УДК 621.313.3

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА ДЛЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Радионов С.Е. – студент группы МАмз-241,
магистрант кафедры эксплуатации автомобилей
Кудреватых А.В. – к.т.н., доцент кафедры эксплуатация автомобилей
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
Россия, г. Кемерово

Эффективная эксплуатация карьерной техники требует создания тяговых электроприводов с улучшенными характеристиками. Тяговые электродвигатели работают в экстремальных условиях, подвергаясь знакопеременным нагрузкам и сложным энергетическим режимам. Надежность щеточно-коллекторного узла является определяющим фактором для общей работоспособности ТЭД. Статистика показывает, что до 19% отказов техники связаны с неполадками в тяговом электроприводе, из которых около 35% вызваны неисправностями самого двигателя.

Для анализа надежности ЩКУ была разработана математическая модель, учитывающая степень износа щеточного элемента. Исследование проводилось на основе данных, собранных на угольных разрезах Кемеровского региона за период с 2018 по 2022 год. Были проанализированы параметры 210 электродвигателей. Для оценки состояния ЩКУ использовались ключевые входные параметры: геометрические размеры щетки, ее масса и усилие прижатия к коллектору.

Анализ интенсивности отказов $\lambda(t)$ в зависимости от наработки позволил выделить три характерных периода:

1. Интервал приработки щетки.
2. Интервал нормальной эксплуатации.
3. Интервал ускоренного деградационного износа.

На рисунке 1 представлена кривая интенсивности отказов, демонстрирующая четкую стадийность развития. На завершающей стадии наблюдается резкое возрастание частоты отказов, что требует систематического проведения профилактических работ.

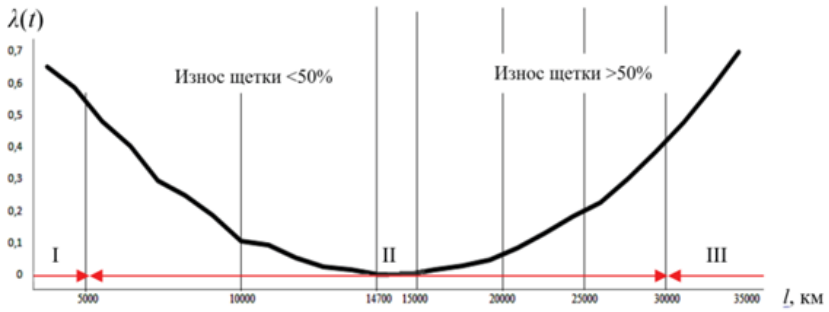

Рисунок 1 - Интенсивность отказов щеточно-коллекторного узла: I - интервал приработки щетки, II - интервал нормальной эксплуатации щетки; III - интервал ускоренного деградационного износа щетки

На рисунке 2 показаны расчетные кривые вероятности безотказной работы P(t) для щеток марки ЭГ68. Использование предложенной математической модели позволило увеличить прогнозируемый ресурс щеток.

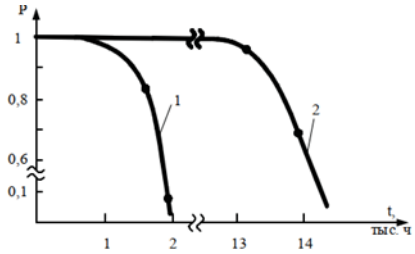

Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы ЩКУ с щетками ЭГ85: 1 -ресурс щетки до использования математической модели; 2 - ресурс щетки с применением предложенной математической модели

Таблица 1 - Основные математические оценки параметров надежности по карьерным самосвалам

Отказы тяговых электродвигателей по причине неисправностей ЩКУ	λ(t) 1/ч	P(t)	Q(t)	Средний (ожидаемый) ресурс, Tср, ч
125	0,602	0,687158	0,565848	104,5624
70	0,37	0,406566	0,556438	137,2907
28	0,31	0,327538	0,648724	184,8685
24	0,22	0,22456	0,752499	302,0834

Предложен алгоритм для оценки текущего технического состояния щеток (рис. 3-4). Разработанный диагностический комплект позволяет:

- точно определять остаточный срок службы щеточных элементов;
- устанавливать оптимальные сроки замены щеток;
- предотвращать аварийные ситуации и повреждение коллекторных пластин.

