

Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана

Диссертация магистра по направлению «Проектирование и технология производства ЭС»

Настройка и испытания средств акустического неразрушающего контроля

Жалкова Г.С.
ИУ4,2007 г.

Научный руководитель: доцент, к. т. н. Гриднев В.Н.

Достоинства и недостатки УЗ контроля

Применение приборов акустического неразрушающего контроля 1

- + ✦ Возможность контроля при одностороннем доступе;
- + ✦ Возможность дефектоскопии материалов в широком диапазоне толщин;
- + ✦ Санитарная и экологическая безопасность;

- ✦ Методологическая сложностью технологии ручной УЗ дефектоскопии;
- ✦ субъективность процедуры интерпретации результатов контроля);
- ✦ Отсутствие объективного документирования результатов контроля;



Контроль рельсов



Контроль труб



Контроль зданий



Контроль мостов

Цель работы:

разработка методик настройки и испытаний приборов акустического неразрушающего контроля, а также предложение методов математической оценки точностных характеристик. Предложенные математические методы оценки точностных характеристик приборов должны обеспечивать информативность и низкую трудоёмкость исследования объектов контроля.

Решаемые задачи:

- Исследование физических основ акустических методов неразрушающего контроля материалов.
- Исследование распространения ультразвуковых волн в различных материалах.
- Исследование приборов УЗ контроля (дефектоскопов, толщиномеров, тестеров), определение их основных характеристик, конструктивных особенностей, принципов работы.
- Исследование существующих методов математической оценки погрешности результатов испытаний.
- Разработка для всех рассматриваемых приборов акустического неразрушающего контроля методик испытаний
- Разработка схем контроля для проведения испытаний рассматриваемых приборов.
- Разработка методики описания результатов проведённых испытаний
- Проведение испытаний приборов согласно предложенным методикам.
- Описание и оценка результатов проведённых испытаний согласно рассматриваемым методам математической статистики.

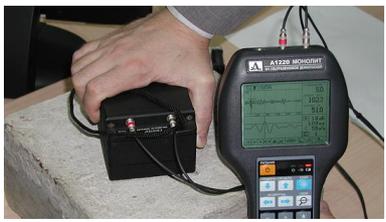


Контролируемые материалы и конструкции



Металлы
Используемые частоты:
0.5-10 МГц

Выявляются дефекты, размеры которых соразмеримы с длиной волны



Бетон, оргстекло.

Используемые частоты-20-150 кГц

С увеличением частоты колебаний резко усиливается затухание УЗ

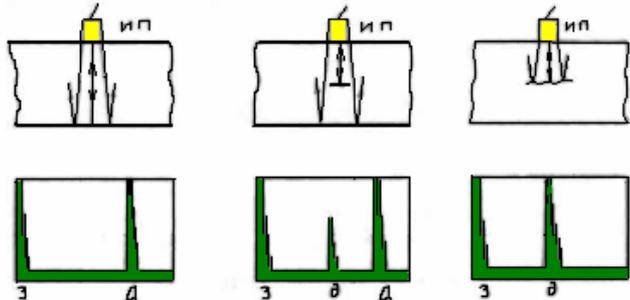


Рельсы

Используемые частоты:
<200 кГц

Выявляются дефекты, размеры которых соразмеримы с поперечными размерами рельса

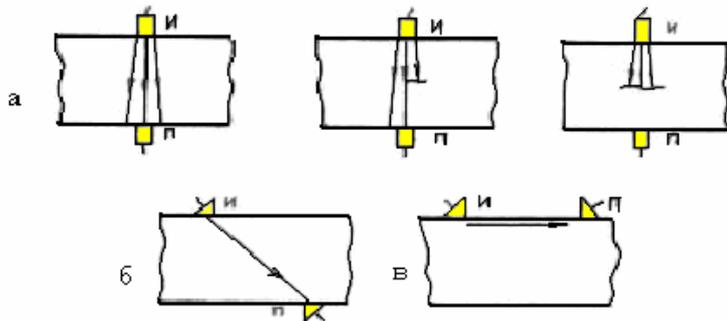
Эхо-метод



Эхо-метод основан на регистрации эхо-сигналов от дефекта.

