

Литература

1. Vibration diagnostic of electric motor roller bearings / N. V. Hruntovich [et al.] // SES-2019 : E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 124. – P. 02008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912402008>
2. Грунтович, Н. В. Гипоциклоида частоты вибрации подшипников качения / Н. В. Грунтович, И. В. Петров, Д. В. Кирдищев // Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах : тез. докл. 3-й Междунар. конф. с элементами науч. шк., Тамбов, 25–27 апр. 2016 г. / Тамбов. гос. техн. ун-т, М-во образования и науки Рос. Федерации ; отв. ред. Т. И. Чернышова. – Тамбов, 2016. – Т. 2. – С. 288–289.

УДК 621.3.042:534.632

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ТОЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Н. В. Грунтович, И. В. Петров

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Т. К. Жобборов, Д. А. Турсунов

Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан

Изложены результаты экспериментальных исследований по технической диагностике асинхронных двигателей. Показана возможность выявления дефектов при расширении спектров вибрации до 5000 Гц или даже до 10000 Гц. Указывается на важность определения места установки вибродатчиков при вибродиагностировании подшипниковых опор. Предлагается установка вибродатчиков на лапы электродвигателя. Указываются основные причины низкого качества новых подшипников качения.

Ключевые слова: вибродиагностирование, асинхронные двигатели, спектры вибрации, частотный диапазон, диагностические стенды.

**INCREASING RELIABILITY AND ACCURACY OF TECHNICAL
DIAGNOSTICS OF ASYNCHRONOUS MOTORS**

M. V. Hruntovich, I. V. Petrov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

T. K. Zhobborov, D. A. Tursunov

Fergana Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan

The results of experimental studies on technical diagnostics of asynchronous motors are presented. The possibility of detecting defects by expanding the vibration spectra up to 5000 Hz or even up to 10000 Hz is shown. The importance of determining the installation location of vibration sensors during vibration diagnostics of bearing supports is indicated. It is proposed to install vibration sensors on the legs of the electric motor. The main reasons for the low quality of new rolling bearings are indicated.

Keywords: vibration diagnostics, asynchronous motors, vibration spectra, frequency range, diagnostic stands.

Сложившаяся практика виброконтроля роторных механизмов по общему уровню вибрации в диапазоне частот 10–200 Гц, 10–1000 Гц, 10–2000 Гц не может обеспечить высокую достоверность выявления дефектов. Выполненные теоретические и

16 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

экспериментальные исследования убедительно показали, что для выявления возможных дефектов целесообразно выполнять анализ вибрации оборудования до 5000 Гц или даже до 10000 Гц.

На рис. 1 представлено два спектра вибрации корпуса асинхронного двигателя (АД) мощностью 160 кВт в частотном диапазоне 5–1000 Гц. Электродвигатель подключен к сети через частотный преобразователь, обороты ротора $n = 2980$ об/мин. На частоте 100 Гц вибрация составляет 76 дБ. Она обусловлена несимметрией фазного напряжения и несимметрией омического сопротивления фазных обмоток статора. Овальность внутреннего кольца подшипника качения исключается, так как электродвигатель – новый, а вибродатчик ускорения был установлен на корпусе электродвигателя.

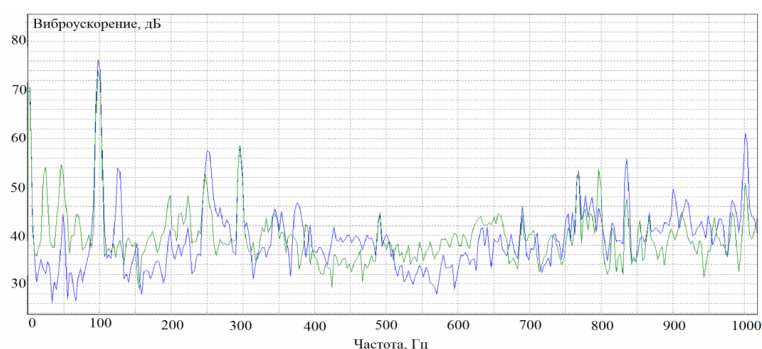


Рис. 1. Спектр вибрации корпуса асинхронного электродвигателя мощностью 160 кВт в частотном диапазоне 5–1000 Гц

На рис. 2 представлены два спектра вибрации этого же электродвигателя в частотном диапазоне до 10000 Гц. Синий спектр вибрации получен, когда вибродатчик крепился на корпусе ЭД на 3 ч. Зеленый спектр вибрации получен, когда вибродатчик крепился к корпусу ЭД на 10 ч со стороны полевого подшипника качения. Повышенная вибрация корпуса в частотном диапазоне 1700–2700 Гц обусловлена колебанием обмотки в пазах железа статора из-за расслабления расклиновки. Повышенная вибрация корпуса двигателя в диапазоне 3750–6500 Гц обусловлена высокочастотными помехами от частотного преобразователя. Можно предположить, что в двигателе неравно жесткая конструкция корпуса, так как вибрация корпуса на 10 ч (зеленый спектр) отличается от спектра вибрации корпуса на 3 ч (синий спектр).

