

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО И АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**В.А. ЗЕНЬКОВ**

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,  
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

*Вибрационный и акустический контроль являются эффективными методами неразрушающей диагностики машин. Они позволяют выявлять износ режущего инструмента, нестабильность процесса резания и другие аномалии, влияющие на качество обработки и исправность оборудования. В статье рассматриваются современные подходы к применению виброакустических методов диагностирования в машиностроении, включая интеграцию с системами ЧПУ и использование методов машинного обучения для повышения точности диагностики.*

Современное машиностроение требует высокой точности и надежности машин. Нарушения в работе оборудования могут привести к снижению качества продукции и увеличению затрат. Вибрационный и акустический контроль позволяют осуществлять мониторинг состояния технических объектов в реальном времени, обеспечивая своевременное выявление отклонений и устранение неисправностей.

Вибрационный контроль основан на измерении механических колебаний, возникающих в процессе работы оборудования. Акустический контроль анализирует сигналы акустического спектра, сопровождающие процесс механического взаимодействия. Оба метода позволяют выявлять аномалии, такие как износ взаимодействующих объектов, нестабильность процессов механического взаимодействия и другие дефекты [1].

**Контроль износа режущего инструмента.** В диссертации [2] описывает применение виброакустических методов для контроля износа режущего инструмента. Анализ виброакустических сигналов позволяет оценивать состояние инструмента и своевременно проводить его замену, обеспечивая требуемое качество обработки.

**Мониторинг процессов механического взаимодействия.** Разработана методика виброконтроля станочного оборудования, основанная на анализе спектра виброакустических колебаний [3]. Устройство, созданное на основе этой методики, позволяет контролировать износ инструмента и обеспечивать стабильность процесса обработки.

В рамках диссертационного исследования, была применена методика исследования изменения акустического сигнала при износе деталей пар трения скольжения машин с возвратно-поступательным движением, установленных в дорожных транспортных средствах.

**Интеграция с системами автоматизированного и интеллектуального управления.** В работах [4] и [5] описано применение автоматизированных систем мониторинга и диагностирования с использованием виброакустических сигналов при обработке

деталей. Системы интегрируются с ЧПУ станков и обеспечивает высокую чувствительность к изменениям в зоне обработки, позволяя своевременно выявлять поломки инструмента и предотвращать брак.

**Использование методов машинного обучения.** Современные исследования демонстрируют эффективность применения методов машинного обучения для анализа виброакустических данных. Например, в работах, опубликованных на arXiv [6,7], описывается использование глубоких нейронных сетей для автоматического обнаружения вибрационных колебаний в процессе обработки. Модель достигает высокой точности в условиях промышленного шума и неопределенности параметров процесса.

**Заключение.** Вибрационный и акустический контроль являются мощными инструментами для диагностирования технологического и иного оборудования, использующего в работе процессы механического взаимодействия. Применение вибрационного и акустического контроля позволяет повысить надежность оборудования, улучшить качество продукции и снизить затраты на обслуживание. Интеграция с системами автоматизированного и интеллектуального управления, а также использование методов машинного обучения открывают новые возможности для развития интеллектуальных систем мониторинга и диагностики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Румбешта В.А., Симута Н.А., Лычко С.Н. Акустический тракт виброакустической системы технической диагностики процессов резания // Современная техника и технологии. 2013. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2013/06/2114> (дата обращения: 08.04.2025).
2. Алленов Д.Г. Совершенствование процесса контроля режущего инструмента методами виброакустики с целью обеспечения требуемого качества поверхностного слоя деталей машин. Автореферат дис. канд. техн. наук. Москва, 2018. [Электронный ресурс]. URL: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_008708146](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008708146) (дата обращения: 08.04.2025).
3. Бражкин Ю.А. Виброконтроль станочного оборудования и технологических процессов обработки металлов. Известия МГТУ "МАМИ", 2007. Том 1, № 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://journals.eco-vector.com/2074-0530/article/view/69645> (дата обращения: 08.04.2025).
4. Григорьев С.Н., Волосова М.А. Диагностика и контроль керамического инструмента при высокоскоростном фрезеровании закалённых сталей на станках с ЧПУ. Измерительная техника № 7, 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23924145> (дата обращения: 08.04.2025).
5. Волосова М.А. Автоматизированная система мониторинга и диагностики обработки ответственных деталей в машиностроении керамическим режущим инструментом. Инновации, 2016, № 8(214). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-monitoringa-i-dagnostiki-obrabotki-otvetstvennyh-detaley-v-mashinostroenii-keramicheskim-rezhushchim> (дата обращения: 08.04.2025).
6. Kounta, C.A.K.A., Arnaud, L., Kamsu-Foguem, B., Tangara, F. Deep learning for the detection of machining vibration chatter. arXiv preprint arXiv:2303.11430, 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2303.11430> (дата обращения: 08.04.2025).
7. Bundscherer, M., Schmitt, T.H., Bayerl, S., Auerbach, T., Bocklet, T. An Acoustical Machine Learning Approach to Determine Abrasive Belt Wear of Wide Belt Sanders. arXiv preprint arXiv:2210.13273, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2210.13273> (дата обращения: 08.04.2025).