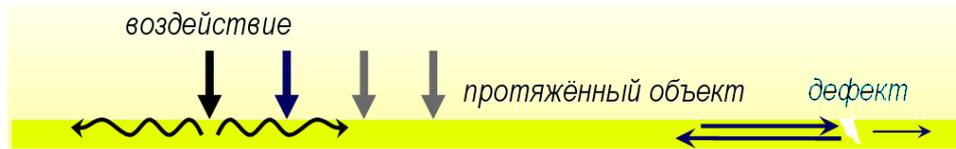
При наличии дефекта импульс УЗ колебаний отразится от него раньше, чем от донной поверхности.

Амплитудно-теневой метод



Данный метод основан на посылке в контролируемое изделие упругих колебаний и регистрации изменения их интенсивности после однократного прохождения через контролируемый объект.

Волноводный эхо-метод



Нарушения сплошности материала волновода или изменения его поперечного сечения отражают часть энергии волн в обратном направлении.

Время задержки отраженного сигнала и его интенсивность являются информативными параметрами при контроле протяженных объектов волноводным эхометодом.

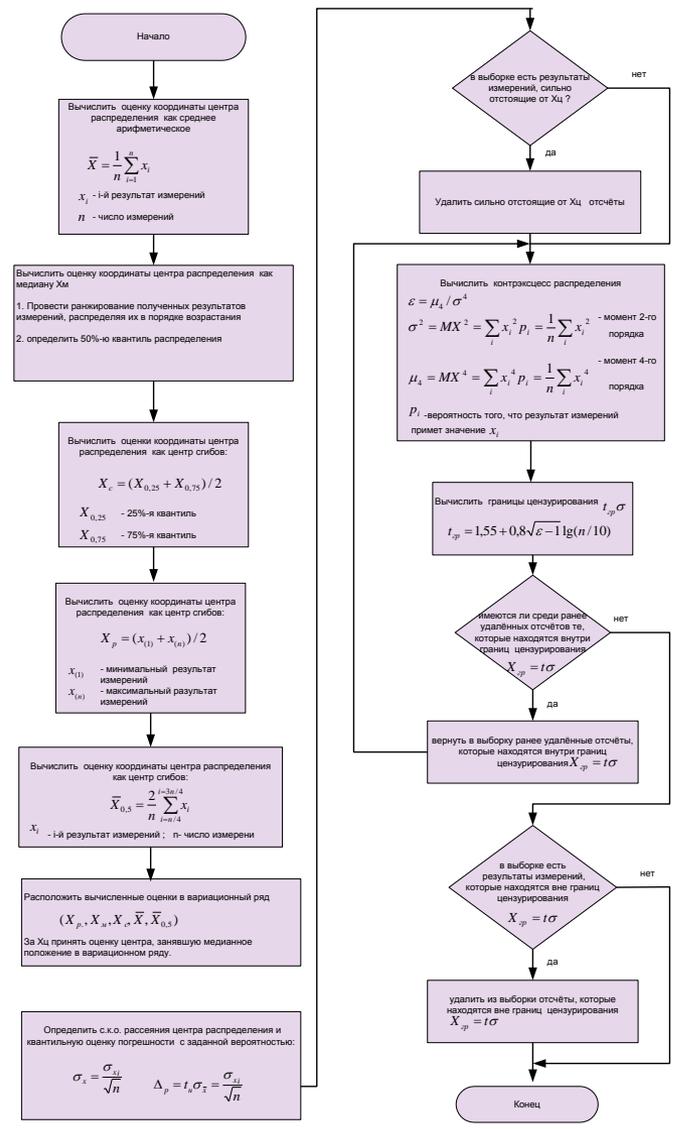
Путем статистической обработки многократных отсчетов решаются задачи:

