

Эффективность предложенных критериев подтверждена анализом результатов холодной прокрутки дизеля с открытыми индикаторными кранами отдельных цилиндров.

Использование предложенных диагностических критериев позволит повысить эксплуатационную надежность и уменьшить расходы на техническое обслуживание тепловозов за счет рационального планирования объемов работ на плановых видах ремонта.

УДК 621.313.33

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

О. Р. ХАМИДОВ, Н. С. ЗАЙНИДДИНОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республики Узбекистан

В настоящее время одной из основных задач Стратегии развития Узбекской железной дороги до 2030 г. является замена коллекторного тягового электродвигателя локомотивов на частотно-регулируемый асинхронный тяговый привод. Данная задача решается путем создания и внедрения локомотивов с асинхронным тяговым приводом АО «Узбекская железная дорога» «O'ZBEKISTON», «UZ-EL», «O'Z-Y», «UZ-ELR», ЗЭС5К, высокоскоростного электропоезда «Афросиеб», выпускаемого компанией «Гальго»; поезда метрополитена, а также путем перехода на преобразовательную технику на основе разрабатываемых новых достижений в области силовых управляемых полупроводниковых элементов [1–3].

На рисунке 1 представлены математическая модель нейронной сети прямого распространения и структура контроля АТЭД.

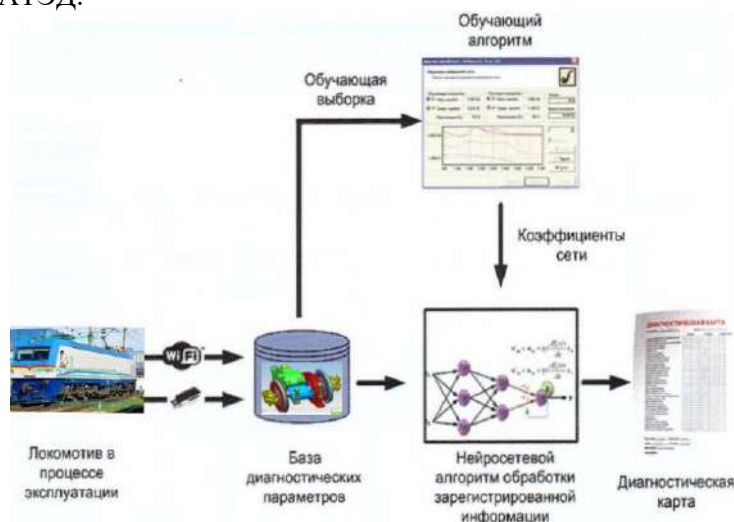


Рисунок 1 – Графическое представление математической модели нейронной сети и структура организации контроля технического состояния АТЭД

Математическую модель нейрона можно описать следующим образом:

$$S = \sum_{n=1}^N X_n W_n + b, \quad (1)$$

где X_n – входной сигнал нейрона; W_1, W_2, \dots, W_n – синаптические веса нейронов; b – сдвиг.

Нейросетевая модель для диагностики АТЭД локомотивов на основе применения нейросетевого анализатора представлена на рисунке 2.

Для создания анализатора технического состояния АТЭД локомотивов использованы нейронные сети, которые являются эффективным математическим аппаратом для решения задач классификации, аппроксимации, прогнозирования, управления, а также идентификации технических систем.

Для нейронного анализатора АТЭД локомотивов входными данными являются ток, напряжение, угловая скорость, момент сопротивления, оцененные параметры и ошибки предикторов. Выходные данные – определенный класс технического состояния АТЭД локомотивов.

Значения выходных сигналов находятся в диапазоне от 0 до 1, при этом наличие сигнала 1 свидетельствует о том, что нейронная сеть полностью «уверена» в данном режиме. При возникновении неисправности выходной сигнал анализатора, отвечающий за нормальный режим, из состояния 1, становится равным состоянию 0, а сигнал, отвечающий за данную неисправность, наоборот, из состояния 0 становится равным состоянию 1 [3–5].

