

Литература

1. Малхасян А.Б. Обоснование и разработка элементов технологий возделывания зеленых культур в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 2007. – 40 с.
2. Цугленок Н.В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву. Стимулирование и обеззараживание семян с помощью электрообработки токами высокой частоты и СВЧ-обработки: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Барнаул: Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова, 2000. – 44 с.
3. Цугленок Н.В. Энерготехнологическое прогнозирование. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2004. – 276 с.
4. Бородин И.Ф. Нанозлектротехнология в семеноводстве // Применение нанотехнологий и наноматериалов в АПК: сб. докл. – М.: Росинформагротех, 2008. – С. 12–19.
5. Установка микроволновая для сушки зерновых и масленичных культур модели АСТ-3 [Электронный ресурс] // www.act-agro.ru.
6. Устройство для СВЧ-сушки сыпучих материалов [Электронный ресурс] // <http://www.zerno-ua.com>.
7. Установка для предпосевной стимулирующей обработки семян [Электронный ресурс] // <http://humin-plus.ru/static/doc/0000/0000/0195/195088.963oub16gb.pdf>.
8. Современное оборудование для различных видов сушки [Электронный ресурс] // <http://www.ingredient.su/device>.
9. Оборудование для предпосевной обработки семян, обработка семян перед посевом [Электронный ресурс] // <http://www.agroru.com/forums/forum29/topic2967>.
10. Научно-техническая продукция Белорусского государственного университета [Электронный ресурс] // <http://www.bsuproduct.by>.
11. Пат. № 2311002 Российская федерация, МПК H05B. Устройство для термической обработки сыпучих диэлектрических материалов / А.В. Бастрон, А.В. Мещеряков, Н.В. Цугленок; заявитель и патенто-обладатель ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»; опубл. 20.11.2007.
12. Установка микроволновой термической обработки «Поток» [Электронный ресурс] // <http://senergys.ru/ru/index/serijnoe-oborudovanie>.



УДК 621.313.333-251-26

А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

В статье приведен анализ методов определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя. Описан метод диагностики, а также приведены результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, эксцентриситет, диагностика.

A.Yu. Prudnikov, V.V. Bonnet, A.Yu. Loginov

THE METHOD OF THE ECCENTRICITY DETERMINING OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR ROTOR

The analysis of the methods for the eccentricity determining of the asynchronous motor rotor is given in the article. The diagnostics method is described and the results of experimental studies are presented.

Key words: asynchronous electric motor, eccentricity, diagnostics.

Асинхронные двигатели являются наиболее распространенными электрическими машинами в сельском хозяйстве. Согласно исследованиям, они потребляют более 50 % электроэнергии, вырабатываемой в стране. Такое широкое применение асинхронные двигатели получили благодаря простоте устройства, сравнительно невысокой стоимости и удовлетворительным рабочим характеристикам [3]. Согласно статистике, повреждения асинхронных двигателей распределяются так, как показано на рис. 1.