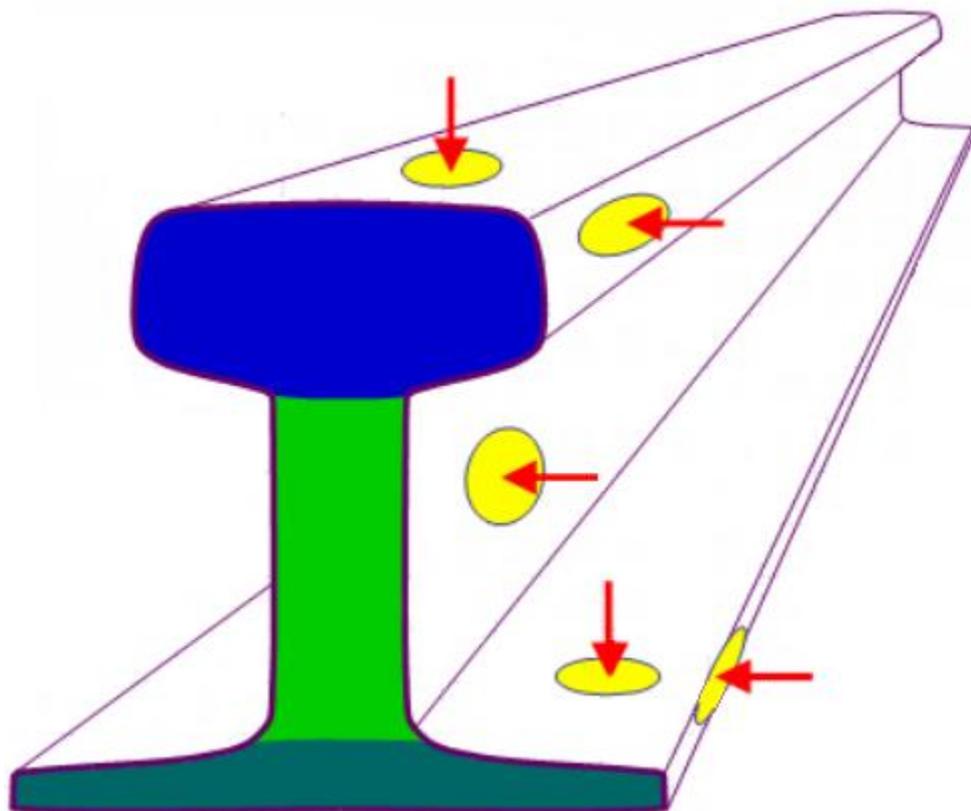
- оценивание случайной погрешности
- нахождение более точного усредненного результата исследования;
- оценивание погрешности этого усредненного результата, т. е. более узкой его области неопределенности.

Для повышения точности определения центра распределения предлагается производить пять видов оценки:

- как среднее арифметическое: $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
- как медиану распределения
- как центр сгибов по формуле $X_p = (x_{(1)} + x_{(n)})/2$
- как размах экспериментальных данных $X_c = (X_{0,25} + X_{0,75})/2$
- как $\bar{X}_{0,5} = \frac{2}{n} \sum_{i=n/4}^{i=3n/4} x_i$

В дальнейшем за оценку центра распределения принимается та из оценок, которая занимает медианное положение в их вариационном ряду





