

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

УДК 621.396.963.5

DOI: 10.17223/00213411/63/2/73

Г.А. БАГРЕЕВ, В.П. ЯКУБОВ

НЕРАЗРУШАЮЩАЯ ТРАНСМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДОВ*

На основе теоретического анализа предлагается новый метод трансмиссионной томографии поверхностных дефектов трубопроводов с использованием ультразвуковых волн, распространяющихся вдоль их стенок. Волны возбуждаются и принимаются датчиками на двух кольцеобразных линиях, разнесенных вдоль поверхности трубы. Эти волны, распространяясь по поверхности трубы, представляют собой прямолинейные цилиндрические волны, которые закручиваются либо влево, либо вправо по ходу трубы подобно торсионным волнам. При появлении на поверхности какого-либо дефекта возникающие волны сопровождаются изменениями теневых проекций на контролируемом конце трубы. Задача томографии дефектов состоит в определении местоположения и формы дефектов путем обращения возникающих проекций. Физической особенностью этой задачи от традиционной томографии является то, что все эти проекции возникают на взаимно пересекающихся и левых и правых траекториях. Решение задачи достигается путем многократной поперечной пролонгации образующей цилиндрической поверхности трубы, на которой все траектории волн становятся прямолинейными. Приводится ряд примеров, подтверждающих возможность восстановления предложенным методом местоположения и формы дефектов различной формы.

Ключевые слова: ультразвук, множество ракурсов, теневые проекции, метод обратных проекций, томография.

1. Актуальность

Трубопроводный магистральный транспорт является одним из основных типов транспортировки углеводородного сырья. Большое распространение этот вид транспорта получил в энергетике. С помощью трубопроводов можно переправлять как газы, так и жидкости, что позволяет использовать их в нефтегазовой отрасли. В Российской Федерации этот вид сырьевого транспорта является основным [1]. Трубы могут иметь различные дефекты, которые могут как возникать при длительной эксплуатации, например вследствие коррозии, так и присутствовать изначально, например вследствие некачественной сварки [2]. К этому же примыкает несанкционированный доступ к сырью. Задача оперативного и неразрушающего контроля состояния трубопроводов является чрезвычайно важной как с финансовой, так и с социальной стороны проблемы.

В настоящее время контроль состояния магистральных продуктопроводов осуществляется множеством способов. Наиболее простым представляется визуальный способ обнаружения дефектов с использованием оптического или теплового излучения. Применяются различные варианты с использованием контактной дефектоскопии переменным магнитным полем. Известны попытки дефектоскопии с применением проникающего ионизирующего излучения. Предлагался, но не получил развития метод использования радиоволн через трубы подобно тому, как это делается в волноводах. Появление дефектов вызывает разрушение волноводной структуры полей. Такой подход мог бы быть применим для контроля газомagистралей, но опасность возникновения возгораний и взрывов при этом становится существенной, да и дальность контроля оставляет желать лучшего – радиоволны быстро затухают.

При этом в большинстве случаев приходится вскрывать земной покров, сбрасывать давление в магистрале и выводить её в нерабочее состояние. Наибольшее распространение получил способ, основанный на проделывании контрольных отверстий в трубопроводе и введении внутрь магистрала специального самодвижущего механизма, который изнутри оценивал бы состояние трубы, да и чистил бы её заодно.

В предлагаемой работе рассматривается использование ультразвуковых волн, средой для распространения которых служит стенка трубы. Обычно эти стенки изготавливаются из металлических материалов, в которых звуковые волны распространяются с большой фазовой скоростью и

* Работа выполнена по гранту им. Д.И. Менделеева ТГУ № 8.2.07.2018 Л при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>