УДК 622.313.33

А.Н. ГАРГАЕВ, к.т.н., старший преподаватель (КузГТУ)
В.Г. КАШИРСКИХ, д.т.н., профессор (КузГТУ)
С.Р. АБДРАЗАКОВА, студентка 4-го курса гр. ЭАб-121 (КузГТУ)
г. Кемерово

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Усложнение технологий во всех отраслях промышленности, усиление конкуренции и повышение требований потребителей к промышленной продукции, а также изношенное состояние большей части основных производственных фондов значительно повышают актуальность задач технической диагностики. Для промышленных установок, реализующих технологический процесс на основе использования силовых электроприводов, определяющим является исправное состояние электродвигателей. Важнейшим этапом при создании систем диагностирования технического состояния электродвигателей является разработка алгоритмов распознавания неисправностей.

Одним из современных методов решения данной задачи является использование математического аппарата нечеткой логики (англ. Fuzzy logic) [1-3]. Данный математический аппарат реализует, так называемые, «мягкие вычисления» (англ. soft computing), которые эффективны при неполных и неточных исходных данных. Имитируя логические рассуждения эксперта, система диагностики оценивает диагностические параметры, сравнивает их с допустимыми значениями и делает вывод о техническом состоянии электродвигателя.

Создание системы диагностики на базе нечеткой логики в общем виде можно представить состоящей из следующих этапов:

- определение наиболее важных диагностических признаков;
- задание лингвистических переменных, нечетких множеств и функций их принадлежности для входных и выходных координат;
- составление с использованием диагностических признаков базы правил, содержащей нечеткие высказывания в форме: "если А…– то В";
- формирование системы правил для получения выводов о состоянии двигателя.

На этой основе разработана компьютерная система диагностики технического состояния двигателей постоянного тока (ДПТ), предназначенная для работы в составе электропривода постоянного тока технологической установки (рис. 1). Диагностирование технического состояния двигателя постоянного тока осуществляется с помощью блока

«Fuzzy-анализатор», который на основе информации от наблюдающего устройства и набора датчиков, на основе базы правил определяет текущее техническое состояние электродвигателя и его отдельных узлов. Информация об этом в доступной форме на дисплее предоставляется оператору.

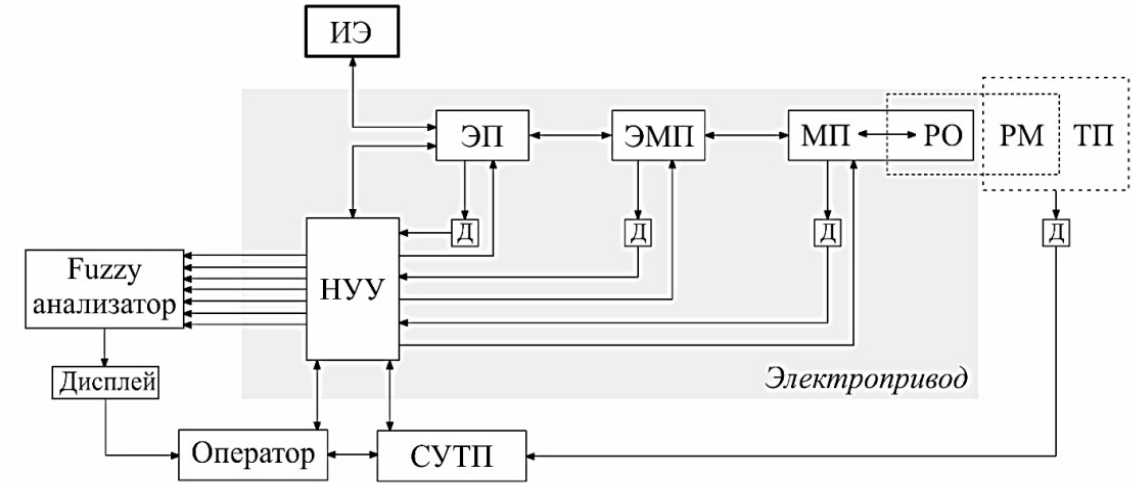

Рис. 1. Структура автоматизированного электропривода с системой диагностики

Блок НУУ позволяет проводить динамическую идентификацию электродвигателя для определения параметров и переменных величин, характеризующих состояние двигателя [4-6]. Эта информация используется как для целей диагностирования двигателя, так и для управления электроприводом. Работа Fuzzy-анализатора состоит из трех стадий: фаззификация, обработка нечетких данных с использованием базы знаний и логических правил, дефаззификация (рис. 2).