Рельс Р65

Пять поверхностей рельса, с которых целесообразно осуществлять контроль

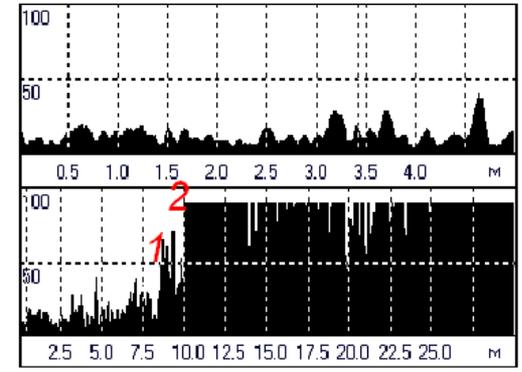
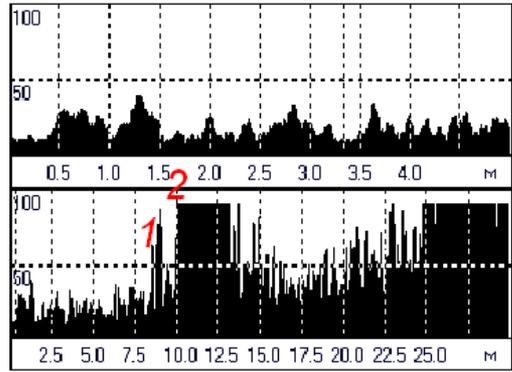
- поверхность катания
- боковая грань головки
- шейка рельса
- перо подошвы
- кромка пера подошвы



Ультразвуковой дефектоскоп для контроля рельсов АКР1224



Поперечный пропил в головке рельса



Изображения эхо-сигналов на экране дефектоскопа при контроле

а) с поверхности катания

б) с боковой поверхности

1 – импульс от пропила; 2 – импульс от торца.

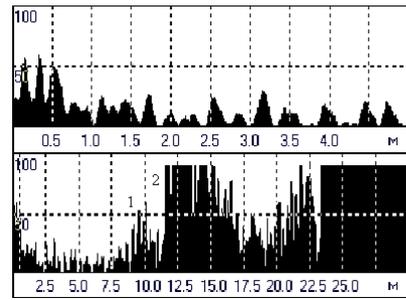


Продольная трещина в головке

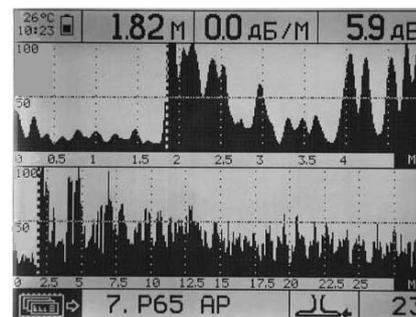
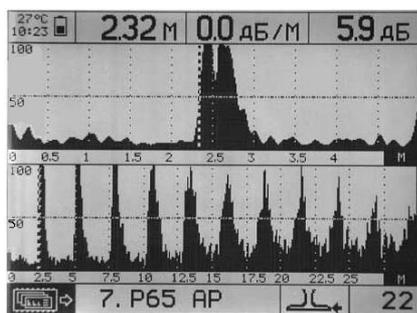
изношенного рельса

1- импульс от дефекта

2–импульс от торца.



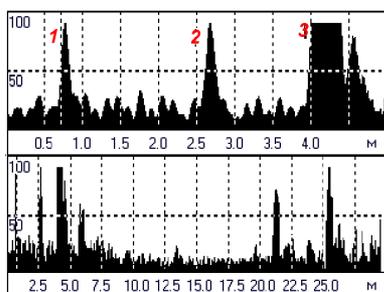
Проведённые испытания показали, что прибор позволяет определять местоположение поперечных пропилов и продольных трещин в рельсах с искусственными и реальными дефектов.



Исследовался незакреплённый рельс с моделью трещины. Контроль проводился при расположении поискового устройства на кромку пера без пропила (а) и с пропилом (б). Рисунки иллюстрируют слабое проникновение УЗ сигналов из одного пера подошвы в другое при установке поискового устройства на кромку пера.



