение изображений протяженных дефектов, указанное на рисунке, недопустимо для любого значения протяженности:</p>  | | То L не более $0,5S$, но не более 5 мм | То h не более $2S$, но не более 30 мм |
| То L не более $0,5S$, но не более 5 мм | То h не более $2S$, но не более 30 мм | | | | | |
| .4 | Трещины (E) | | Не допускаются | | | |

| Наружные дефекты | | | |
|--|---|---|--|
| .1 | Вогнутость корня шва (Fa) | Локальный темный участок, распложенный в зоне, соответствующей корневому шву | h не более $0,2S$, но не более 1 мм; l не более 50 мм; суммарная протяженность на оценочном участке 300 мм не более 50 мм. Плотность изображения на радиографическом снимке не должна превышать плотности изображения основного металла |
| | Превышение проплава (Fb) | Локальный светлый участок, распложенный в зоне, соответствующей корневому шву | h не более 3 мм; l не более 30 мм; суммарная протяженность на оценочном участке 300 мм не более 30 мм |
| | Дефект сборки, шлифовка околошовной зоны (Fe) | Локальный темный участок, распложенный в околошовной зоне | Плотность изображения на радиографическом снимке не должна превышать плотности изображения основного металла |
| | Западание между валиками | Оценку проводят методом ВИК | |
| | Наружный подрез | | |
| Смещение кромок | | | |
| Чешуйчатость | | | |
| <p>Примечания</p> <p>1 Определение параметров: a, b, P в соответствии схемы определения параметров обнаруженных дефектов. (см. п. 5 ниже). Определение параметров: l, t, h, S в соответствии с Примечанием в ПРИЛОЖЕНИЕ №1 к технологической карте по R – контролю</p> <p>2 Оценка глубины протяженного дефекта производится путем сравнения разности оптических плотностей изображения дефекта и бездефектной области сварного шва вблизи дефекта с разностью оптических плотностей канавок и оптической плотности области между канавками канавочного эталона чувствительности (№ 1 и № 2). Если проведение инструментальной оценки невозможно, то проводят визуальное сравнение оптической плотности дефекта и канавки канавочного эталона.</p> <p>3 При обнаружении по результатам РК внутреннего подреза (Fc2) и наличии доступа к внутренней поверхности сварного соединения, оценку допустимости производят по результатам ВИК.</p> <p>4 При обнаружении области с наличием шлифовки околошовной зоны (Fe) оценку допустимости производить по результатам ультразвуковой толщинометрии.</p> <p>5 Схема определения параметров обнаруженных дефектов:</p>  <p>6 Если проекции протяженных дефектов на ось шва накладываются друг на друга, то в качестве протяженности принимается общая проекция на ось шва</p> | | | |

1.6 Условия контроля:

Лабораторные условия.

Составил:

Специалист по РК III уровня квалификации

Квалификационное удостоверение № 0005-7472

(подпись)

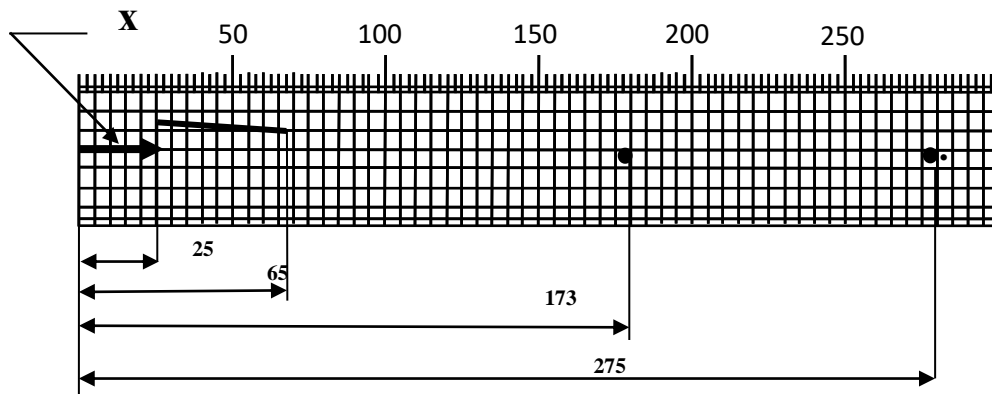
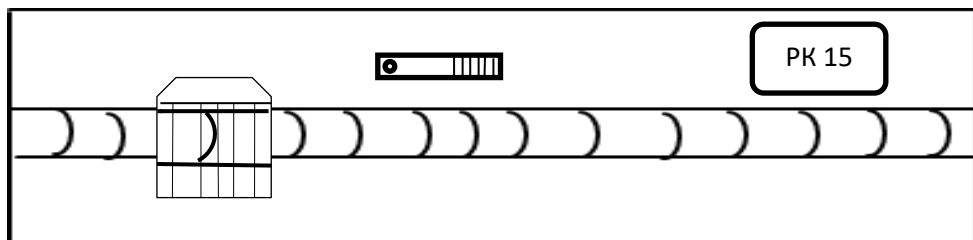
Мамаев Э.К.