Внедрение системы прогнозирования обеспечивает:

- снижение внеплановых простоев техники;
- минимизацию риска повреждения коллектора;
- поддержание оптимальных характеристик электропривода;

- сокращение эксплуатационных расходов.

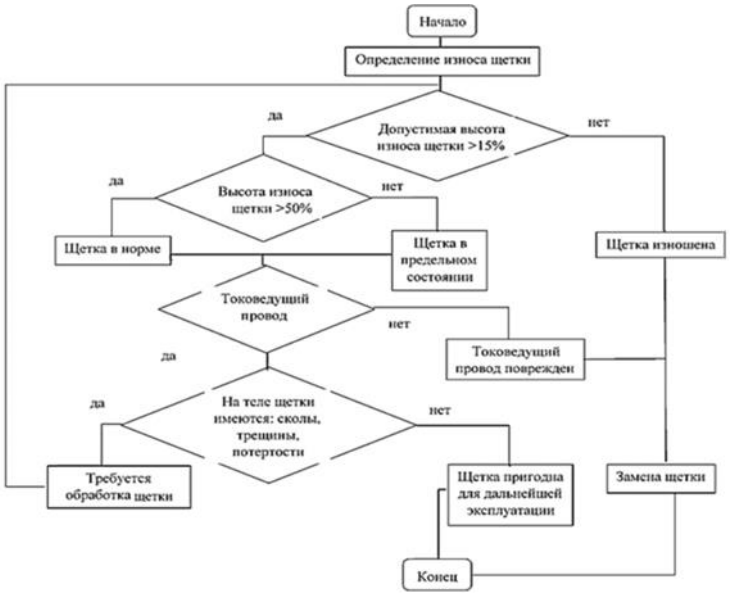

Рисунок 3 - Последовательность диагностирования ЩКУ

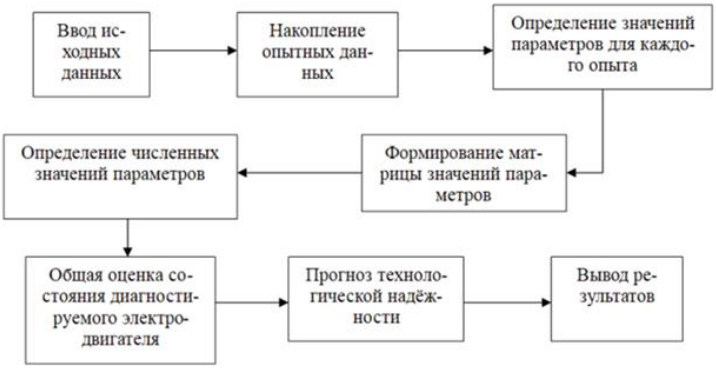

Рисунок 4 - Последовательность экспериментального определения надежности

Разработанная математическая модель и методы диагностики обеспечивают повышение надежности тяговых электродвигателей карьерных самосвалов. Внедрение предложенных решений позволит сократить время простоя техники, уменьшить эксплуатационные затраты и повысить эффективность угледобычи. Для достижения высокой точности прогнозирования необходима комплексная система мониторинга параметров ЩКУ в реальном времени.

Список литературы:

1. Шуров Н. И., Филина О. А., Малозёмов Б. В. Повышение надежности тягового электродвигателя карьерного самосвала для угольной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 10-1. – С. 245-260

2. Хазин М. Л., Апакашев Р. А. Карьерные самосвалы на водородном топливе // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 1. – С. 47-59.

3. Щуров Н. И. Исследование работы коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей на математических моделях // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – № 1. – С. 326-329.

4. Герике П. Б., Герике Б. Л. Формирование единого диагностического критерия для оценки технического состояния горного оборудования // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 2. – С. 17-22.

5. Андреева Л. И. Выбор стратегии ремонтного обслуживания горной техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2021. – № 4. – С. 83-91.

6. Москвичев В. В., Ковалев М. А. Исследование показателей надежности основных групп оборудования карьерных гидравлических экскаваторов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 7. – С. 96-112