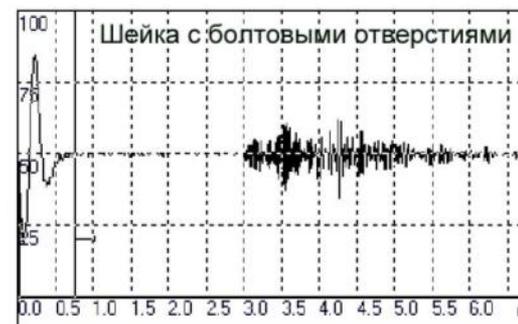
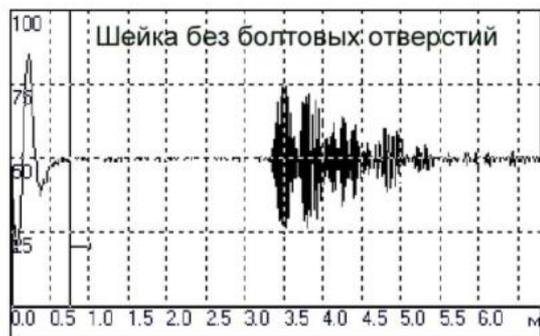
В подошве возбуждаются волны, весьма чувствительные к внешней акустической нагрузке. Поэтому максимальная дальность обнаружения отражателей в подошве рельса, уложенного в путь, меньше, чем в свободном рельсе.



Эхосигналы, отображаемые на экране дефектоскопа АКР1224:

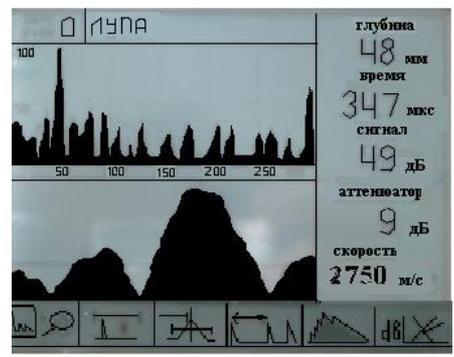
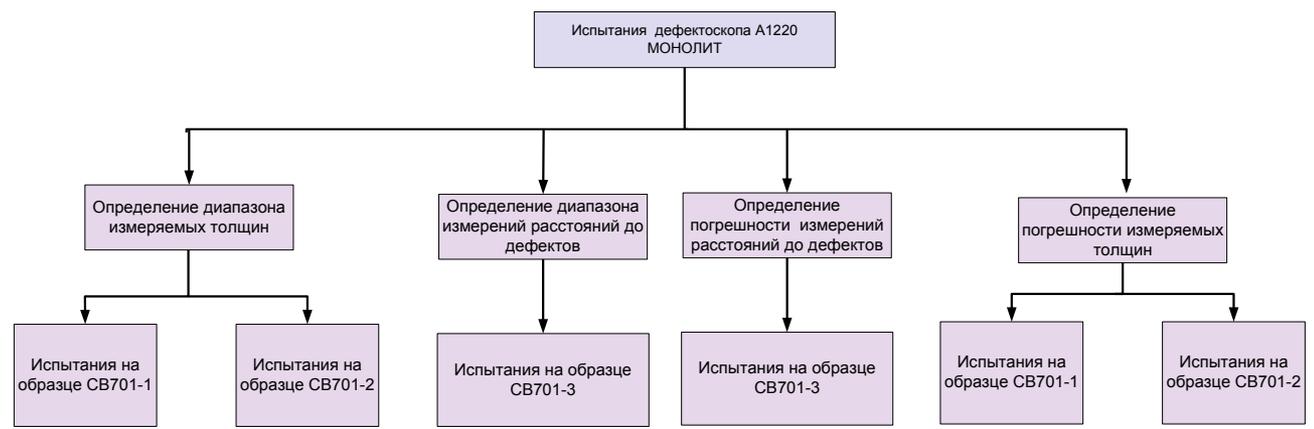
- 1 – импульс от опоры;
- 2 – импульс от запила;
- 3 – импульс от торца

Рельс, лежащий на опоре, с поперечным запилом в подошве

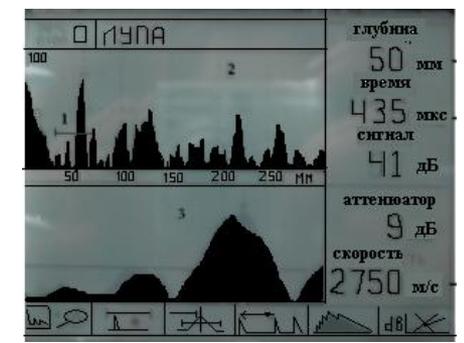


Была исследовано мешающее действие болтовых отверстий на процесс обнаружения дефектов в головке и подошве рельса через оценку сравнения изображений сигналов на экране АКР1224 при установке АР на поверхность катания, боковую грань головки, перо и кромку подошвы в трёх метрах от торца рельса Р65 в двух случаях: когда болтовые отверстия отсутствовали и при их наличии. Болтовые отверстия при контроле головки и подошвы рельса никак себя не проявляют.

