

УДК: 629.367-049.1

С.Ю. Литвинов**S.Y. Litvinov**

СТО «Виразж-авто», г. Пермь

SRT "Virage-auto", Perm

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВОЛНОВОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

ON THE PECULIARITIES OF THE TRANSFORMATION OF TIME SIGNALS DURING WAVE DIAGNOSTICS OF NONMETALLIC PIPELINES

На текущий момент в России при эксплуатации нефтесборных трубопроводов наибольшее распространение нашли либо металлические трубопроводы, либо полиэтиленовые и стеклопластиковые. Поведение и особенности выявления возникающих дефектов на металлических трубопроводах достаточно хорошо изучены, однако на неметаллических трубопроводах аналогичные методики не отработаны в полной мере. Результаты волновой диагностики неметаллических трубопроводов подтверждают возможность ее применения с учетом определенных особенностей как структуры материала стенки трубы, так и обработки сигналов. При преобразовании временных сигналов в спектральные используются, как правило, быстрые преобразования Фурье. В данной статье представлены результаты рассмотрения полных преобразований Фурье.

Ключевые слова: трубопровод, волновой метод, диагностика, дефект, остаточный ресурс, преобразования Фурье.

At the moment, in Russia, when operating oil gathering pipelines, the most widespread are either metal pipelines, or polyethylene and fiberglass pipes. The behavior and peculiarities of detecting emerging defects on metal pipelines have been thoroughly studied, but similar techniques have not been fully developed for non-metallic pipelines. The results of the wave diagnostics of nonmetallic pipelines confirm the possibility of its application, taking into account certain features, both the structure of the pipe wall material and the signal processing features. When converting time signals to spectral signals, as a rule, fast Fourier transforms are used. In this paper we present the results of the consideration of complete Fourier transforms.

Keywords: pipeline, wave method, diagnosis, defect, remaining resource, Fourier transform.

В настоящее время в России, в системе трубопроводного транспорта используются металлические трубопроводы и неметаллические, структурная группа которых включает в себя достаточно большое количество разнообразных видов материалов, однако наиболее яркими представителями данной группы являются полимерно-армированные трубопроводы и стеклопластиковые.

На территории Пермского края, организации, эксплуатирующие полимерно-армированные трубопроводы и стеклопластиковые, применяют их для доставки нефтепродуктов от места добычи до пункта сбора и обработки.

Данные трубопроводы подлежат обязательному исследованию на работоспособность при превышении срока эксплуатации, установленного заводом-изготовителем. Необходимо определить вероятность безотказной работы на предстоящий промежуток эксплуатации с установленным межсервисным интервалом.

Авторами статьи [1] достаточно полно проработана методика волновой диагностики технического состояния неметаллических трубопроводов в процессе эксплуатации. Показана достаточная сходимость результатов при обнаружении как смоделированных дефектов, так и дефектов, выявленных с помощью указанного метода неразрушающего контроля в процессе эксплуатации [2, 3]. Указанный метод имеет как достоинства, так и недостатки, причем недостатки могут быть устранены в случае детальной проработки на конкретных примерах.

Известно, что при использовании волновых методов диагностики с целью оценки остаточного ресурса исследуемого трубопровода тем или иным способом снимается характеристика волнового сигнала. Именно преобразование данной характеристики позволяет вынести аргументированные предположения о состоянии и наличии дефектов на исследуемом участке. Наиболее показательные примеры в этой части исследования приведены в работе [4].

При этом характеристикой волнового сигнала, подлежащей регистрации с помощью приборов, является волновой сигнал. В статье [3, 4] предложены способы регистрации временных сигналов с помощью вибропреобразователей, закрепленных на стенке трубы ВК-310А, и приборно-аппаратного комплекса «Камертон». Аналогичные временные сигналы могут быть представлены и с приборно-аппаратных комплексов типа «Диана-8» либо «Атлант».

Временной сигнал, полученный с помощью применения указанных приборно-аппаратных комплексов, подлежит обязательной обработке в спектральный сигнал с целью выделения частотных составляющих и соответствующих им амплитуд, которые позволяют установить взаимосвязи между выявленными дефектами и «эталонными» дефектами, соответствующими указанным группам.

Однако с целью уточнения методики диагностирования и обработки сигналов автор предлагает обратить особое внимание на отдельные формы преобразования Фурье которые аналогичны друг другу, но имеют некоторые особенности – необходимо отметить присущую им разновидность. Например, в тех случаях, когда получаемый в результате преобразования Фурье спектр является непрерывной функцией частоты, спектральные составляющие име-

ют размерность «спектральной плотности». В частности, составляющие спектра возведенных в квадрат амплитуд имеют размерность энергии на единицу. Интегрирование такого спектра в ограниченном (конечном) диапазоне частот дает энергию, количество которой является конечной величиной. Понятие «спектральная плотность мощности» используется в случае стационарных случайных процессов, обладающих непрерывными спектрами и конечной и (в статистическом смысле) постоянной мощностью.