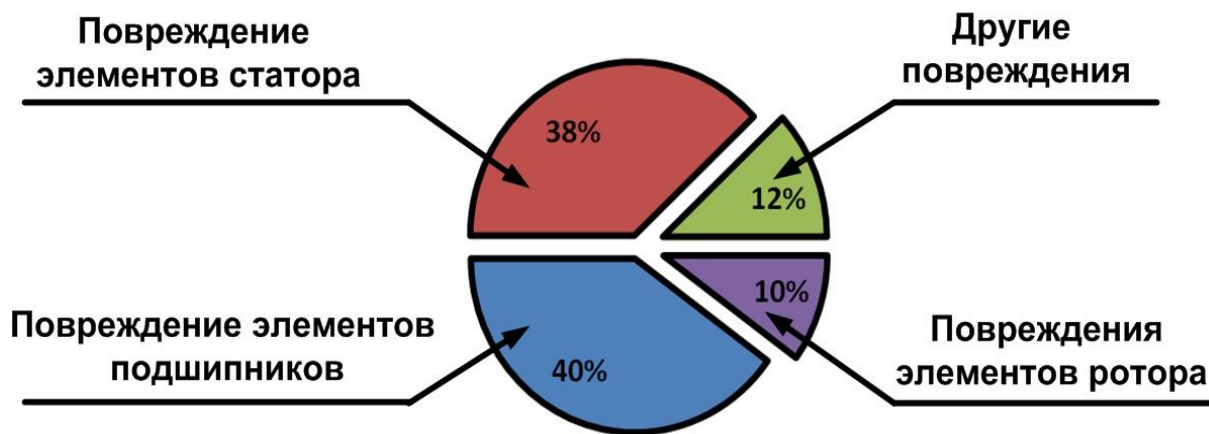


Рис. 1. Повреждения асинхронных двигателей

Самой распространенной механической неисправностью асинхронного электродвигателя является эксцентриситет ротора. Он может возникнуть по разным причинам как во время эксплуатации, так и в результате некачественного ремонта. Эксцентриситет ротора вредно отражается на характеристиках двигателя, снижая его технико-экономические показатели, поэтому важно обнаружить данную неисправность на как можно более ранней стадии ее развития.

Различают два вида эксцентриситета: статический (неподвижный) эксцентриситет – эксцентрическое положение ротора в расточке статора и динамический эксцентриситет – несоосность поверхности ротора относительно оси его вращения. Относительный эксцентриситет определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{a} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где δ – смещение оси ротора от оси статора; d – величина воздушного зазора между ротором и статором при симметричном положении ротора.

Анализируя существующие методы диагностики эксцентриситета ротора, можно выделить три различных подхода:

- вибрационная диагностика;
- механическая диагностика (непосредственное измерение величины воздушного зазора в разных точках);
- электромагнитная диагностика [2].

Методы вибродиагностики получили широкое применение. При появлении эксцентриситета ротора возникают дополнительные вибрации корпуса. Анализируя амплитуду, спектр и места проявления этих вибраций, можно определить величину эксцентриситета. Однако не всегда есть возможность доступа непосредственно к диагностируемому двигателю, а в условиях сельскохозяйственного производства нередко существует большое количество дополнительных вибраций, что значительно усложняет диагностику.

Непосредственно измерить воздушный зазор возможно на крупных двигателях при условии доступа к торцевой зоне магнитопровода. При этом необходима остановка электродвигателя на длительное время. Конструкция машин малой и средней мощности исключает измерение неравномерности воздушного зазора таким способом.

Наиболее точную диагностику обеспечивают электромагнитные методы, основанные на анализе параметров работающего оборудования, а именно напряжений, токов, потребляемых мощностей. К недостаткам этих методов можно отнести сложность учета влияния на электрические параметры двигателя параметров питающей сети, внешних электромагнитных полей, характера нагрузки и т.д.

В настоящее время ведется работа над разработкой нового метода диагностики эксцентриситета ротора асинхронного электродвигателя. Для проведения экспериментальных исследований нами был использован аппаратно-программный комплекс, представленный на рис. 2–3, где 1 – диагностируемый асинхронный двигатель; 2 – тахогенератор для снятия зависимости частоты вращения ротора от времени; 3 – плата сбора данных (аналого-цифровой преобразователь E-154 фирмы L-GARD); 4 – персональный компьютер с необходимым программным обеспечением для сбора и обработки информации.

Аналого-цифровой преобразователь имеет следующие технические характеристики: разрядность – 12 бит; диапазон входного сигнала – 0–5,12 В; время преобразования – 1,7 мкс; максимальная частота пре-

образования – 70 кГц; полоса пропускания – не более 250 кГц; интегральная нелинейность сигнала – $\pm 0,5$ МЗР. В соответствии с технической характеристикой аналого-цифрового преобразователя результирующая погрешность преобразования не превышает 0,11 %.