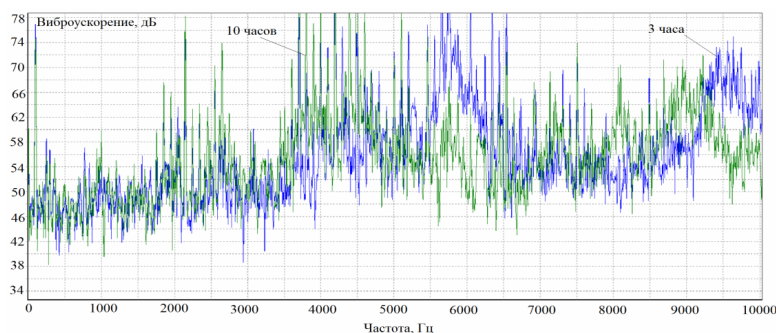


Рис. 2. Спектр вибрации корпуса асинхронного электродвигателя мощностью 160 кВт в частотном диапазоне 0–10000 Гц

Очень важно правильно определить место установки вибродатчика при измерении вибрации. В настоящее время многие специалисты допускают ошибки при выборе места установки датчика [1]. Согласно ГОСТ ИСО 10816-1-97, вибродатчик необходимо размещать в местах с максимальным акустическим сигналом. В данном стандарте приводится также пример размещения вибродатчиков при вибродиагностировании подшипниковых опор. Данные рекомендации справедливы только для подшипников скольжения. В подшипниках качения во время работы механизма – совсем другая эпюра сил возмущения. Поэтому вибродатчики при диагностировании подшипников качения необходимо ставить на лапу электродвигателя в зависимости от направления вращения ротора. Выполненное вибродиагностирование новых подшипников качения российского производства показало, что около 60 % новых подшипников могут быть низкого качества их-за разноразмерности тел качения, или низкого класса обработки поверхности колец. Поэтому целесообразно новые подшипники проверять на специальных диагностических стендах. Такие стенды эксплуатируются на ОАО «Могилевхимволокно», ОАО «Нафтан» и на других предприятиях. Очень важно использовать технологию замены смазки, не снимая подшипники качения. Как показывает опыт эксплуатации, после снятия подшипника для замены смазки ставится новый подшипник и не всегда хорошего качества. Исследования показали, что повышенная вибрация подшипника не всегда свидетельствует об его износе: 40 % подшипников качения снимается необоснованно. Достаточно заменить смазку и подшипник качения сможет работать 10000–15000 ч. Для определения технического состояния изоляции статорной обмотки высоковольтных двигателей сегодня измеряют коэффициент абсорбции и проводят высоковольтные испытания. Опасность высоковольтных испытаний состоит в том, что существует понятие «незавершенный пробой изоляции», что существенно снижает диэлектрические характеристики изоляции. Исследования показали, что для оценки степени старения высоковольтной изоляции целесообразно измерять частичные разряды в изоляции и контролировать изменение $\text{tg}\delta$ в зависимости от приложенного испытательного напряжения с моста переменного тока Р-5026.

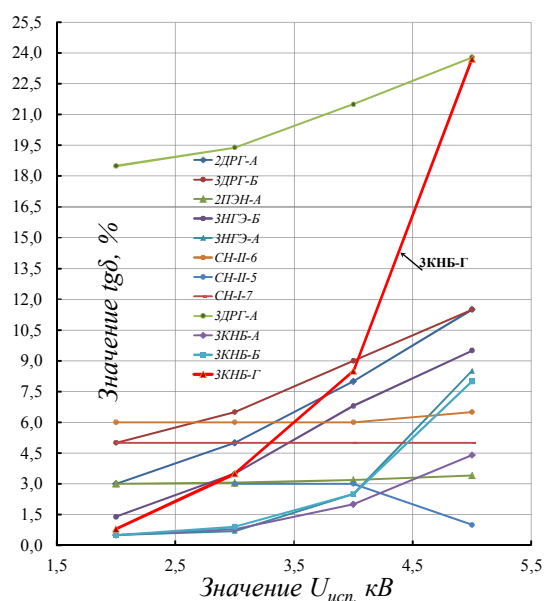


Рис. 3. Иллюстрация изменения $\text{tg}\delta$ в зависимости от технического состояния изоляции и приложенного испытательного напряжения

18 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

Как видно из рис. 3, самая плохая изоляция статорной обмотки – в двигателе ЗКНБ-Г.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 20816-1–2021. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях // Электротехн. интернет-портал elec.ru. – Режим жоступа: <https://www.elec.ru/>. – Дата доступа: 09.09.2022.
2. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учеб. пособие / Н. В. Грунтович. – Минск : Новое издание ; М. : ИНФА-М, 2013. – 271 с. : ил. – (Высш. образование: Бакалавриат).

УДК 621.3.042:534.632

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ТОЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Н. В. Грунтович, Е. А. Жук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Т. К. Жобборов, И. К. Исmoilов

Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан

Кратко изложены типовые ошибки при диагностировании силовых трансформаторов. Приведены рекомендации для повышения достоверности выявления дефектов при техническом диагностировании маслонеполненных трансформаторов с применением виброконтроля, хроматографии и частичных разрядов.

Ключевые слова: динамическая стойкость, виброконтроль, хроматография, частичные разряды, термография, трансформаторы.

INCREASING THE RELIABILITY AND ACCURACY OF TECHNICAL DIAGNOSTICS OF POWER OIL FILLED TRANSFORMERS

M. V. Hruntovich, E. A. Zhuk

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

T. K. Zhobborov, I. K. Ismoilov

Fergana Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan

Typical errors in diagnosing power transformers are briefly outlined. Recommendations are given to improve the reliability of detection of defects in the technical diagnostics of oil-filled transformers using vibration control, chromatography and partial discharges.

Keywords: dynamic resistance, vibrocontrol, chromatography, partial discharges, thermography, transformers.

Значительная часть силовых маслонеполненных трансформаторов отработала свой нормативный срок. Для повышения долговечности и безотказности трансформаторов необходимо совершенствовать теорию технической диагностики. Сложившаяся практика в Беларуси, России и Узбекистане оценивать динамическую стойкость обмоток и магнитопровода трансформаторов по общему уровню вибрации бака в диапазоне частот 10–1000 Гц не может обеспечить высокую достоверность