

тыре операции: отрицания (NOT), исключающего ИЛИ (XOR) включающего ИЛИ (OR), а также операцию И (AND). Более подробная информация по написанию выражений для LogiTable и интерфейсу программы приведена во встроенной системе помощи [4].

Недостатком программы является узкое применение, а также в программе используется только четыре операции над логическими выражениями. Справочная система раскрыта не полностью, т.к. содержит информацию только по самой программе, и не содержит справку по теории логических функций.

Таким образом, каждая из этих программ нацелена на конкретный раздел дискретной математики, что не дает возможность сравнить их между собой, однако все же самый значительных недостаток этих программ – они сами решают задачи, а не помогают в обучении методов решения.

Поэтому для повышения качества обучения, развития математических и логических способностей, улучшения воображения и повышения интеллекта, необходимо разработать программный продукт, который будет не только включать все достоинства рассмотренных программ для решения задач по теории графов, но и выполнять функцию обучения решению и наглядному представлению таких задач. Данная тема является актуальной, т.к. в настоящее время подобных программ не существует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конечная математика // Большая совет. энцикл. : в 30 т. / гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М. : Совет. энцикл., 1969 – 1978.
2. Дискретная математика и комбинаторика / под. ред. Джеймс А. Андерсон ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2004. – 960 с.
3. Дискретная математика : учеб. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 3-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 744с.
4. Дискретная математика: Графы, алгоритмы : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин / под. ред. М.О. Асанова. – 2-е изд. – М. : Лань, 2010. – 368 с.

УДК 681.586.773:624.072.233.5

ЭХО-МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ РЕЛЬСОВ

А.В. ШЛЯХТЕНОК

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д.А. ДОВГЯЛО)

Рассмотрены практические аспекты выявления дефектов железнодорожных рельсов. Определены ключевые моменты, способные оказать существенное влияние на интерпретацию результатов контроля. На основании практических исследований разработаны рекомендации по проведению контроля.

В рельсовой дефектоскопии наиболее широкое применение нашел эхо-метод. В отличие от ряда других методов он не требует двухстороннего доступа к изделию и обеспечивает высокую чувствительность ко внутренним дефектам.

Основопологающим условием проведения контроля с помощью эхо-метода является наличие акустического контакта между преобразователем и контролируемым изделием. Для обеспечения акустического контакта применяются различные жидкости. При контроле поверхности катания головки рельса применяется вода (при отрицательных температурах – спиртосодержащая контактирующая жидкость), а для контроля боковых граней, из-за быстрого стекания воды, – техническое масло.

Вторым обязательным условием, обеспечивающим достоверность результатов контроля, является правильная настройка чувствительности преобразователя. Чувствительность настраивается на стандартном образце так, чтобы пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) выявлял дефекты минимально возможных размеров и не реагировал на помехи. Качественная настройка чувствительности ПЭП обеспечивает точное определение параметров дефекта. Необоснованное увеличение чувствительности ПЭП на 3 дБ искажает результаты измерений практически в полтора раза. Это явление объясняется расширением диаграммы направленности ПЭП с увеличением чувствительности.

Особенности эхо-метода при выявлении дефектов. Степень дефектности рельса определяется исходя из условных размеров дефекта, измеренных в процессе дефектоскопирования объекта. К данным размерам (рис. 1) относятся:

- условный размер по длине ΔL ;
- условная высота ΔH ;
- условная ширина ΔX .