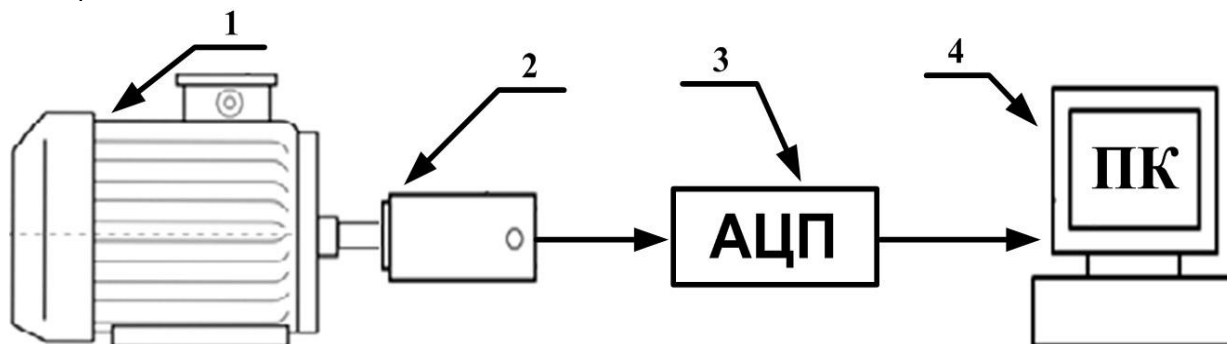


Рис. 2. Структурная схема аппаратно-программного комплекса

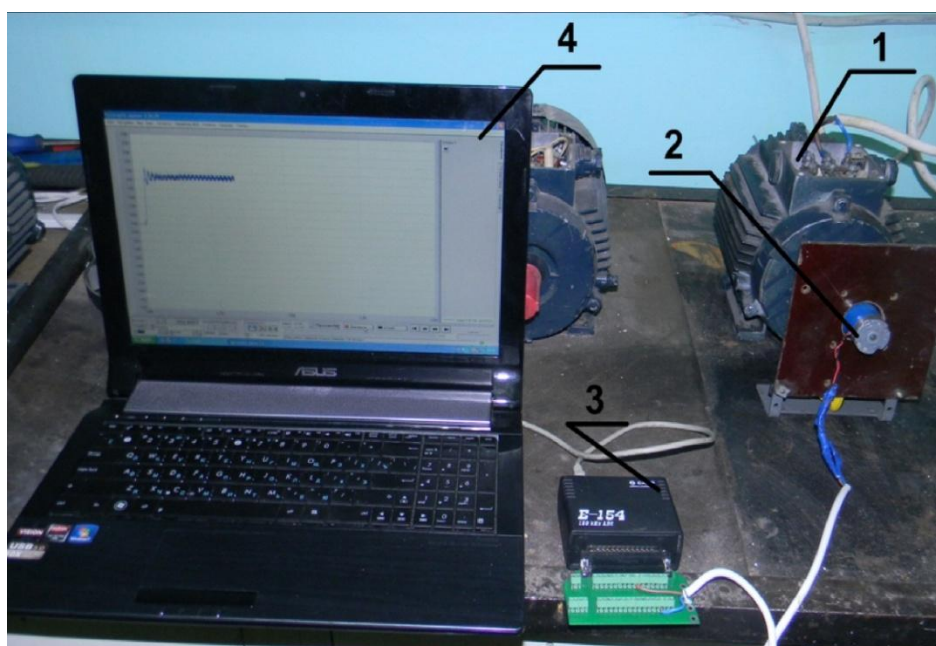


Рис. 3. Внешний вид аппаратно-программного комплекса для исследования работы асинхронного двигателя

Диагностика осуществляется следующим образом. При запуске электродвигателя (1) получают сигнал с тахогенератора (2), преобразуют его с помощью аналого-цифрового преобразователя (3) и подают на компьютер (4), где при помощи специального программного обеспечения получают график частоты вращения ротора в функции времени [4]. В качестве диагностического параметра используется амплитуда колебаний частоты вращения ротора на участке между временем пуска и установившимся режимом. При этом в зависимости от величины эксцентриситета амплитуда колебаний частоты вращения на этом участке будет изменяться [5].