При установке АР на шейку рельса болтовые отверстия, легко обнаруживаются, так как являются достаточно большими отражателями. На левой осциллограмме показаны сигналы при отсутствии болтовых отверстий, на правой – при их наличии.

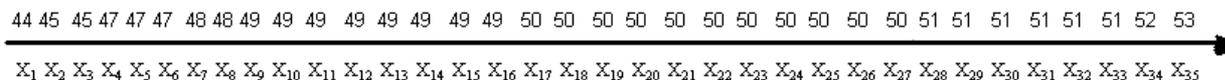


Определение диапазона измерений расстояний до дефектов



Определение диапазона измеряемых толщин

№ измерений	Значение измеренной толщины образца	№ измерений	Значение измеренной толщины образца
1	50	19	49
2	52	20	50
..35	49	21	52



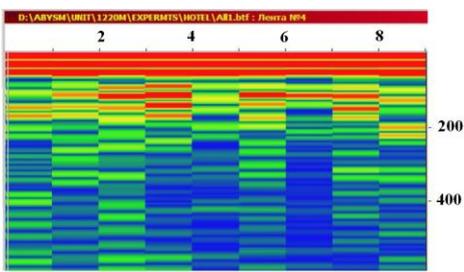
№ результата испытаний в вариационном ряду	Значение результата измерений	№ результата испытаний в вариационном ряду	Значение результата измерений
1	44	19	50
2	45	20	50
..35	53	21	50

Таким образом, значения оценки центра распределения (в мм), расположенные в вариационный ряд, будут следующими: $X_{cp} = 49.257$ $X_{0.5} = 50$ $X_{0.5x} = 50.971$

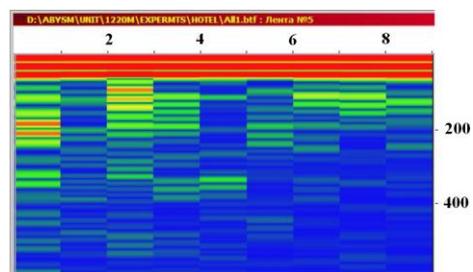
Таким образом, за значение оценки центра распределения будем принимать X_{cp} .

Среднее квадратическое отклонение рассеяния оценки центра распределения и квантильная оценка погрешности с заданной доверительной вероятностью:

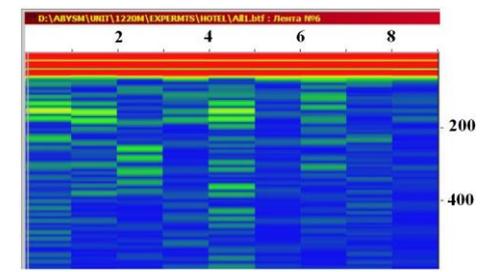
Представлены результаты контроля бетонной колонны эхо-методом.