(Ф.И.О.)

Действительно до 11.2023 г.

| № дефекта | Вид дефекта (характер дефекта) | Коор дината дефекта*, мм | Размер ы*, мм | | Условн ое обозначение дефекта | Соответствие НД, (допустим/не допустим) |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|----|--|--|
| | | X | | | | |
| 1 | Несплавление по разделке кромок | 25 | 0,0 | ,0 | Dc ₂ | не допустим Dc ₂ 40 (25...65) |
| 2 | Пора | 173 | | ,0 | Aa | допустим Aa 2,0 (173) |
| 3 | Пора | 275 | | ,0 | Aa | допустим Aa 1,5 (275) |
| <p><i>Примечание:*</i> <i>X – расстояние от нулевой точки до начала дефекта по горизонтали;</i> <i>l – протяженность дефекта</i> <i>t – ширина дефекта</i></p> | | | | | | |

2 Протокол измерения образца. Прилагается рентгеновская пленка.



2.1 Оценка качества объекта контроля:

Не допустим в соответствии с РД-25.160.10-КТН-016-15

Контроль выполнил:

Специалист по РК III уровня квалификации

Квалификационное удостоверение № 0005-7472

(подпись)

Мамаев Э.К.

(Ф.И.О.)

Действительно до 11.2023 г.

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ШИФР
РК-15

| | |
|--------------------------|---|
| НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ | ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» |
| НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА | Стыковое сварное соединение 1 категории (300x200x10) мм |
| НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ | РД-25.160.10-КТН-016-15, ГОСТ 7512-82; |

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

| ОБЪЕКТ КОНТРОЛЯ | | | | ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ | СХЕМА ПРОСВЕЧИВАНИЯ |
|---|---|--|------------------------|-------------------------------------|--|
| ТУ НА ТРУБЫ | N | НОМИНАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА СТЕНКИ δ , мм | КАТЕГОРИЯ ТРУБОПРОВОДА | ТИП СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ. ВИД СВАРКИ | <p style="text-align: center;"><i>Направленное просвечивание</i></p> <p style="text-align: center;">Обозначения: 1. Источник излучения 2. Контролируемый участок сварного соединения. 3. Маркировочные знаки. 4. Защитный свинцовый экран 5. Эталон чувствительности. 6. Кассета с радиографической пленкой. 7. Ограничительные знаки.</p> |
| | | 10 | 1 | С17 по ГОСТ 16037-80; РД | |
| <p>Рентгеновский аппарат 0,3 СБК-160 с диапазоном регулировки анодных напряжений 50-÷160 кВ, с размером фокусного пятна 0,8x0,8мм, анодным током 2,0 мА</p> | | | | | |

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И РЕЖИМЫ ПРОСВЕЧИВАНИЯ

| ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ | РАЗМЕР АКТИВНОЙ ЧАСТИ ИСТОЧНИКА, мм | ТИП РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ | ТИП ЭКРАНА, ЕГО ТОЛЩИНА, мм | ТОЛЩИНА СТЕНКИ, мм | | НАПРЯЖЕНИЕ НА ТРУБКЕ, кВ | ОК, А | ВРЕМЯ ЭКСПОЗИЦИИ, мин | ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ | ПРИМЕЧАНИЯ |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|-------|-----------------------|---------------------------|------------|
| | | | | Толщина на просвечиваемого металла S | Радиационная толщина (в месте установки эталона чувствительности) | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------------|-------------|----|----|-----|----|---|---|-----|--|
| Рентгеновский аппарат непрерывного действия 0,3 СБК-160 | 0,8x0,8 | KODAK HS800 | Pb, 0,05 | 10 | 12 | 160 | ,0 | 3 | 2 | 0,3 | |
|---|---------|-------------|-------------|----|----|-----|----|---|---|-----|--|

| ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ | | | |
|--|-----------------------|--|-------------------------|
| /п | НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ | СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ | ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТ |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | <p>Подготовка к контролю</p> | <p>Радиографический контроль проводить после внешнего осмотра сварного шва и устранения обнаруженных наружных дефектов (незаплавленных кратеров, подрезов, выходящих на поверхность пор, каких-либо предметов которые могут воспрепятствовать правильной экспозиции или интерпретации пленок).</p> <p>Отметить на сварном соединении несмывающейся краской направление укладки радиографической пленки, начало укладки пленки и установки мерительного пояса (от верхней образующей трубы по часовой стрелке по ходу продукта).</p> <p>Установить на стык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - мерительный пояс со свинцовыми цифрами; - канавочные эталоны чувствительности* для стали №11 и проволочные эталоны чувствительности* для стали №12, по одному (каждого типа) на каждую четверть стыка на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок поперек шва. <p>Нанести маркировку на радиографическую пленку с помощью свинцовых маркировочных знаков. Маркировка должна включать как минимум следующую информацию:</p> <ul style="list-style-type: none"> - номер стыка; - направление укладки пленки, кассет; - номер пленки; - дату проведения радиографического контроля; - шифр (характеристика) объекта; - шифр специалиста НК; - шифр (клеймо) сварщика или бригады сварщиков. <p>Установить на стык (по всему его периметру) с помощью прижимного пояса радиографическую пленку в светонепроницаемых кассетах (или отрезок рулонной пленки соответствующей длины) так, чтобы обеспечить плотное прилегание пленки к металлу шва и перекрытие изображений смежных участков сварного соединения не менее 20 мм.</p> <p>Оградить сигнальными знаками или флажками зону излучения (согласно схемы замеров радиационно-опасной зоны), мощность излучения в которой превышает 1,2 мкЗв/ч, или установить предупреждающий сигнализатор (со световой и звуковой сигнализацией).</p> <p>Проверить и записать показания индивидуальных дозиметров до и после работы с источником ионизирующего излучения</p> | <p>Набор для ВИК Мерительный пояс Канавочные эталоны чувствительности для стали №11 по ГОСТ 7512. Проволочные эталоны чувствительности для стали №12 по ГОСТ 7512 .Карандаш-маркер Цифры и буквы набор № 2 (ГОСТ 15843)</p> <p>Радиографическая пленка, прижимные магниты Дозиметр ДКС-04.Предупреждающий сигнализатор (световой и звуковой) Индивидуальный дозиметр типа ИД-02</p> |
| | <p>Просвечивание сварного соединения</p> | <p>Установить источник излучения согласно схеме просвечивания. Отклонение направления излучения источника от плоскости сварного шва не должно превышать <u>5,0</u>мм (угол не более 5°).</p> <p>Убедиться в отсутствии людей в зоне излучения, включить предупреждающий сигнализатор (при его наличии).</p> <p>Отойти на безопасное расстояние и произвести просвечивание. Для начала просвечивания запустить (включить) рентген-аппарат.</p> | <p>Рулетка Источник направленного излучения с размером фокусного пятна (активной части) не более 6 мм</p> |
| | | | |

**ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

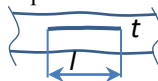
| /п | НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ | СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ | ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТ |
|----|---|---|--|
| | | <p>По окончании просвечивания снять материалы и радиографическую пленку со стыка По окончании рабочей смены проверить и записать показания индивидуальных дозиметров</p> | |
| | <p align="center">Фотообработка радиографической пленки</p> | <p>Фотообработку экспонированной радиографической пленки проводить в специально оборудованном помещении - фотолаборатории при неактивном освещении. Проверить пригодность и температуру обрабатывающих растворов. Они должны иметь температуру в пределах от 18 °С до 25 °С. При этом следует иметь в виду, что проявитель готов к применению не ранее чем через 12 ч после приготовления, а также, что в 1 л проявителя может быть качественно обработано не более 1 м² пленки, а фиксаж пригоден к работе, если в 1 л его обработано не более 2 м² пленки, а также замену химреактивов необходимо производить не позже двух месяцев после первого применения при нормальных условиях применения и хранения. Замена химреактивов должна записываться в специальном журнале, который должен храниться в лаборатории. Оптимальное время проявления при температуре проявителя <u>20</u> °С указывается на этикетке первичной упаковки. Время проявления в проявителе устанавливать в зависимости от фактической температуры проявления Режимы промывок, фиксирования и сушки выбирать следующие: - промежуточная промывка – не менее 1 мин при температуре <u>20</u> °С; - фиксирование в фиксирующем растворе – не менее <u>12</u> мин при температуре не менее <u>20</u> °С; - окончательная промывка в проточной или сменной (не менее 3 раз) воде – при температуре не менее 20 °С от 20 до 30 мин ; - сушка естественная или в потоке воздуха – до полного высыхания при температуре не выше <u>25</u> °С. При применении автоматов для фотообработки радиографических пленок режимы фотообработки определяются инструкцией по эксплуатации применяемого автомата</p> | <p align="center">Фоторастворы для фотообработки экспонированной рентгеновской пленки (в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя радиографической пленки). Линейка Лабораторный фонарь Кюветы Проявочный автомат Таймер Термометр</p> |

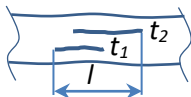
| ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ | | | |
|--|--------------------------|--|--|
| /п | НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ | СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ | ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТ |
| | Расшифровка снимков | <p>Просмотр и расшифровку снимков производить после их полного высыхания в затемненном помещении с применением специальных осветителей – негатоскопов, отвечающих требованиям ГОСТ 7512.</p> <p>Снимки допускаются к расшифровке, если они удовлетворяют следующим требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - на снимках отсутствуют пятна, полосы, загрязнения и повреждения эмульсионного слоя, затрудняющие расшифровку снимков; - на снимках должны быть видны изображения эталонов чувствительности (по одному на каждую четверть стыка), изображения ограничительных меток и маркировку, включающую в себя: номер стыка, направление укладки пленки (мерительный пояс), дату проведения радиографического контроля, шифр (характеристика) объекта, шифр специалиста НК, шифр (клеймо) сварщика или бригады сварщиков; - оптическая плотность самого светлого участка сварного шва должна быть не менее 1,5 е.о.п.; разность оптических плотностей изображения канавочного эталона чувствительности и основного металла в месте установки эталона должна быть не менее 0,5 е.о.п.; - чувствительность снимков в соответствии с ГОСТ 7512. <p>Выполнить расшифровку снимков в соответствии с требованиями таблицы (приложение 1), прилагаемой к настоящей технологической карте.</p> <p>Каждый дефект в заключении должен иметь подробное описание с указанием символа условного обозначения типа дефекта, размера дефекта или суммарной длины цепочки и скопления пор, шлаков в мм.(с указанием преобладающего размера дефектов группе), через черточку ставят количество однотипных дефектов на снимке; глубину дефектов в мм. Допускается вместо записи глубины дефектов (в миллиметрах или %) указать с помощью знаков «>», «=» или «<» величину дефекта по отношению к максимально допустимой для данного сварного соединения. Запись глубины дефектов производить в миллиметрах, с указанием % отношения фактической величины дефекта по отношению к максимально допустимой величине дефекта для данного сварного соединения с указанием расположения дефекта по знакам маркировочного пояса. Заключение по результатам контроля форматных снимков следует давать на каждый участок длиной 300 мм</p> | <p>Денситометр ДД 5005-220 (с точностью измерения 0,02 е.о.п. в диапазоне оптической плотности рентгеновских снимков от 0 до 4 е.о.п.);</p> <p>Негатоскоп НГС-1 (с яркостью свечения экрана 120 000 кд/м²);</p> <p>Прозрачная линейка;</p> <p>Универсальный шаблон дефектоскописта;</p> <p>Измерительная лупа;</p> <p>Линейка оптической плотности.</p> |

| | | | |
|---|-------------|---|---------|
| Операционную технологическую карту составил | Мамаев Э.К. | III уровень по рентгенографическому методу НК, | 20.02.2 |
|---|-------------|---|---------|

| | | | | |
|--|--|--|--|-----|
| | | удостоверение № 0005-7472, от 27.11.18г. | | 020 |
|--|--|--|--|-----|

