

Кафиев Иршат Рашитович,

к.т.н., доцент;

Нугуманов Раушан Римович,

ассистент,

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ,

г. Уфа, Республика Башкортостан

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация: в статье проведен сравнительный анализ существующих методов оценки надежности сложных технических систем. Определены достоинства и недостатки каждого метода в отдельности.

Ключевые слова: техническая система; надёжность; линейный электропривод; сельскохозяйственные машины.

В настоящее время наметилась тенденция расширения области применения в сельском хозяйстве электроприводов, построенных на базе линейных асинхронных электродвигателей. Отсутствие электрического контакта со вторичным элементом, возможность получения большого диапазона линейных скоростей и перемещений без использования кинематических связей, конструктивная простота и высокий коэффициент полезного действия способствовали разработке и созданию большого количества линейных электроприводов для сельскохозяйственных машин. На базе линейных асинхронных электроприводов разработаны:

- инерционный конвейер, предназначенный для транспортирования сельскохозяйственных продуктов [1, с. 2];
- устройства для измельчения и помола зерновых культур [2, с. 2], [3, с. 2];
- насосная установка систем водоснабжения сельскохозяйственных потребителей [3, с. 49].

Несмотря на большое количество разработок на данную тему, вопросы надежности линейных электроприводов, используемых в сельском хозяйстве, мало изучены [5, с. 4]. Это обстоятельство является одним из сдерживающих факторов

внедрения данных электроприводов в производство. Поэтому разработка методики, позволяющей проводить оценку надежности электроприводов на основе линейных электродвигателей, является актуальной задачей. На первом этапе решения данной задачи необходимо провести анализ существующих методов оценки надежности технических систем.

Различают следующие три группы методов [6, с. 4]: методы прогнозирования, структурные и физические методы.

Методы прогнозирования основаны на использовании для оценки ожидаемого уровня надежности технической системы данных о достигнутых значениях и выявленных тенденциях изменения параметров надежности объектов, аналогичных или близких к рассматриваемому по назначению, принципам действия, схемно-конструктивному построению и технологии изготовления, элементной базе и применяемым материалам, условиям и режимам эксплуатации, принципам и методам управления надежностью. К ним относятся методы эвристического прогнозирования (экспертной оценки), методы прогнозирования по статистическим моделям и комбинированные методы [6, с. 9].

Достоинством данной группы методов является простота применения, наглядность результатов, так как прогноз выдается в виде численных значений параметра. Кроме того, эти методы легко реализуются с помощью ЭВМ. Недостатком методов является ограниченная сфера их применения, так как прогнозировать можно только количественные показатели надежности, при этом необходимо, чтобы имелись их значения за достаточно продолжительный прошлый период.

Структурные методы предназначены для расчета показателей надёжности в процессе проектирования технических систем, поддающихся разукрупнению на элементы, характеристики надежности которых в момент проведения расчетов известны или могут быть определены другими методами. К данной группе методов относятся: метод дерева отказов объекта, метод графов (диаграмм) состояний и переходов, логико-вероятностный метод [7, с. 36].

Данные методы позволяют проводить сравнение различных вариантов выполнения технических систем, находить оптимальные (или близкие к оптимальным) решения на самых ранних этапах разработки и проектирования. Недостатками этих методов являются сложность реализации в виде машинных алгоритмов и отсутствие единой математической модели надежности функционирования систем.

Физические методы основаны на описании соответствующих процессов деградации с помощью адекватных математических моделей, позволяющих вычислять показатели надежности с учетом конструкции, технологии изготовления, режимов и условий работы объекта по справочным или определенным экспериментально физическим и иным свойствам веществ и материалов, используемых в объекте. Примером является физическая модель надёжности изоляции обмоток электродвигателя на основе уравнений В. Монзингера [8, с. 163].

Для оценки надежности объектов при использовании данного метода не требуется информация об их отказах, которая либо недоступна (является конфиденциальной), либо её объем недостаточен для получения достоверных результатов. Кроме того, этот метод лучше отображает физику отказа элемента, поскольку позволяет учесть воздействие различных факторов (механических нагрузок, условий окружающей среды), включая их взаимодействие. Недостатком являются эмпирический характер математических выражений, описывающих процессы изменения состояния элементов технических систем, который может привести к погрешностям при решении задачи.

Таким образом, для оценки надёжности линейных электроприводов, используемых в сельском хозяйстве, наиболее приемлемыми являются физические методы. Это, прежде всего, связано с отсутствием статической информации об отказах элементов данных электроприводов.

Для решения вопроса о надежности линейных электроприводов необходимо:

1) изучить факторы, влияющие на надежность этих электроприводов и выявить элементы, более подверженные к отказу;

2) на основе выбранного метода разработать математическую модель и методику оценки надёжности линейных асинхронных электроприводов сельскохозяйственных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инерционный конвейер: пат. 2422348 РФ, МПК В 65 G 27 24 / Р.С Аипов, С.В. Акчурина, А.В. Линенко, М.Ф. Туктаров. - № 2010110857/11; заявл. 22.03.2010; опубл. 27.06.2011, Бюл. №11. – 3 с.
2. Устройство для измельчения твердых материалов: пат. № 2482920 РФ, МПК В02С7/16/ Р.С. Аипов, Р.Р. Нугуманов. – №2012106826/13; заявл. 24.02.2012 г.; опубл. 27.05.2013 г., Бюл. № 15. – 7 с.
3. Устройство для измельчения: пат. № 2546860 РФ, МПК В 02 С7/08, В 02 С7/16. / Р.С. Аипов, Р.Р. Нугуманов, А.В. Линенко. – №2013153279/13; заявл. 29.11.2013; опубл. 10.04.2015 г., Бюл. № 10. – 7 с.
4. Энергосбережение в водоснабжении применением электропривода с линейным асинхронным двигателем / Р.С. Аипов, И.Р. Кафиев. Материалы III Международной научно-практической конференции «Отопление. Водоснабжение. Кондиционирование». – Уфа: Башкирский ГАУ, 2015. – С. 46-50.
5. К вопросу о надежности электроприводов сельскохозяйственных машин [Текст] / Р.С. Аипов, И.Р. Кафиев. Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции в рамках XXVI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2016». Часть III. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2016. – С. 3-6.
6. ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 15 с.
7. Шкляр В.Н. Надежность систем управления: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 126 с.
8. Ермолин, Н. П., Жерихин И.П. Надежность электрических машин. – Л.: Энергия, 1976. – 248 с.