На рис. 4 изображены зависимости, полученные экспериментальным путем, где 1 – эталонная кривая; 2, 3, 4 – фактические кривые при величине эксцентриситета – 4, 29, 57 % соответственно; А – амплитуда изменения частоты вращения ротора технически исправного двигателя (кривая 1). Амплитуды изменения частоты вращения для кривых 2, 3, 4 определяются аналогично. Определение величины эксцентриситета осуществляется путем сравнения полученной величины амплитуды изменения частоты вращения ротора испытываемого двигателя с заданным эталонным значением. Эталонную кривую получают, испытывая новый обкатанный электродвигатель, фактическая кривая снимается с вала электродвигателя в эксплуатационных условиях [5].

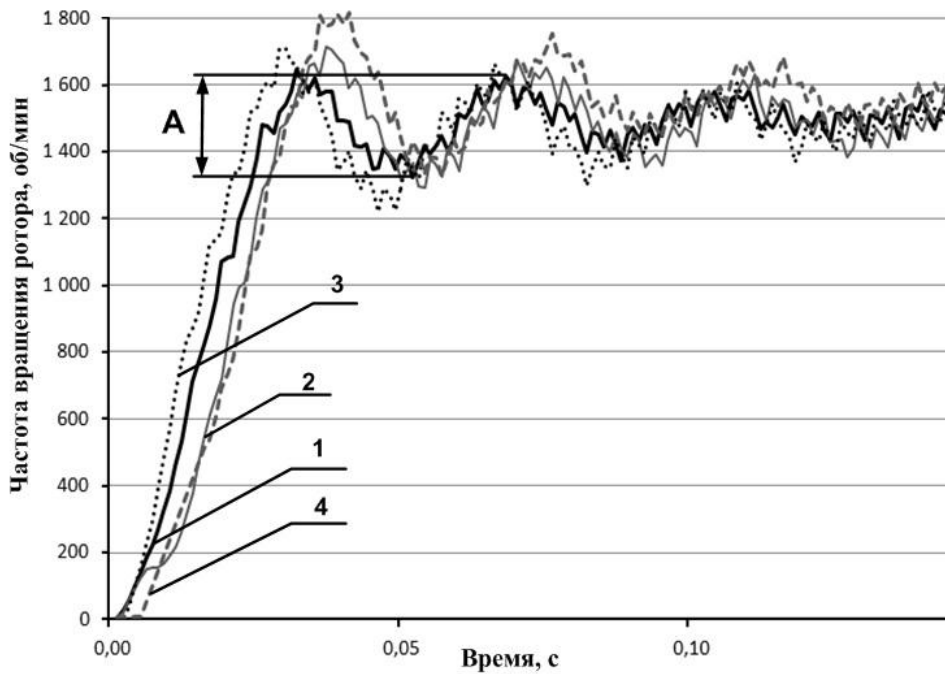


Рис. 4. Графики изменения частоты вращения ротора при разных значениях эксцентриситета ротора асинхронного двигателя

При анализе графиков изменения частоты вращения ротора двигателя было установлено, что амплитуда колебаний оборотов зависит от эксцентриситета. Например, при величине эксцентриситета 29 % (кривая 3) разность амплитуд изменения частоты вращения на участке между временем пуска и временем установившегося режима работы составляет 120 об/мин.

Нами был проведен ряд экспериментов, по результатам которых была получена зависимость относительного эксцентриситета ε от разности амплитуд изменения частоты вращения ротора ΔA (рис. 5).