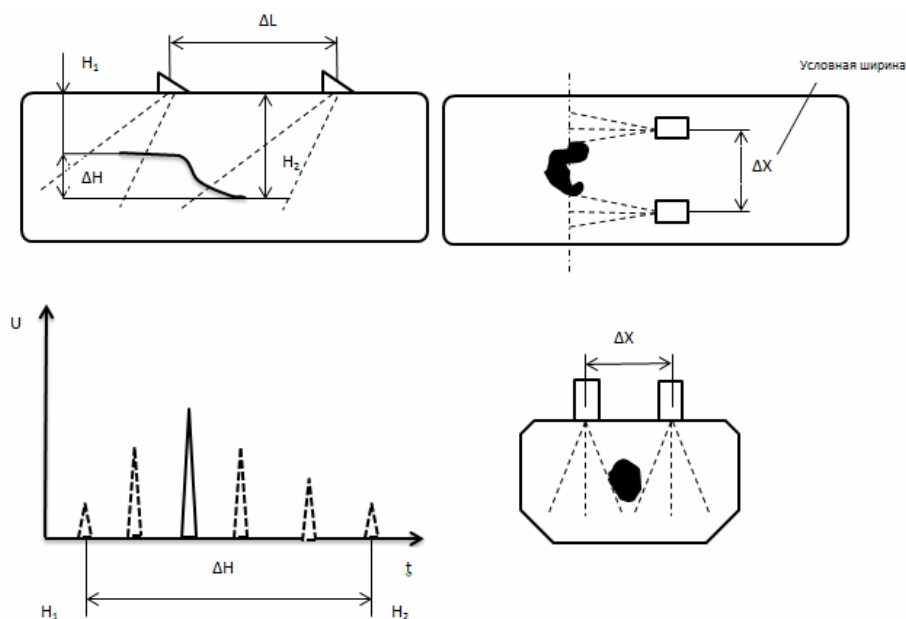


Рис. 1. Принципы измерения условных размеров дефекта

В прямой зависимости с шириной диаграммы направленности стоит и угол ввода ПЭП (угол ввода ультразвука в контролируемое изделие относительно нормали). С увеличением угла ввода увеличивается ширина диаграммы направленности и, как следствие, размеры, снятые с дефекта. При измерении условных размеров отверстия на стандартном образце СО-3Р [1] 42-/50-/55-/70-градусные ПЭП показали результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость условных размеров от угла ввода ультразвука

Угол ввода	ΔH , мм	ΔL , мм
42°	7,5	6,7
50°	11,2	16,1
55°	13	17,3
70°	15,4	20,1

Таким образом, чем больше угол ввода, тем более большими будут размеры дефекта, снятые при помощи ПЭП. Однако не значит, что ПЭП с большими углами ввода являются бесполезными. ПЭП с различными углами ввода ориентированы на выявление различно ориентированных относительно продольной оси рельса дефектов. Например, дефект кода 30Г.2, выявлен ПЭП с углом ввода ультразвука в сталь 0°, но не был выявлен другими ПЭП с отличными 0° от углами ввода. Это связано с тем, что сигнал максимальной интенсивности будет принят в том случае, когда акустическая ось ПЭП будет образовывать с плоскостью дефекта перпендикуляр. В противном случае ультразвуковая волна либо огибает дефект, либо отражается от него и не приходит обратно на приемник. Поэтому возникает необходимость реализации различных схем, ориентированных на выявление всех дефектов рельсов, вне зависимости от их ориентации. К таким схемам относятся:

– контроль головки рельса при помощи ПЭП с углом ввода ультразвука 70° (рис. 2).

Данная схема является наиболее эффективной для выявления дефектов второй группы (поперечные трещины головки рельса), скрытых под дефектами третьей группы (горизонтальные расслоения головки рельса). Она позволяет обнаружить дефект, расположенный под горизонтальным расслоением протяженностью до 70 мм, чего, в виду конструктивных особенностей, невозможно сделать ПЭП с меньшими углами ввода;

– контроль головки рельса схемой «ЗМЕЙКА»;

Эта схема представляет собой 55/58-градусные ПЭП, развернутые вдоль продольной оси рельса на 34°. В отличие от схемы с углом ввода ультразвука 70°, которая позволяет выявить дефекты, расположенные в центральной части головки, данная схема позволяет обнаруживать дефекты как в рабочей, так и в нерабочей частях рельса;

– контроль поверхности катания рельса при помощи ПЭП с углом ввода ультразвука 0°.

Данная схема позволяет уверенно выявлять горизонтальные расслоения головки рельса, горизонтальные трещины в шейке рельса, горизонтально ориентированные дефекты подошвы рельса.

Конкретная схема прозвучивания выбирается исходя из задач контроля, особенностей профиля рельса в контролируемом сечении, предполагаемой группы дефекта и выбирается оператором, проводящим контроль.

