

технологический цикл выполнения работ в юридической сфере, а также неумение работать с пониманием смысла, переносом из одной деятельности в другую и обработкой неструктурированных и открытых задач. Это позволяет иметь реалистичное представление о том, где искусственный интеллект может помочь человеку, а где только навредить.

Список литературы

1. Савенко Н.Е. LegalTech в цифровой экономике и правовом регулировании экономической деятельности граждан / Н.Е. Савенко // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2023. – Т.16, №1. – С. 145–171.
2. Талагаева Е.В. Развитие нотариата в эпоху цифровизации / Е.В. Талагаева, Е.Б. Калашникова // Научные междисциплинарные исследования: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. – Самара: Самарский государственный экономический университет, 2020. – С. 218–226.
3. Чеканова А.И. Информационные технологии в правовой сфере: положительные тенденции и перспективы развития / А.И. Чеканова. – Текст : электронный // Законность и правопорядок в современном обществе. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-pravovoy-sfere-polozhitelnye-tendentsii-i-perspektivy-razvitiya/viewer> (дата обращения 07.11.23).
4. Комелькова Я.В. Применение информационных технологий в правоохранительной деятельности / Я.В. Комелькова // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» – 2022. – №5.
5. Кабыткина И.Б. Искусственный интеллект как перспектива совершенствования судебной деятельности / И.Б. Кабыткина, А.С. Кулинич, А.Д. Ларионова // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». – 2021. – № 75. – С. 43–46.
6. Соколова А.А. Искусственный интеллект в юриспруденции: риски внедрения / А.А. Соколова. – Текст: электронный // Юридическая техника. – 2019. – № 13. – С. 350–356. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-yurisprudentsii-riski-vnedreniya/viewer>.
7. Дятлов О.И. Перспективы Legal Tech на современном этапе развития Российской юриспруденции / О.И. Дятлов, А.А. Терениченко. – Текст: электронный // Аграрное и земельное право. – 2022. – №6(210). – С. 31–32. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-legal-tech-na-sovremennom-etape-razvitiya-rossiyskoj-yurisprudentsii/viewer>.
8. Кобелева Н.А. Современные информационные технологии в правоохранительной деятельности / Н.А. Кобелева. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 18 (413). – С. 279–283.

УДК 620.179.16

АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТРУБ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Холичев Данил Дмитриевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: ddh2@tpu.ru

ACOUSTIC TESTING OF SMALL DIAMETER PIPES

Kholichev Danil Dmitrievich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: статья посвящена исследованию возможности применения акустических методов для контроля труб малых диаметров (от 10,2 до 165 мм). Предложена система по возбуждению акустических колебаний в теле стальных трубопроводов при помощи электромагнитно-акустического метода. По результатам работы можно сделать вывод, что

возможно сгенерировать акустическую волну достаточной для контроля амплитуды посредством электромагнитного поля, возникающего при пропускании через кольцевую обмотку импульса тока большой мощности, т.е. предложенная система применима для акустического контроля трубопроводов малых диаметров.

Abstract: the paper to the study of the possibility of using acoustic methods for testing small-diameter pipes (from 10.2 to 165 mm). A system has been proposed for exciting acoustic vibrations in the body of steel pipelines using the electromagnetic-acoustic method. Based on the results of the work, we can conclude that it is possible to generate an acoustic wave sufficient to control the amplitude by means of an electromagnetic field that occurs when a high-power current pulse is passed through the ring winding, that is, the proposed system is applicable for acoustic monitoring of small diameter pipelines.

Ключевые слова: неразрушающий контроль; акустический контроль; электромагнитно-акустический метод; коррозия; трубы малых диаметров.

Keywords: non-destructive testing; acoustic testing; electromagnetic-acoustic method; corrosion; small diameter pipes.

Существует множество факторов, оказывающих влияние на энергоэффективность систем теплоснабжения: техническое состояние технологического оборудования, соблюдение оптимальных условий эксплуатации, своевременное обнаружение и устранение возникающих дефектов. К настоящему времени значительная часть теплоэнергетического оборудования выработало свой ресурс, в следствии чего, значимой стала проблема разработки систем по его контролю, диагностике и мониторингу [1].

Традиционно при производстве контроль труб осуществляется ультразвуковыми (УЗ), акустико-эмиссионными, магнитными и вихретоковыми методами неразрушающего контроля, а толщины стенок труб измеряют УЗ-толщиномерами [2–4]. Но по причине большой протяженности контролируемых трубопроводов указанные методы обладают общим недостатком – необходимость сканирования тела трубы, что требует соответствующего механизированного оборудования, а также значительных производственных площадей, что снижает эффективность работы установок, усложняет транспортную систему объекта и приводит к быстрому износу преобразователей. Несмотря на преимущество бесконтактной работы, магнитные и вихретоковые установки контроля способны выявлять лишь поверхностные и приповерхностные нарушения сплошности определенных размеров. Контактные УЗ методы требуют наличия иммерсионной жидкости, и сложно реализуются на прокате малых размеров и с плохим качеством обработки поверхности (горячекатаный прокат) [5].