Также подлежит рассмотрению понятие ширины полосы, которое можно расширить и, следовательно, понимать соответствующий термин как степень частотной неопределенности, присущей измерению. Таким образом, можно предположить о частоте пропущенной составляющей, при этом обратив внимание на то, что она находится где-то внутри полосы пропускания этого фильтра. Передаточная (амплитудно-частотная) характеристика практических (реальных) полосовых фильтров отличается от характеристики идеального фильтра (рисунок). Эти особенности рассмотрения преобразований и теоретическая проработка указаны в источнике [5].

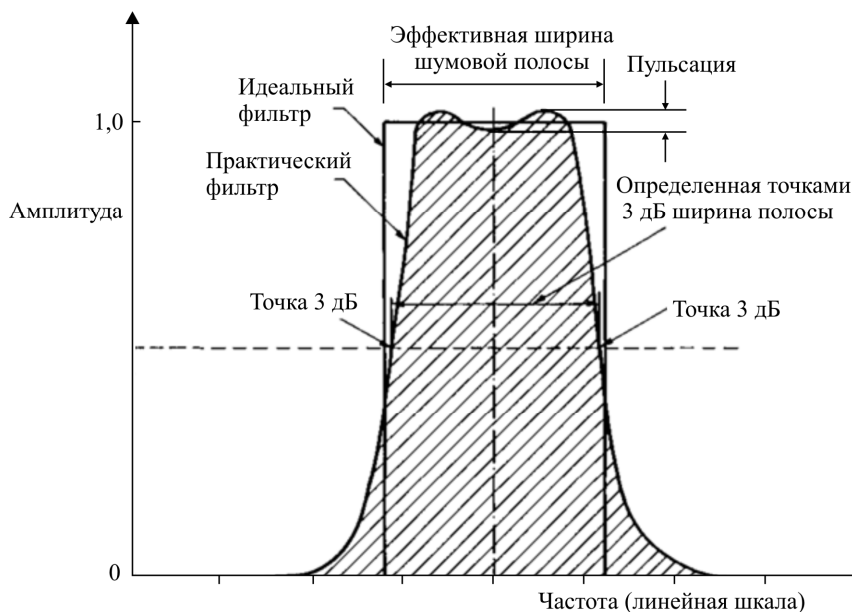


Рис. Амплитудно-частотные характеристики практического (реального) и идеального фильтров

Таким образом, особенности преобразования временных сигналов в спектральные, с учетом вышеизложенного, могут быть полезными при корректировании методики диагностирования неметаллических трубопроводов с помощью волнового метода в процессе их эксплуатации.

Однако для достижения поставленного эффекта требуются проведение большого количества практических исследований и наработка преобразований с учетом указанных особенностей.

В настоящей статье рассмотрены принципы, позволяющие уточнить методику диагностирования неметаллических трубопроводов с целью определения их остаточного ресурса в процессе эксплуатации. Уточнение связано с особенностями преобразования Фурье при переводе временных сигналов в спектральные.

Список литературы

1. Щелудяков А.М., Сальников А.Ф., Дутлов О.А. Волновая диагностика трубопроводов из полимерно-армированных труб // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2014. – Т. 1. – С. 254–258.

2. Щелудяков А.М., Сальников А.Ф. Волновой метод технической диагностики трубопроводов из композиционных материалов в процессе их эксплуатации // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2013. – Т. 1. – С. 379–384.

3. Транспорт трубопроводный. Проблемы и подходы к оценке технического состояния функционирующих трубопроводов с помощью волнового метода неразрушающего контроля / А.М. Щелудяков, А.Ф. Сальников, М.А. Щелудяков, С.А. Сальников // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2014. – № 4. – С. 126–137.

4. Сальников А.Ф., Сальников С.А., Щелудяков А.М. Оценка влияния динамических нагрузок на остаточную работоспособность полимерноармированных труб // Газовая промышленность. – 2014. – № 1 (701). – С. 52–55.

5. Рэндалл Р.Б. Частотный анализ: пер. с англ. – Глоструп, Дания: К. Ларсен и сын, 1989.

Получено 21.05.2018

Литвинов Сергей Юрьевич – СТО «Вираз-авто», г. Пермь, e-mail: letis95@mail.ru.