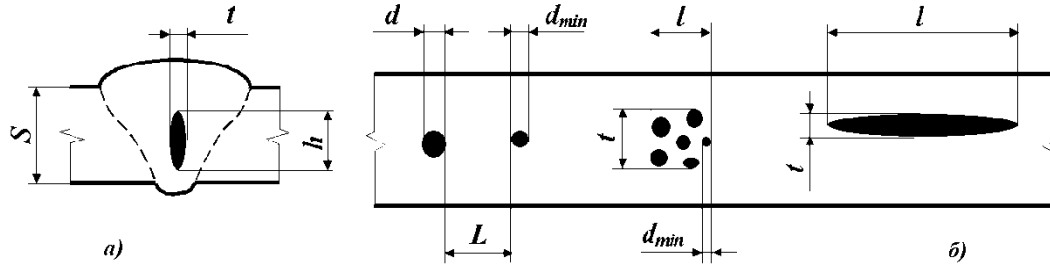
ПРИЛОЖЕНИЕ №1
к технологической карте по R - контролю № PK -15

| Тип дефекта | Условное обозначение дефекта | Критерий идентификации изображений | Допустимые размеры дефектов в сварных соединениях | Суммарная протяженность допустимых дефектов на любые 300 мм св. шва | Примеры записи дефектов | |
|--|------------------------------|--|---|---|---|-----------------------|
| | | | | | Описание дефекта | Пример записи дефекта |
| 1.Единичные сферические и удлиненные поры, 2.канальные поры, 3.единичные компактные шлаковые включения | Aa | Непротяженный дефект (a/b не более 3) | $l \leq 5,0$ мм. $t \leq 3,0$ мм. | ≤ 30 мм | Единичная сферическая пора диаметром 1 мм глубиной более допустимой | Aa1,0> |
| | Ak | | | | Единичная удлиненная пора протяженностью 7 мм, шириной 2 мм и глубиной менее допустимой | Aa7,0×2,0≤ |
| | Va | | | | Цепочка пор протяженностью 25 мм с максимальным размером поры 2 мм; глубина отдельной поры, входящей в цепочку, превышает допустимое значение | Av25–2> |
| 1.Скопление пор, 2.скопление шлаковых включений, 3.цепочка пор, 4.цепочка шлаковых включений | Ac | Группа дефектов (три и более дефекта, расстояние между ближайшими краями которых P не более трех максимальных размеров b из двух рассматриваемых соседних дефектов, иначе дефекты являются одиночными) | $l \leq 15,0$ мм. Дефекты с размером a менее 0,2 мм не принимаются к рассмотрению при оценке наличия группы. Размеры каждого дефекта, входящего в группу не должны превышать размеры максимально допустимого дефекта. Максимально допустимая суммарная площадь проекций дефектов, входящих в группу, не должна превышать 40 мм ² площади участка, ширина которого равна 16мм, а длина – 50 мм, | ≤ 30 мм | Скопление пор протяженностью 25 мм, шириной 10 мм, с максимальным размером поры 2 мм; глубина отдельной поры, входящей в скопление, превышает допустимое значение | Ac25×10–2> |
| | Vc | | | | Канальная, в т.ч. «червеобразная» пора протяженностью 10 мм, с шириной 2 мм и глубиной менее допустимой | Ak10×2,0≤ |
| | Ab | | | | Единичное компактное шлаковое включение протяженностью 5 мм, с шириной 2 мм и глубиной менее допустимой | Va5,0×2,0≤ |
| | Vb | | | | Удлиненные включения (зашлакованные карманы) с обеих сторон шва протяженностью 10 мм, шириной 0,5 мм и глубиной более допустимой | Vd10×0,5> |
| 1.Непровары, 2.несплавления, 3.удлиненные зашлакованные карманы, 4.внутренний подрез | Da | Протяженный дефект, расположенный вдоль шва (a/b более 3) | Если при просвечивании получается следующее изображение  то $l \leq 20,0$; | ≤ 30 мм | Удлиненные включения (зашлакованные карманы) с обеих сторон шва протяженностью 10 мм, шириной 1 мм и глубиной более допустимой | Vd20×1,0> |
| | Dc | | | | Непровар в корне шва протяженностью 20 мм и глубиной более допустимой | Da20> |

| | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|---|--|--|---------------------|
| | Bd | | $h \leq 0,5 \text{ мм};$ $t \leq 3,0 \text{ мм};$ Расположение изображений протяженных дефектов, указанное на рисунке, недопустимо для любого значения протяженности: | | Несплавления межслойные протяженностью 100 мм | Dc ₁ 100 |
| | Fc | | | | Несплавления по разделке кромок (внутренние) протяженностью 300 мм | Dc ₂ 300 |
| | Dc ₁ | | | | Трещина вдоль шва протяженностью 100 мм | Ea100 |
| | Dc ₂ | | |  | Трещина поперек шва протяженностью (раскрытием) 1,0 мм и шириной 15 мм | Eb15 |
| Трещины | E | | Не допускаются | - | Трещина, разветвлённая протяженностью 30 мм | Ec30 |
| Вогнутость корня шва | Fa | Локальный темный участок, расположенный в зоне, соответствующей корневому шву | $h \leq 1,0 \text{ мм};$ $l \leq 50,0 \text{ мм};$ | $\leq 50 \text{ мм}$ | Вогнутость корня шва (утяжина) протяженностью 15 мм и высотой более допустимой | Fa15> |
| Превышение проплава | Fb | Локальный светлый участок, расположенный в зоне, соответствующей корневому шву | $h \leq 3,0 \text{ мм}$ $l \leq 30,0 \text{ мм}$ | $\leq 30 \text{ мм}$ | Выпуклость корня шва (провис) протяженностью 10 мм и высотой более допустимой (высота определена при помощи имитатора) | Fb10> |
| Дефект сборки, шлифовка околошовной зоны | Fe | Локальный темный участок, расположенный в околошовной зоне | Плотность изображения на радиографическом снимке не должна превышать плотности изображения основного металла | | Подрез внутренний одностороннего шва протяженностью 40 мм и глубиной более допустимой | Fc ₂ 40> |
| Западания между валиками | Оценку проводят методом ВИК | | | | Подрез наружный протяженностью более допустимой | Fc ₁ 50 |
| Наружный подрез | | | | | Смещение кромок наличие дефекта | Fd |
| Смещение кромок | | | | | Суммарная протяженность объемных дефектов на участке сварного соединения длиной 300 мм равна 45 мм | Σ_{300-45} |
| Чешуйчатость | | | | | Суммарная протяженность непроваров в корне одностороннего шва на участке сварного соединения длиной 300 мм равна 30 мм | $\Sigma_{300Da-30}$ |

Примечание:

1 Определение параметров: a , b , P в соответствии схемы определения параметров обнаруженных дефектов.
Определение параметров: l , t , h , S в соответствии с рисунком:



а) вид в сечении;

б) вид в плане

- S — толщина стенки трубы (детали);
 - c диаметр дефекта округлой формы;
 - l глубина дефекта;
 - l протяженность дефекта (размер дефекта, определяемый вдоль шва);
 - t ширина дефекта (размер дефекта, определяемый поперек шва);
 - l расстояние между соседними дефектами;
 - c диаметр наименьшего из расположенных рядом отдельных дефектов или дефектов, входящих в скопление или цепочку
- min

2 Оценка глубины протяженного дефекта производится путем сравнения разности оптических плотностей изображения дефекта и бездефектной области сварного шва вблизи дефекта с разностью оптических плотностей канавок и оптической плотности области между канавками канавочного эталона чувствительности (№ 1 и № 2). Если проведение инструментальной оценки невозможно, то проводят визуальное сравнение оптической плотности дефекта и канавки канавочного эталона.

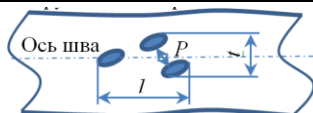
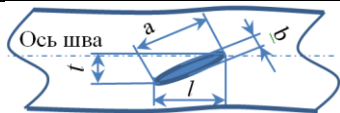
3 При обнаружении по результатам РК внутреннего подреза (Fc2) и наличии доступа к внутренней поверхности сварного соединения, оценку допустимости производят по результатам ВИК.

4 При обнаружении области с наличием шлифовки околошовной зоны (Fe) оценку допустимости производить по результатам ультразвуковой толщинометрии.