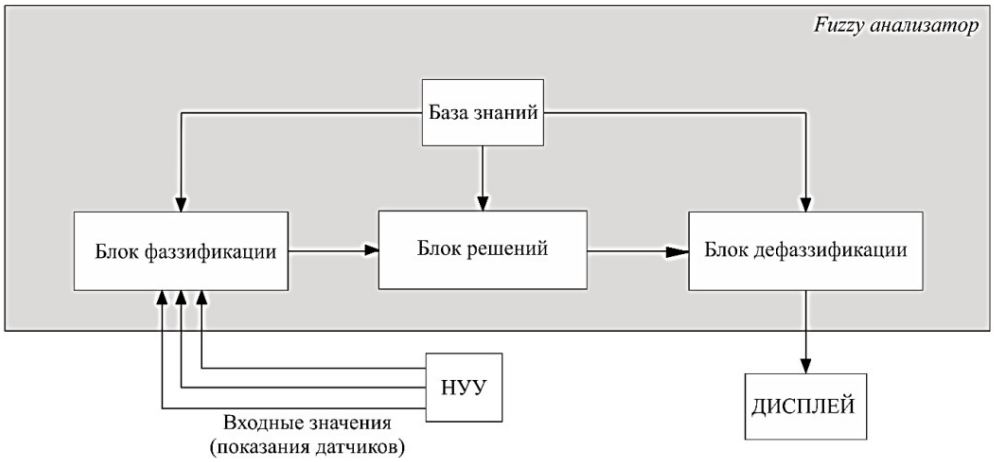

Рис.2. Структурная схема Fuzzy-анализатора

В блоке фаззификации происходит преобразование исходных числовых физических величин в распределения, соответствующие термам лингвистической переменной. При этом каждая входная переменная описывается одним или несколькими термами, причем степень соответствия терму задается как степень принадлежности к нечеткому множеству. С помощью блока решений происходит активизация соответствующих правил из базы знаний. Активизируются только те правила, в которых функция принадлежности по всем входным сигналам больше нуля. Блок дефаззификации преобразует нечеткие данные с выхода блока решений в определенный класс технического состояния электродвигателя.

Анализ качества функционирования системы диагностики был проведен с помощью компьютерной модели системы диагностики (рис. 3), имеющей подсистемы электродвигателя, управляемого выпрямителя, системы управления, наблюдающего устройства и Fuzzy-анализаторов на каждую из обмоток ДПТ.

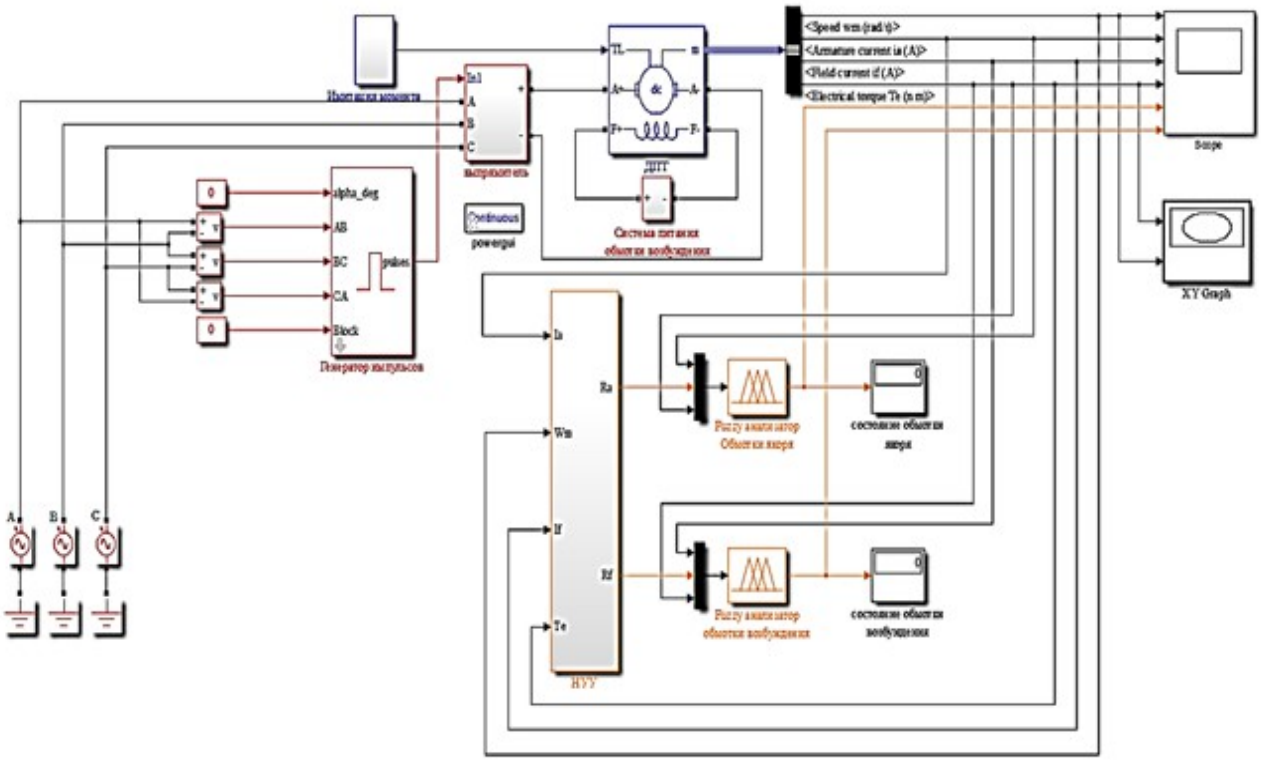

Рис. 3. Компьютерная модель системы диагностики ДПТ

Компьютерная система диагностики реализована с помощью стандартных пакетов MatLab: Simulink, FuzzyLogicToolbox. С помощью интерфейса FIS editor осуществляется настройка Fuzzy-анализатора (рис. 4). Система имеет три входных переменных и одну выходную. Входными диагностическими признаками являются токи обмоток, активные сопротивления обмоток, момент сопротивления на валу двигателя.