Сканирование колонны эхо - методом на высоте 1600 мм от пола

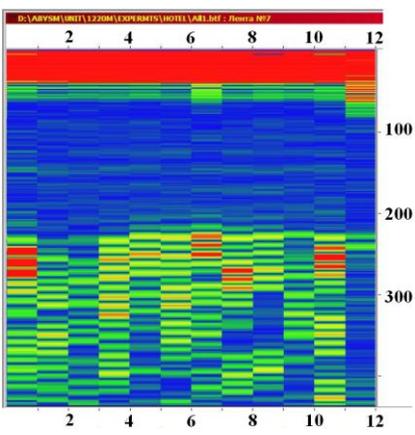


Сканирование колонны эхо - методом на высоте 150 мм от пола

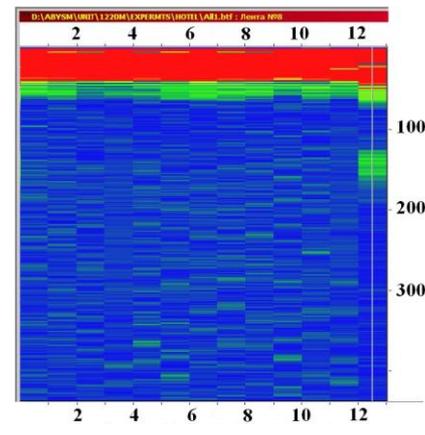


Сканирование колонны эхо-методом у самого пола

Более достоверно судить о качестве колонн можно по результатам сквозного прозвучивания.



Сканирование колонны методом сквозного прозвучивания на высоте 1600 мм от пола



Сканирование колонны методом сквозного прозвучивания на высоте 50 мм от пола



Ультразвуковой толщиномер А1208



Комплект стандартных образцов КУСОТ-180



Комплект образцов из полиэтилена

1. Приведены физические основы эхо-метода, волноводного эхо-метода и амплитудно-теневого метода акустического неразрушающего контроля.
2. Исследованы и разработаны методики испытаний и настройки приборов ультразвукового контроля
3. Исследованы математические методы оценки точностных характеристик ультразвуковых приборов
4. Приведены экспериментальные исследования приборов по предложенным методикам методов
5. Приводятся результаты математической обработки результатов проведённых испытаний, позволяющие судить о корректности работы рассматриваемых приборов

При контроле рельсов дефектоскопом АКР1224М было выявлено, что

- Дефекты в головке рельса выявляются одинаково, независимо от поверхности, с которой производят контроль (поверхности катания или любой боковой грани)
- Дефекты в пере подошвы можно обнаружить только при контроле этого пера. Для контроля можно использовать как верхнюю поверхность пера, так и кромку
- При контроле рельсов, уложенных в путь, со стороны подошвы, диапазон измерения расстояний до дефектов составляет 1-3 метра вследствие отвода энергии волны от рельса через опоры

Испытания по предложенным методикам дефектоскопа А1220 МОНОЛИТ показали что он позволяет

- производить измерения толщин изделий из оргстекла диапазоном от 50 до 300мм
- определять расположение дефектов расположенных на расстоянии 50-250 мм от места расположения поискового устройства.
- производить оценку целостности конструкций из бетона

Испытания по предложенным методикам толщиномера А1208 показали что он позволяет

- корректно измерять толщины изделий из стали толщиной от 0.7 до 300мм.
- производить измерения толщин образцов из полиэтилена в диапазоне 2-27 мм

Испытания по предложенным методикам тестера УК1401М показали что он позволяет

- производить корректную оценку времени распространения ультразвуковых волн в диапазоне 15-100 мкс
- производить оценку диапазона скорости распространения ультразвука в диапазоне 1500-9999м/с

Основные положения квалификационной работы изложены в следующих работах:

1. Жалкова Г.С. – Вопросы тестирования ультразвуковых толщиномеров.// Научные технологии и интеллектуальные системы 2005: сборник научных трудов (19-20 апреля 2005, г.Москва)- Москва, 2005.- с.73-78.
2. Жалкова Г.С. – Исследование волноводного распространения ультразвуковых колебаний в рельсах.// Научные технологии и интеллектуальные системы 2007: сборник научных трудов (19-20 апреля 2005, г.Москва)- Москва, 2005.- с.37-44.
3. Жалкова Г.С. – Исследование анкерных болтов эхо - методом акустического неразрушающего контроля.// Научные технологии и интеллектуальные системы 2007: сборник научных трудов (19-20 апреля 2005, г.Москва)- Москва, 2005.- с.44-47.