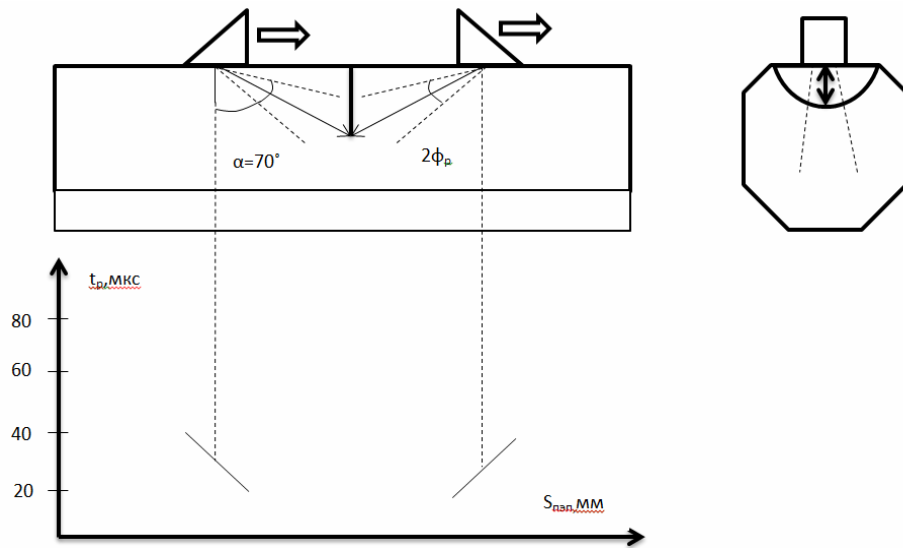


Рис. 2. Контроль поверхности катания 70-м ПЭП

Реальные дефекты рельсов. На рис. 3 показаны реальные дефекты рельсов [2], возникшие в процессе их эксплуатации и выявленные различными ПЭП с использованием эхо-метода ультразвукового дефектоскопия рельсов.