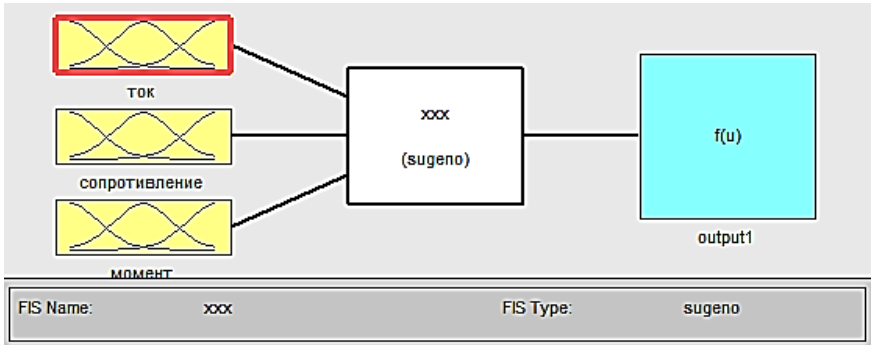

Рис. 4. Интерфейс FISeditor (система нечеткого вывода)

Выходной переменной является класс технического состояния двигателя в целом и его отдельных узлов. Для лингвистической оценки признаков установлены термы «малый», «норма» и «большой» с установленными трапециевидными функциями принадлежности, взаимосвязь «входы–выход» описаны правилами, составленными в редакторе базы правил. В качестве системы нечеткого вывода принята система Сугено.

Для визуального представления нечетких границ множеств, с помощью FIS редактора возможно построение поверхности классов технического состояния ДПТ в различных системах координат (рис. 5).

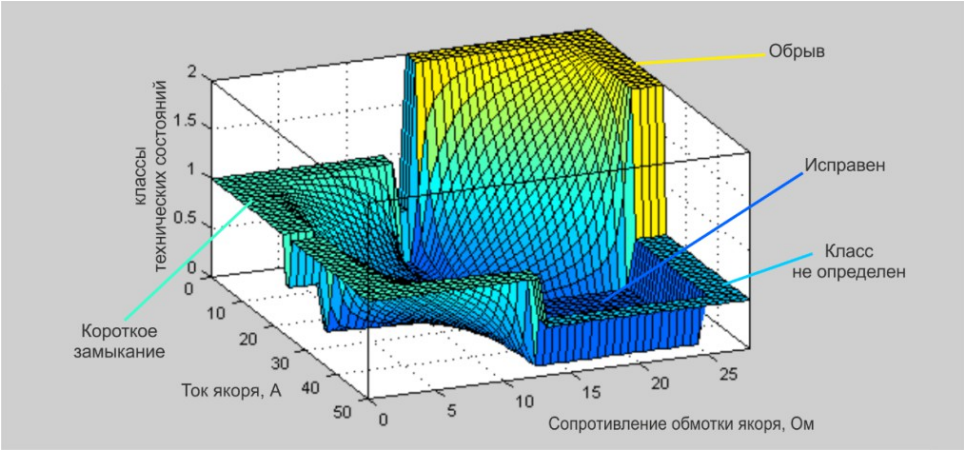

Рис. 5. Поверхность классов состояний в координатах «ток-сопротивление»

Важной особенностью системы диагностики на базе нечеткой логики является возможность расширения диагностируемых классов технического состояния путем дополнительного использования таких сигналов, например, как температура обмоток и подшипников двигателя, уровень искрения в щеточно-коллекторном аппарате, уровень вибрации, что делает систему масштабируемой и универсальной.

Компьютерное моделирование разработанной системы диагностики с использованием модели электропривода постоянного тока подтвердило ее работоспособность. Применение данной системы позволит предупредить аварии, уменьшить издержки при эксплуатации и техническом обслуживании, повысить производительность промышленных установок.

Список литературы:

1. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [текст]/ Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 452 с.
2. Штовба С.Д. Классификация объектов на основе нечеткого логического вывода [Электронный ресурс]: -
http://www.serhiy-
shtovba.narod.ru/doc/Shtovba_Class_ExponentaPro_2004_1.pdf
3. Заде, Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л.А. Заде // Математика сегодня. М.: Знание, 1974. – С. 5-49.
4. Каширских В.Г. Динамическая идентификация асинхронных электродвигателей: Монография / ГУ КузГТУ.- Кемерово, 2005.- 139 с.
5. Гаргаев А.Н. Идентификация параметров двигателей постоянного тока с помощью поисковых методов / А.Н. Гаргаев, В.Г. Каширских // Вестн. КузГТУ, 2013.- № 1. – С.128-131.