5 Схема определения параметров обнаруженных дефектов:

Скопление шлаковых включений протяженностью 10 мм, шириной 10 мм, с недопустимым размером максимального шлакового включения протяженностью 3 мм и шириной 1 мм; глубина максимального шлакового включения, входящего в скопление, не превышает допустимое значение

Вс10х1
0-3х1≤



6 Если проекции протяженных дефектов на ось шва накладываются друг на друга, то в качестве протяженности принимается общая проекция на ось шва



| | | | |
|--|--|--------------------------|--|
| Лаборатория неразрушающего контроля АО «ПО Монтажник» | ЗАКЛЮЧЕНИЕ №РК-01/15 От «20» февраля 2020г. | Объект | Стыковое сварное соединение 300x200x10 мм |
| Наименование ЛНК | | Трубопровод, (категория) | Категория-1 |
| 56A150465 от 11.08.2020 | | Подрядная организация | ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Цесова» |
| Номер свидетельства об аттестации | | Организация заказчика | ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Цесова» |
| ПО КОНТРОЛЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ | | | |
| Контроль выполнен в соответствии с операционной технологической картой: №РК-15 | | | |
| Оценка качества по: РД-25.160.10-КТН-016-15 | | | |
| Оборудование и материалы в соответствии с операционной технологической картой: № РК-15 | | | |

| Номер сварного соединения по журналу сварки | Тип сварного соединения, способ сварки | Диаметр, толщина стенки свариваемых элементов, мм | Шифр (клеймо) сварщика (бригады сварщиков) | Тип секций (одношовная или двухшовная) Координаты продольных швов, наименьшее расстояние между продольными швами, мм | Номер снимка, координаты мерного пояса, мм | Параметры снимка | | | Описание выявленных дефектов | ЗАКЛЮЧЕНИЕ о допустимости выявленных дефектов (допустим/не допустим) | Примечания |
|---|--|---|--|--|---|------------------|--|--|--|--|---|
| | | | | | | Чувствительность | Оптическая плотность самого светлого участка сварного шва, не менее ____./наибольшая оптическая плотность основного металла в зоне контроля, ____ е.о.п./фактическая яркость негатоскопа ____ кд/м2, | Разница оптических плотностей между эталоном чувствительности и основного металла, ____ е.о.п. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| РК-15 | С17 РД | 300x200x10,0 | отсутствует | | РК-15 25....6 5(40) РК-15 173 РК-15 275 | 0,3 | 1,5/ 3,0/ 120 000 | не менее 0,5 | Дс ₂ 40> Аа 2,0≤ Аа 2,0≤ | не допустим допустим допустим | Несплавления по разделке кромок (внутренние) протяженностью 40 мм Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее |

Суммарная протяженность дефектов по всей длине (периметру) шва, **44,0 мм**

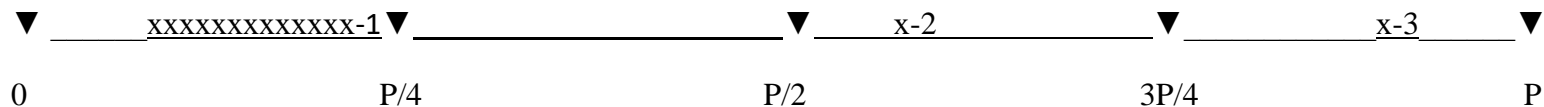
Заключение о годности сварного соединения: («годен», «ремонт», «вырезка», «повторный контроль») **ремонт**

| | | | |
|-------------------|-------------|---------------------------------------|------------|
| Контроль произвел | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | 20.02.2020 |
| Заключение выдал | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | 20.02.2020 |

| | | | | |
|--|-------------|---------------------------------------|--|------------|
| Подтвердил полноту проведённого контроля и соответствие оценки качества проконтролированных соединений требованиям НД. | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | | 20.02.2020 |
| Подтвердил соответствие качества РГ-снимка, расшифровки и оценки результата контроля требованиям НД и ТД. | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | | 21.02.2020 |

Приложение к заключению по РК № 01/15 от 21.02. 2020 г.
по радиографическому контролю

Схема проконтролированного сварного соединения
(указываются координаты продольных швов и мест расположения недопустимых дефектов)



