

от 10 до 50 кГц. Изменение формы сигнала позволяет оценить влияние установленного дефекта на обмотку и обучить нейронную сеть обнаруживать подобные дефекты.

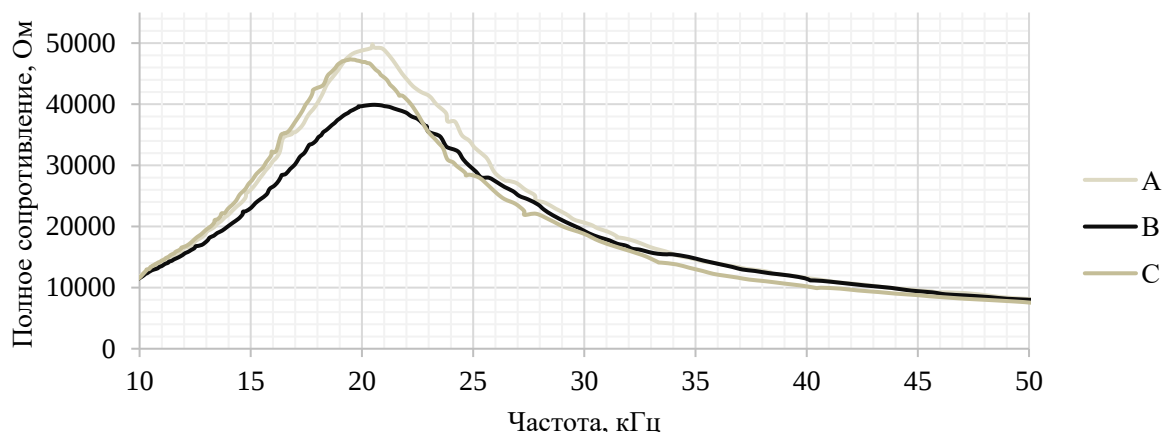


Рис. 1. Характер изменения полного сопротивления от частоты для обмоток асинхронного электродвигателя

Литература

1. Мирош, Д. В. Нейронные сети в диагностике. Анализ неисправностей асинхронных двигателей железнодорожной отрасли и их диагностика на базе искусственного интеллекта / Д. В. Мирош, В. Н. Галушко, И. Л. Громыко // Энергоэффективность. – 2023. – № 4. – С. 30–32.
2. Мирош, Д. В. Нейросетевая обработка параметров состояния асинхронных двигателей при межвитковом замыкании / Д. В. Мирош // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2024. – № 3(51). – С. 105–115.
3. Галушко, В. Н. Диагностирование электродвигателей методом контроля отношений токов статора / В. Н. Галушко, Д. В. Мирош // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2024. – Т. 1. – С. 19–21.

УДК 681.2.08

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ДВУХ ТЕРМОПАР В ОДНОЙ ТОЧКЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Аспирант Мороз А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Тявловский А. К.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Термопары типа К широко применяются в промышленности благодаря широкому температурному диапазону и надежности. Однако их точность может снижаться из-за шумов, дрейфа и различий в динамических характеристиках. Решением становится использование двух термопар типа К в одной точке измерения, отличающихся толщиной проволоки и типом конструкции (например, заземленная и незаземленная). Это позволяет компенсировать индивидуальные недостатки датчиков, а применение нейросетей для обработки данных повышает достоверность результатов.

Использование двух термопар типа К в одной точке измерения температуры, отличающихся толщиной проволоки и типом конструкции, основано на компенсации их физических ограничений. Термопары с тонкой проволокой (диаметром 0,25–0,5 мм) обладают меньшей тепловой инерцией, что обеспечивает быстрое время отклика (до 0,1–0,5 с, что очень критично в газовых средах), но подвержены сильному температурному дрейфу, более подвержены деградации при окислении, электромагнитным помехам и механическим повреждениям. Толстые проволоки (1,0–1,5 мм) демонстрируют стабильность в условиях вибраций и меньше дрейф термоЭДС, но их время реакции может достигать 2–5 с.

Дополнительное различие в типе конструкции (заземленная vs. незаземленная термопара) влияет на уровень шумов и устойчивость к коррозии. Например, заземленные датчики быстрее передают тепловую энергию, но подвержены паразитным токам в проводящих средах, тогда как изоляция уменьшает помехи, вызванные паразитными токами, но защитная изолирующая оболочка сильно увеличивает отклик на изменение температуры.

Парная установка термопар позволяет:

- фильтровать высокочастотные шумы – используя данные «медленного» толстопроволочного датчика как опорные для коррекции «быстрого» тонкопроволочного;
- устранять дрейф – долгосрочные тенденции толстопроволочной термопары компенсируют краткосрочные погрешности тонкой (выявляя аномалии в показаниях одного датчика на основе тенденций другого) [2];
- повышать надежность – при выходе одного датчика из строя, система будет получать данные с резервного. Исключит критическую неисправность системы при неправильной полярности подключения одного из датчиков [3].

Подход актуален в энергетике, металлургии и аэрокосмической отрасли, где критична точность измерений в условиях вибраций, агрессивных сред или резких температурных скачков. Например, в турбинах одновременный мониторинг через два датчика позволяет прогнозировать перегрев.

Закключение.

Комбинация двух термопар типа К с разными параметрами и нейросетевой обработкой создает надежную систему мониторинга. Это снижает риски ошибок и расширяет возможности прогнозной аналитики в реальном времени. Двойная установка термопар типа К с разными параметрами – это не избыточность, а инженерная оптимизация. Данный подход подтвержден экспериментами, где совместное использование разнотипных датчиков и нейросетей обеспечивает точность, недостижимую для одиночных и независимых измерительных систем.

Литература

1. Manual on the Use of Thermocouples In Temperature Measurement, Fourth Edition. – Revision of ASTM Special Publication 470B, Philadelphia, PA. – 1993. – 275 p.
2. Hysteresis effects and strain-induced homogeneity effects in base metal thermocouples / Pavlasek P. [et al.] // International Journal of Thermophysics. – 2015. – Vol. 36. – P. 467–481.
3. Мороз, А. С. Повышение точности и надежности нормирующего преобразователя сигналов термопар = Improving the accuracy and reliability of the normalizing thermocouple signal converter / А. С. Мороз, А. К. Тявловский // Приборостроение–2021: материалы 14-й Международной научно-технической конференции, 17–19 ноября 2021 года, Минск, Республика Беларусь / редкол.: О. К. Гусев (председатель) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 114–116.

УДК 621

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЦИФРО-АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Студент гр. 31303121 Поляков К. О.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Анализатор многоканальный для диагностики цифро-аналоговых сигналов и последовательно – параллельных интерфейсов предназначен для визуального наблюдения и исследования электрических сигналов путем:

- измерения амплитудных и временных параметров исследуемого сигнала;
 - одновременного изображения шестидесяти четырех исследуемых сигналов на одной развертке;
 - изображения функциональных зависимостей между двумя сигналами в режиме X–Y.
- Число каналов вертикального отклонения – шестидесять четыре.
Измерение напряжений в диапазоне от 2,5 В до 15 В. Наблюдение напряжений от 2,5 В до 15 В.