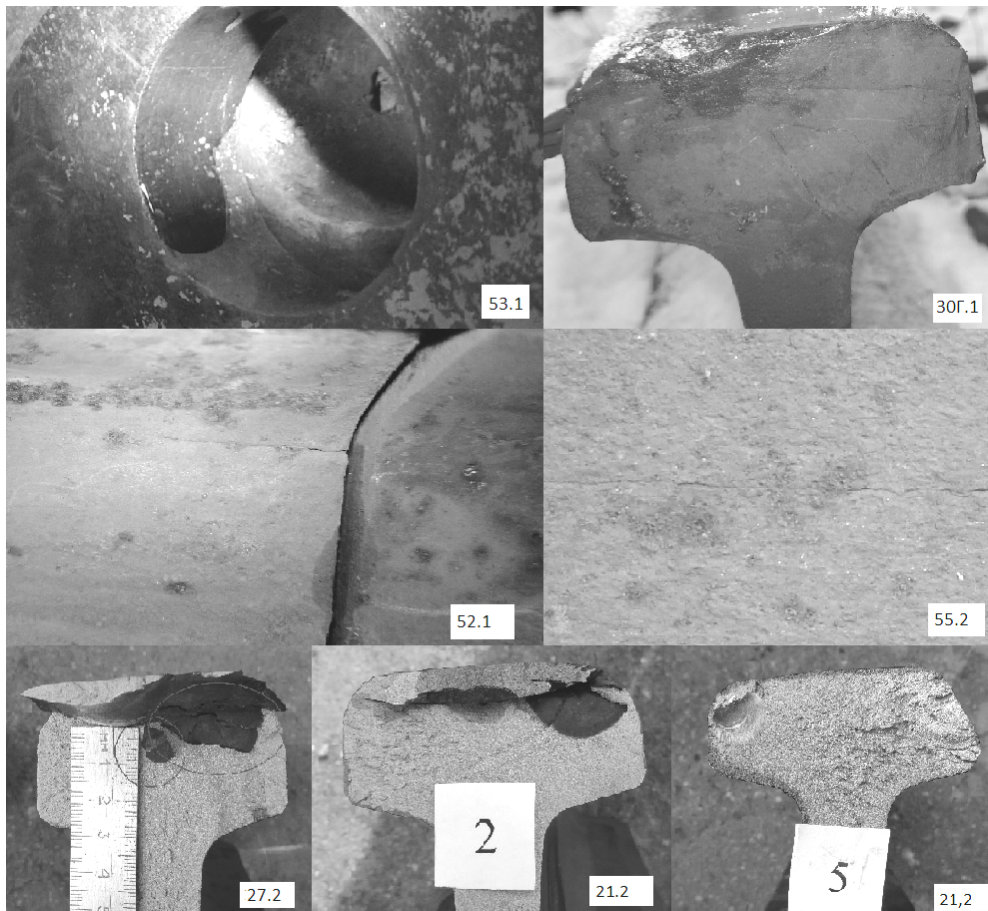


Рис. 3. Дефекты кодов: 53.1; 30Г.1; 52.1; 55.2; 27.2; 21.2

Дефекты кодов 53.1; 30Г.1; 52.1; 55.2 помимо дефектоскопирования, можно обнаружить и визуально. Однако, существуют также и дефекты, которые, кроме как дефектоскопированием, зачастую ничем обнаружить нельзя – это дефекты второй группы – 27.2; 21.2 (дефекты головки рельса). Наличие этих дефектов подтверждается в результате контрольных доломов, которые производятся на специально оборудованных прессах. В результате доломов, помимо наличия/отсутствия дефекта определяется также нагрузка, при которой произошел долом, а также стрела прогиба рельса. На рис. 3 (нижний ряд) приведены фотографии контрольных доломов рельсов, в результате которых были обнаружены дефекты второй и третьей групп.

Эхо-метод акустической дефектоскопии с использованием ПЭП позволяет практически обнаруживать различные нарушения структуры рельсов, выявлять дефекты, расположенные как на поверхности, так и в объеме контролируемых образцов. Наибольшие сложности представляют глубинные дефекты, маскируемые приповерхностными. Поэтому следует использовать ПЭП с различными углами ввода ультразвука в контролируемый объект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения: Дефектоскоп ультразвуковой УДС2-РДМ-22. Руководство по эксплуатации.
2. Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения: НТД/ЦП 1-2-3-93 Классификация дефектов рельсов. Каталог дефектов рельсов. Признаки дефектных и остродефектных рельсов
3. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Кн. 2. Расшифровка дефектограмм : практ. пособие в 2 кн. / А.А. Марков, Е.А. Кузнецова. – СПб. : Ультра принт, 2014. – С. 157 – 160.

УДК 681.513.3

ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА

В.А. КРИШТОПА

(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. С.А. ВАБИЩЕВИЧ)

Рассматривается устройство солнечных трекеров, их разновидности и особенности. Изучены основные характеристики трекеров: тип схемы управления, способ позиционирования. Проведен анализ принципа работы различных схем трекеров, выбрана оптимальная схема. Установлено, что трекер позволяет существенно увеличить КПД солнечной батареи.

Солнце является неисчерпаемым источником энергии. В прошлом веке люди научились преобразовывать энергию солнечного света в электричество, что стало прорывом в альтернативной энергетике. Не исключено, в будущем солнечная энергетика сможет потеснить привычные для нас способы выработки электроэнергии, что поможет сохранить нам не возобновляемые энергоресурсы, наносящие вред экологии при их использовании. Пока КПД солнечных элементов на основе кремниевых пластин по разным оценкам составляет лишь 14 – 24% и 40% для опытных непромышленных образцов [1]. На данный момент рекордом является КПД, достигнутый группой специалистов из Института систем солнечной энергии общества Фраунгофера – 44,7% [2]. Такой невысокий КПД связан со строением пластин и материалом их изготовления. В настоящее время ведутся разработки солнечных элементов на основе наноантенн, что позволит увеличить КПД до 85% [3]. На коэффициент полезного действия солнечных элементов так же влияет то, под каким углом на них падают солнечные лучи. При прямых солнечных лучах КПД максимален.

Анализ необходимости применения солнечного трекера. Солнечный трекер – это устройство для определения положения солнца с последующим позиционированием рабочей части относительно его. Рабочей частью при этом может являться солнечная батарея или зеркало, входящее в комплекс солнечных концентраторов для гелиоустановки. В данной работе описывается солнечный трекер, предназначенный для позиционирования солнечной батареи. Вращаясь, он позволяет увеличить выработку электроэнергии в течении дня, что увеличивает КПД солнечной батареи в целом. Из графика (рис. 1) иллюстрирующего зависимость потерь электроэнергии от отклонения угла падения солнечных лучей на солнечный элемент можно заметить, что при углах больше 45 градусов потери превышают 30%.