В результате была сформирована идея об анализе множества акустических методов контроля с целью выявления оптимальных, позволяющих проводить диагностику протяженных участков (более 10 м в обе стороны) труб малых диаметров используя минимальное количество точек для ввода акустических волн.

Поскольку основной задачей работы ставится оценка общего коррозионного поражения протяженных участков трубопровода, для определения наиболее критических, подлежащих последующему подробному контролю иными методами, было решено использовать акустические методы.

Для реализации поставленной задачи было решено использовать электромагнитно-акустический метод для возбуждения акустических волн в теле объекта контроля, поскольку тот осуществляется бесконтактно, а для приема использовать пьезоэлектрический метод, как обладающий высочайшей чувствительностью.

В начале было решено разработать прибор-прототип генератора акустических импульсных возбуждений (10–50 кГц) в теле стальной трубы, посредством электромагнитно-акустического метода. Прототип представлял собой схему из транзистора, способного пропускать импульсный ток высоких значений, куска изолированного провода низкого сопротивления, выступающего в качестве обмотки возбуждения, и ряда параллельно

включенных конденсаторов, обеспечивающих высокую емкость, объединенных проводами больших диаметров, а также с припаянными контактами для подключения генератора импульсов и питающего аккумулятора (см. рисунок 1).

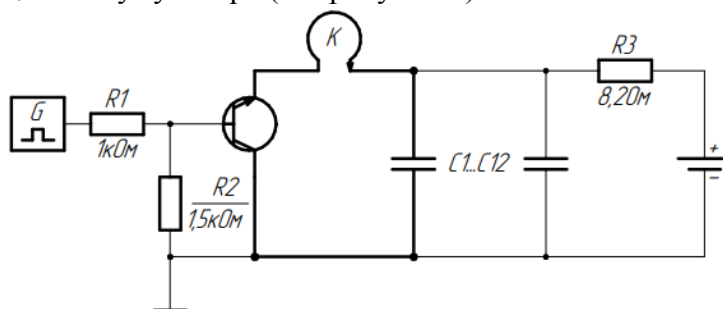


Рисунок 1 – Электрическая схема прибора-прототипа генератора импульсных акустических возбуждений в теле стальной трубы

Подключив собранный прототип к генератору прямоугольных импульсов Г5-63, была исследована способность предложенной схемы выдерживать периодическое импульсное возбуждение. В ходе экспериментов было установлено, что схема пригодна для пропускания импульсов длительностью 10–50 мкс (что соответствует генерации колебаний в диапазоне 10–50 кГц) при поддержании скважности управляющих импульсов в несколько сотен раз (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Прибор-прототип генератора импульсных акустических возбуждений в теле стальной трубы

У получившегося прототипа были исследованы электрические и акустические свойства при подаче на него периодических управляющих импульсов различной продолжительности (сопротивление петли излучателя с медным контактом равнялось 5,5 мОм). Результаты измерений были внесены в таблицу, зависимости показаны на рисунках 3–5.

Таблица – Зависимости максимальной амплитуды в импульсе (при $K_{yc} = 100$) и падения напряжения на концах петли излучателя от длительности зондирующего импульса

T , мкс	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
A , В	0.2	0.4	0.52	0.6	0.6	0.56	0.54	0.52	0.48	0.48	0.46	0.34	0.22	0.2
$U_{вх}$, В	13.5	14	13.7	13.3	13	12.7	12.5	12.3	12.2	12	11.7	11.5	11.2	11
$U_{вых}$, В	1.7	2.6	3.3	4.1	4.8	5.4	5.9	6	6.8	7.6	8.3	8.9	9.5	10.1
ΔU , В	11.8	11.4	10.4	9.2	8.2	7.3	6.6	6.3	5.4	4.4	3.4	2.6	1.7	0.9
I , А	2145	2073	1891	1673	1490	1327	1200	1145	982	800	618	473	309	164
K , мкВ/А	93	193	275	359	402	422	450	454	489	600	744	719	712	1222

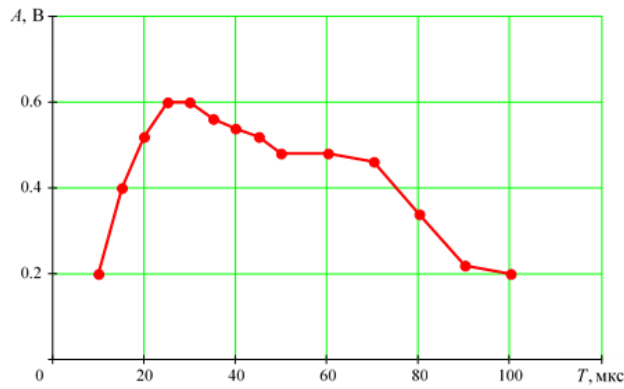


Рисунок 3 – Зависимость максимальной амплитуды в импульсе от длительности зондирующего импульса