где P – периметр стыка.

| | | | | |
|-------------------|-------------|---------------------------------------|--|------------|
| Контроль произвел | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | | 20.02.2020 |
| Заключение выдал | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | | 20.02.2020 |

| | | | |
|--|----------------------|--------------------------|---|
| Лаборатория неразрушающего контроля АО «ПО Монтажник» | ЗАКЛЮЧЕНИЕ №РК-02/15 | Объект | Стыковое сварное соединение 300x200x10 мм |
| Наименование ЛНК | | Трубопровод, (категория) | Категория-1 |
| 56А150465 от 11.08.2020 | | Подрядная организация | ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» |
| Номер свидетельства об аттестации | | Организация заказчика | ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» |
| ПО КОНТРОЛЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ | | | |
| Контроль выполнен в соответствии с операционной технологической картой: №РК-15 | | | |
| Оценка качества по: РД-25.160.10-КТН-016-15 | | | |
| Оборудование и материалы в соответствии с операционной технологической картой: № РК-15 | | | |

| Номер сварного соединения по журналу сварки | Тип сварного соединения, способ сварки | Диаметр, толщина стенки свариваемых элементов, мм | Шифр (клеймо) сварщика (бригады сварщиков) | Тип секций (одношовная или двухшовная) Координаты продольных швов, наименьшее расстояние между продольными швами, мм | Номер снимка, координаты мерного пояса, мм | Параметры снимка | | | Описание выявленных дефектов | ЗАКЛЮЧЕНИЕ о допустимости выявленных дефектов (допустим/не допустим) | Примечания |
|---|--|---|--|--|--|------------------|---|---|------------------------------|--|---|
| | | | | | | Чувствительность | Оптическая плотность самого светлого участка сварного шва, не менее ____./наибольшая оптическая плотность основного металла в зоне контроля, ____ е.о.п./фактическая яркость негатоскопа кд/м2, | Разница оптических плотностей между эталоном чувств. и основного металла, ____ е.о.п. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ПК-15 | С17 РД | 300x2 00x10 | отсутствует | | ПК-15 | 0,3 | 1,5/ 3,0/ 120 000 | не менее 0,5 | Dc ₂ 40> | не допустим | Несплавления по разделке кромок (внутренние) протяженностью 40 мм |
| | | | | | 25...6 5(40) | | | | | | |
| | | | | | ПК-15 173 | | | | | | |
| ПК-15 275 | Aa 2,0≤ | допустим | Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее | | | | | | | | |

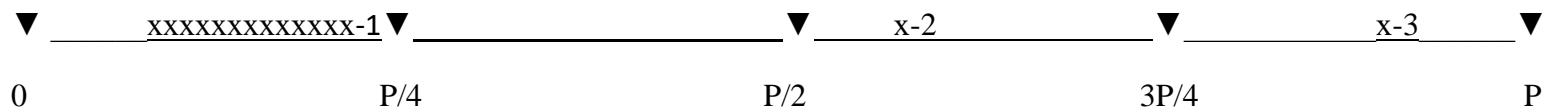
Суммарная протяженность дефектов по всей длине (периметру) шва, **44,0** мм

Заключение о годности сварного соединения: («годен», «ремонт», «вырезка», «повторный контроль») **ремонт**

| | | | |
|--|--------------|--|------------|
| Контроль произвел | Золотой А.А. | III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г. | 21.02.2020 |
| Заключение выдал | Золотой А.А. | III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г. | 21.02.2020 |
| Подтвердил полноту проведенного контроля и соответствие оценки качества проконтролированных соединений требованиям НД. | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | 21.02.2020 |
| Подтвердил соответствие качества РГ-снимка, расшифровки и оценки результата контроля требованиям НД и ТД. | Мамаев Э.К. | III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г. | 21.02.2020 |

Приложение к заключению по РК № 02/15 от 21.02. 2020 г.
по радиографическому контролю

Схема проконтролированного сварного соединения
(указываются координаты продольных швов и мест расположения недопустимых дефектов)



где P – периметр стыка.

| | | | | |
|-------------------|-----------------|--|--|------------|
| Контроль произвел | Золотой А.А. | III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г. | | 21.02.2020 |
| Заключение выдал | Золотой А.А. | III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г. | | 21.02.2020 |