

### Применение статистических исследований при выявлении зависимости параметров акустических колебаний на участке трубопровода от толщины отложений

Актуальной проблемой в нефтегазовой отрасли остается выявление асфальтосмолопарафиновых отложений на внутренних стенках трубопроводов и технологического оборудования. Отложения ухудшают работу оборудования и требуют периодической очистки. Существует необходимость в своевременном и точном измерении толщины отложений. Проведено исследование зависимости параметров акустических колебаний на локальном участке трубопровода от толщины отложений на его внутренней стенке. Установлены зависимости между частотой, энергией и длительностью колебаний от толщины отложений. Найденные зависимости будут положены в основу метода измерения толщины отложений на внутренней стенке трубопроводов и технологического оборудования.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, акустические методы, измерение толщины, асфальтосмолопарафиновые отложения, информационно-измерительной системы, трубопровод.

Суслов Антон Владимирович – аспирант,  
Ярославкина Екатерина Евгеньевна – канд. техн. наук, доцент СамГТУ.  
E-mail: [a.v.suslov@inbox.ru](mailto:a.v.suslov@inbox.ru)

#### Список литературы

1. Валеев А.Р. Гурфанова Д.Ю. Прямые и косвенные методы определения количества парафинотолжений в нефтепроводе // Нефтегазовое дело. – 2013. – Т. 11. – №4. – С.110-114.
2. Sousa A. L., Matos H. A., Guerreiro L. P. Preventing and removing wax deposition inside vertical wells: a review // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 2019. – №.9. – С. 2091-2107.
3. Theyab M.A. Experimental Methodology Followed to Evaluate Wax Deposition Process // Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology. – 2018. – 9:1.
4. Табет Н.К.А., Фетисов В.С. Термодинамический способ определения толщины отложений парафина на внутренней поверхности нефтепровода // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2019. – № 2. – Т.15. – С. 105-112.
5. Ito Sh., Tanaka Y., Hazuku T., Ihara T., Morita M., and Forsdyke I. Wax Thickness and Distribution Monitoring Inside Petroleum Pipes Based on External Temperature Measurements // ACS Omega. – 2021. – № 6. – С. 5310–5317.
6. Wenda Wang, Qiyu Huang Prediction for wax deposition in oil pipelines validated by field pigging // Journal of the Energy Institute. 2014. – С. 196-207.
7. Контева А.В., Контев В.Ю. Бесконтактная система измерения толщины парафинистых отложений нефти в погружном оборудовании и нефтепроводах // Экспозиция Нефть Газ. – 2018. – Май 3. – С.62-64.
8. Samir Abdul-Majid. Determination of wax deposition and corrosion in pipelines by neutron back diffusion collimation and neutron capture gamma rays // Applied Radiation and Isotopes. 74 (2013) P: 102–108.
9. Mojtaba Askari, Ali Taheri, Javad Kochakpour, Mohammad Taghan Sasanpour. An intelligent gamma-ray technique for determining wax thickness in pipelines // Applied Radiation and Isotopes. 172 (2021). 6 p.
10. Ярославкина Е.Е., Суслов А.В. Методы определения толщины отложений в нефтепроводах // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2020. – № 1(18). – С. 210–217.
11. Ярославкина Е.Е., Суслов А.В. Теоретико-экспериментальное исследование зависимости собственных частот колебаний пластины от толщины отложений // Вестник СамГТУ. Сер. «Технические науки». – 2021. – Т. 29. № 2. – С. 88–99.
12. Маккини У. Python для анализа данных / Пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2015 – 482 с.
13. Свейгарт Э. Автоматизация рутинных задач с помощью Python. Пер. с англ. – М.: ООО «ИД. Вильямс», 2017. – 592 с.
14. Колде Я.К. Практикум по теории вероятностей и математической статистике / Учебное пособие для техникумов – М.: Высшая школа, 1991. – 157 с.
15. Аксенчик А.В. Теория вероятностей и математическая статистика / Учебно-методическое пособие. – Мн.: БГУИР, 2011. – 184 с.
16. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). Т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. – М.: Машиностроение, 1978 – 352 с.

**Suslov A.V., Yaroslavkina E.E.** Application of statistical methods for investigating the relationship between the parameters of acoustic oscillations in a pipeline section and the thickness of deposits

*The detection of paraffin sediments on internal walls of process equipment and pipeline is a topical issue. The sediments impair equipment operation and require periodic cleaning. The thickness of deposits requires timely and precise measuring. The paper investigates the relationship between the parameters of acoustic oscillations in a pipeline section and the thickness of deposits on its inside wall. The dependencies of oscillation frequency, energy, and duration on the deposit thickness are established. They will underlie the method of deposit thickness measurement on the internal walls of process equipment and pipelines.*

Keywords: nondestructive inspection, acoustic methods, thickness measuring, asphaltic resinous paraffine sediments, information-measuring system, pipeline.