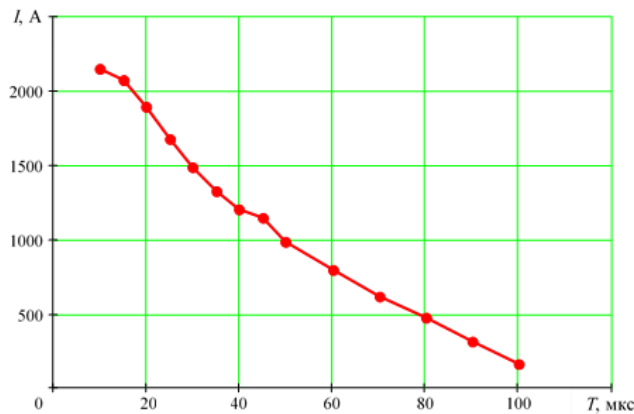


Рисунок 4 – Зависимость силы тока в обмотке возбуждения от длительности зондирующего импульса

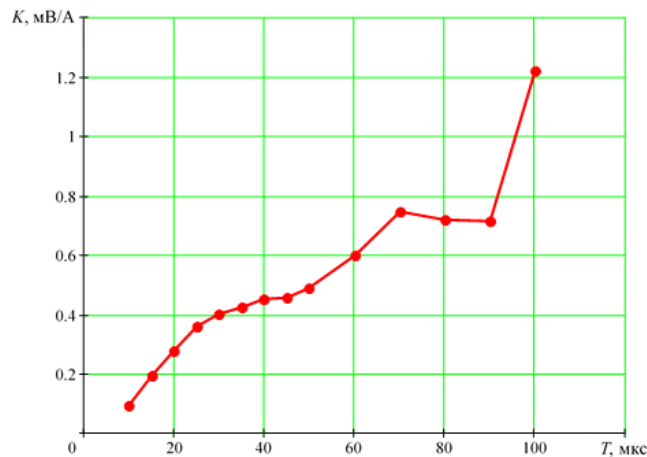


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента импульсного преобразования от длительности зондирующего импульса

По результатам работы были сделаны выводы, что разработанный прибор-прототип работает исправно, выполняя функцию генератора импульсных акустических возбуждений в теле стальной трубы. Также было установлено, что система обладает оптимальными параметрами электромагнитно-акустического преобразования при длительности зондирующего импульса в диапазоне 20–50 мкс, что соответствует частотам генерируемой волны 25–10 кГц.

Список литературы

1. Критерии оценки технического состояния длительно работающего металла оборудования ТЭС на основе акустической структуроскопии / А.Н. Смирнов [и др.] // Дефектоскопия. – 2016. – № 2. – С. 44–51.
2. Выявление поверхностных микротрещин в металлических изделиях с помощью возбуждения высокочастотными вихревыми токами и визуализации инфракрасной камерой / О.А. Булычев [и др.] // Дефектоскопия. – 2016. – № 8. – С. 47–54.
3. Опыт контроля состояния труб магистральных газопроводов электромагнитно-акустическим методом / А.Ф. Матвиенко [и др.] // Дефектоскопия. – 2016. – № 9. – С. 28–37.
4. Борейко Д.А. Чувствительность метода акустической эмиссии при обнаружении дефектов в трубных изделиях / Д.А. Борейко, И.Ю. Быков, А.Л. Смирнов // Дефектоскопия. – 2015. – № 8. – С. 24–33.
5. Акустический волноводный контроль труб малого диаметра / В.В. Муравьев [и др.] // Инновации в топливно-энергетическом комплексе и машиностроении. – 2017. – С. 292–298.

УДК 620.179.1:621.315.3.048

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДА С ЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЁМКОСТЬЮ

Холуева Ирина Андреевна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: iah11@tpu.ru

Научный руководитель: Вавилова Галина Васильевна,

к.т.н., доцент отделения контроля и диагностики ТПУ

E-mail: wgw@tpu.ru

INTERACTION OF GEOMETRIC PARAMETER CHANGES IN WIRE INSULATION DEFECTS WITH ITS ELECTRICAL CAPACITANCE

Kholueva Irina Andreevna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Academic supervisor: Vavilova Galina Vasilievna,

Ph.D. in Engineering National Research Tomsk Polytechnic University

Аннотация: данная работа посвящена исследованию влияния геометрических параметров простых дефектов изоляции одножильного электрического провода на его электрическую ёмкость. Показаны изменение электрической ёмкости провода при наличии локальных утонений и утолщений изоляции провода и при наличии локального расслоения изоляции, а также зависимость электрической ёмкости от изменения геометрических параметров дефектов. Исследование проводилось путем моделирования в программной среде Mathcad.

Abstract: this study is dedicated to investigating the influence of geometric parameters of simple insulation defects on the electrical capacitance of a single-core electrical wire. The paper demonstrates variations in the electrical capacitance of the wire due to local thickening and thinning of the insulation, as well as local delamination of the insulation, and explores the relationship between electrical capacitance and changes in the geometric parameters of these defects. The research was conducted through modeling using the Mathcad software environment.

Ключевые слова: ёмкость; провод; дефект; моделирование.

Keywords: capacitance; wire; defect; modeling.