

На основании полученных результатов верификации методика была признана соответствующей ее назначению, т.к. показатели назначения соответствовали показателям, указанным в методике, все дефекты в тест-образцах были выявлены и отсутствовали случаи ложного обнаружения дефектов.

### Список литературы

1. ГОСТ 33514–2015. Продукция железнодорожного назначения. Порядок верификации методик неразрушающего контроля. М.: Стандартинформ, 2016. 11 с.
2. Дымкин Г.Я., Коншина В.Н. Основные положения межгосударственного стандарта ГОСТ 33514–2015 «Продукция железнодорожного назначения. Порядок верификации методик неразрушающего контроля» // Дефектоскопия. 2017. № 7. С. 71 – 75.
3. ГОСТ Р 55724–2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. М.: Стандартинформ, 2014. 41 с.
4. ГОСТ Р 50779.10–2000 (ИСО 3534.1–93). Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения. М.: Госстандарт России, 2008. 41 с.

## НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ЖИДКОСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАКЛАДНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ОТЛОЖЕНИЙ В ТРУБОПРОВОДАХ

Попова П.В.

ООО «Константа УЗК», Санкт-Петербург, Россия

В связи с развитием топливно-энергетического комплекса России, ввода в эксплуатацию новых транспортных магистралей добываемого углеводородного сырья, замены устаревших систем учета, а также в рамках исполнения плана Правительства Российской Федерации по импортозамещению технологического оборудования в нефтегазовой сфере все более активно применяются расходомеры жидкостей и газа с накладными ультразвуковыми преобразователями, применение которых более выгодно с экономической точки зрения как на новых объектах, так и на модернизируемых. Преобразователи не имеют конструктивных элементов, контактирующих с измеряемой средой, или подвижных узлов. У преобразователей нет физического износа твердыми частицами попутной транспортировки, нет необходимости в специальной установке фильтрующих элементов для устранения указанных помех, что позволяет сохранить условный диаметр прохода труб.

Однако существует ряд проблем, которые затрудняют их использование.

Как известно, принцип действия ультразвуковых расходомеров основан на том, что при распространении ультразвуковых колебаний в движущейся контролируемой среде скорость ультразвука относительно неподвижной системы координат (стенки трубопровода) равна векторной сумме

скорости ультразвука относительно среды и скорости самой среды относительно трубопровода, а используемый время-импульсный метод основан на измерении времени прохождения ультразвукового сигнала по направлению и против направления движения потока жидкости в трубопроводе, в связи с чем основным недостатком ультразвукового метода контроля расхода является зависимость результатов измерений от акустических характеристик сред, через которые проходит ультразвуковая волна: скорость распространения ультразвуковых волн в материалах и их затухание, так как механические свойства материалов, такие как плотность, зернистость и т.п. известны.

В случае, когда трубопровод только введен в эксплуатацию мы получаем достоверные и точные результаты измерений. Но в процессе эксплуатации трубопроводов в них появляются дефекты, такие как коррозия внутренних стенок, отложения на стенках трубопровода и т.п. Сложность состоит в диагностировании того и или иного фактора, влияющего на результаты контроля.

Если в трубопроводе есть отложения, провести их диагностику без вскрытия трубопровода невозможно. В зависимости от назначения трубопровода, и скорее, от вида транспортируемой жидкости, отложения тоже могут иметь различный состав, что влияет на их акустические свойства. Чаще всего отложения накапливаются в трубопроводах, по которым транспортируется вода (чистая или содержащая примеси) и/или нефтепродукты. Наличие отложений на внутренней стенке трубопровода сужает его сечение, вследствие чего увеличивается скорость потока при неизменном расходе. Так как при проведении контроля мы определяем скорость потока исходя из времени прохождения ультразвукового сигнала и учитываем внутренний диаметр трубы, то полученное значение расхода будет завышено.

На сегодняшний день надежных неразрушающих методов диагностики отложений не существует. Поэтому был разработан косвенный метод учета толщины отложений на внутренней поверхности трубопровода, основанный на методе сравнения параметров контролируемой среды в состоянии покоя в лабораторных условиях и в рабочем состоянии на объекте контроля.

В работе рассмотрены основные этапы метода учета толщины отложений, заключающиеся в следующем:

- исследование отложений и определение их акустических характеристик;
- создание образцового макета, повторяющего параметры объекта контроля;
- определение скорости распространения ультразвуковых колебаний в исследуемой среде;
- проведение измерений на объекте контроля, определение скорости распространения ультразвуковых колебаний в движущейся исследуемой среде;

- определение наличия отложений;
- введение поправок на влияние отложений при измерении расхода.

Реализация этапного подхода позволяет учесть свойства и размер отложений, тем самым обеспечив достоверность результатов измерений.

Для подтверждения справедливости данного метода были проведены исследования на теплоснабжающих предприятиях, а также на предприятиях, обслуживающих магистрали «сырой» и товарной нефти. Исходя из результатов исследования данный метод может быть рекомендован для применения, но с проведением предварительных исследований типа и свойств отложений характерных для конкретных объектов контроля.

### Список литературы

1. Чичиров А.А., Чичирова Н.Д., Ляпин А.И. и др. Образование отложений и коррозия на внутренней поверхности трубной системы открытой теплосети // Новости теплоснабжения. № 01(173). 2015.
2. Биргер Г.И., Бражников Н.И. Ультразвуковые расходомеры. М.: Издательство «Металлургия», 1964.
3. Руководство по эксплуатации РУНС.170.00.000 РЭ. «Расходомеры ультразвуковые КАТФЛОУ». ООО ПК «РУНА», 2014.
4. Технические условия ТУ 421392-041-96800231–2016. «Ультразвуковые преобразователи для расходомеров». ООО «Константа УЗК», 2016.

### ДЕФЕКТЫ В УГЛЕПЛАСТИКАХ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ МЕТОДАМИ АКУСТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ

Петронюк Ю.С.<sup>1,2</sup>, Левин В.М.<sup>2</sup>, Рыжова Т.Б.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия,

<sup>2</sup>Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва, Россия,

<sup>3</sup>Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского, Жуковский, Московская область, Россия. E-mail: jps7@mail.ru

В настоящее время композитные материалы (ПКМ), такие как угле- и стеклопластики, широко применяются в машиностроении. Прочные волокна служат армирующими элементами, а полимерная матрица связующим, тем самым обеспечивается легкость конструкции и высокие механические характеристики. При этом наличие множественных границ раздела в объеме материала приводит к тому, что процессы разрушения в материале происходят под их влиянием. Контроль качества адгезии на границах раздела является одной из ключевых задач при проектировании композитной среды и производстве изделий. Наличие крупных и критических дефектов и преждевременное старение материала выявляется ультразвуковыми и рентгеновскими неразрушающими методами. Для исследовательских целей при