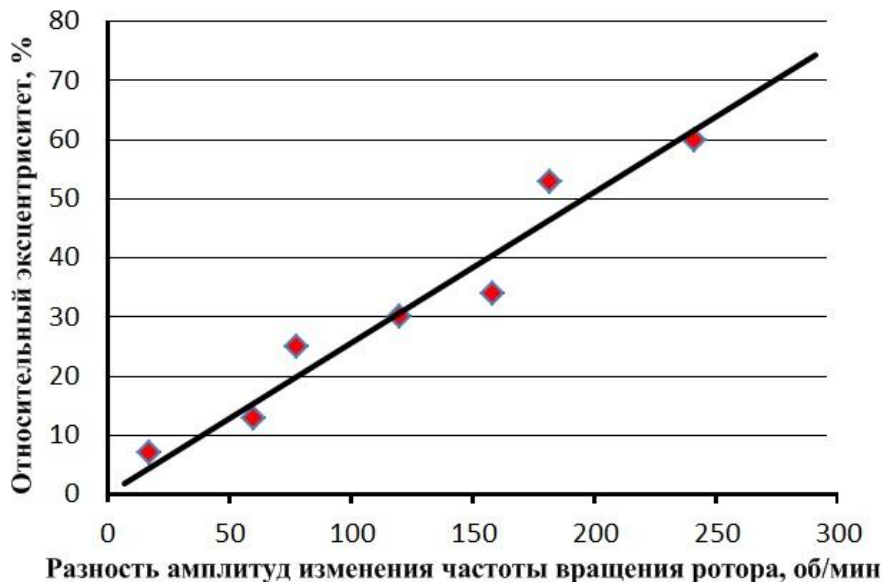


Рис. 5. Зависимость относительного эксцентриситета от разности амплитуд изменения частоты вращения ротора

Полученная зависимость линейная и описывается следующим выражением:

$$\varepsilon = 0,26 \cdot \Delta A. \tag{2}$$

Величина достоверности аппроксимации для выражения (2) R^2 составляет 0,84, что указывает на высокую степень функциональной зависимости.

Из данных поискового эксперимента можно сделать вывод, что полученный способ позволяет по колебаниям частоты вращения ротора диагностировать эксцентриситет ротора асинхронного двигателя с высокой степенью достоверности, при меньших затратах труда и времени в эксплуатационных условиях.

Литература

1. Диагностика состояния асинхронных электродвигателей на основе анализа спектра потребляемого тока / А.Е. Никитин, А.Е. Смирнов, А.Ю. Ишаев [и др.] [Электронный ресурс] // http://edu.secna.ru/media/f/epp_.pdf.
2. Никиян Н.Г., Сурков Д.В. Освоение и оценка методов электромагнитной диагностики эксцентриситета ротора асинхронных двигателей // Вестн. ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 163–166.
3. Петухов В.С. Диагностика состояния электродвигателей на основе спектрального анализа потребляемого тока // Новости электротехники. – 2005. – № 1. – С. 23–26.
4. Прудников А.Ю., Логинов А.Ю., Боннет В.В. Аппаратно-программный комплекс для исследования работы асинхронного двигателя // Экологическая безопасность и перспективы развития аграрного производства Евразии: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию аспирантуры ИрГСХА. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. – Ч. 2. – С. 144–147.
5. Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю. Диагностика эксцентриситета ротора асинхронного двигателя в режиме пуска // Актуальные проблемы технического и технологического обеспечения АПК: мат-лы VI науч.-практ. конф. с междунар. участием (Иркутск, 25–26 сент. 2014 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – С. 165–171.
6. Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю. К вопросу определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя // Современные проблемы и перспективы развития АПК: мат-лы регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – Ч. 2. – С. 175–178.



УДК 631.348.2

Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, А.Г. Возмилов, А.В. Козлов

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОДЕРАТИЗАТОРА

В статье на основе существующих и новых разработок, опыта эксплуатации устройств с запатентованными конструкциями рассмотрены возможности их применения для защиты от грызунов. Предложена модель электродератизатора, воздействующая на крыс, а также усовершенствованная конструкция барьерного элемента.

Ключевые слова: грызуны, электродератизатор, барьерный элемент.

D.O. Surinsky, V.N. Agapov, A.G. Vozmilov, A.V. Kozlov

THE RESULTS OF THE EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ELECTRIC DISINFESTATION DEVICE

On the basis of the existing and new developments, operating experience of devices with the patented designs, the possibilities of their application for protection from the rodents are considered in the article. The electric disinfestation device model influencing the rats as well as the advanced barrier element design are offered.

Key words: rodents, electric disinfestation device, barrier element.

Целью проведенных исследований являлось повышение эффективности электрофизических методов защиты объектов агропромышленного комплекса (АПК) от вредителей-грызунов путем разработки способов и технических устройств, а также применение направления электротехнологии.

Экспериментальные исследования эффективности электродератизатора проводились в лабораториях факультета электрификации Челябинской государственной агроинженерной академии и на кафедре энергообеспечения сельского хозяйства Государственного аграрного университета Северного Зауралья.