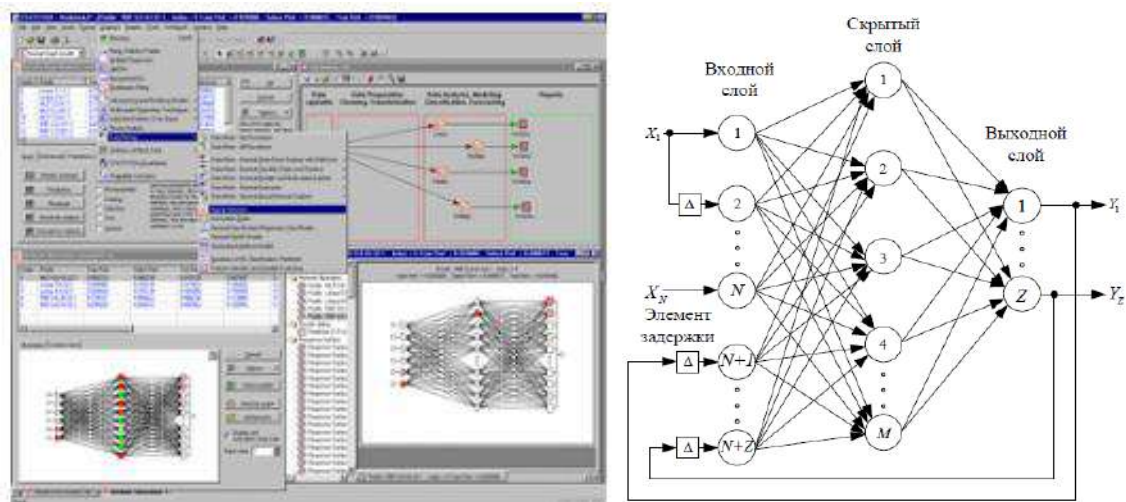


Рисунок 2 – Нейросетевая модель для оценки состояния АТЭД локомотивов

Наиболее адекватной является математическая модель в трехфазных координатах, которая описывает процесс преобразования электроэнергии в локомотивном асинхронном тяговом электродвигателе с короткозамкнутым ротором в переходных и стационарных режимах [1–3].

При построении математической модели АТЭД принимаются следующие допущения: напряжения фаз синусоидальны; не учитываются потери в стали, вызываемые протеканием вихревых токов в магнитопроводе АТЭД и его перемагничиванием; воздушный зазор АТЭД равномерен; энергия магнитного поля сосредоточена в воздушном зазоре АТЭД.

При математическом моделировании и оценке технического состояния АТЭД локомотивов использовалась ИНС пакета программ Simulink/Matlab. Собранный трехфазная модель асинхронного тягового двигателя в программной среде Matlab Simulink позволяет анализировать несимметричные режимы переменных состояний электродвигателя.

Таким образом, показано, что искусственных сети являются мощным и доступным инструментом, способным давать достоверные результаты при технической диагностике асинхронных тяговых электродвигателей подвижного состава. Задача диагностирования с применением нейронных сетей сводится к выбору типа сети, определению параметров архитектуры и ее обучению. Представлена математическая модель асинхронных тяговых двигателей в трехфазной системе координат, которая позволяет максимально достоверно описать физические процессы при повреждении АТЭД.

Список литературы

- 1 Хамидов, О. Р. Математическая модель вибровозмущающих сил локомотивного асинхронного электродвигателя / О. Р. Хамидов, М. Н. Панченко // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2013. – № 4 (37). – С. 60–67.
- 2 Хамидов, О. Р. Разработка методики комплексного диагностирования асинхронного тягового электродвигателя подвижного состава железнодорожного транспорта / О. Р. Хамидов, О. Т. Касымов // Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие»: сб. избранных статей. – 2017. – С. 32–39.
- 3 Использование нейро-нечетких диагностических моделей при оценке технического состояния электрооборудования тепловоза / А. В. Агунов [и др.] // Электротехника. – 2017. – № 10. – С. 14–18.
- 4 Хамидов, О. Р. Оценка технического состояния асинхронных тяговых электродвигателей электровозов серии «UZ-EL» средствами вибродиагностики / О. Р. Хамидов, О. Т. Касымов // Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». – 2017. – С. 13–19.
- 5 Хамидов, О. Р. Вибродиагностика повреждения подшипников качения локомотивных асинхронных электродвигателей / О. Р. Хамидов, А. В. Грищенко // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф., Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 3–7 июля. – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 174–176.