

МЕТОД ВАТТМЕТРОГРАФИИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Предложен метод мониторинга и оценки остаточного ресурса электрооборудования, основанный на анализе спектрограмм потребляемой электрической мощности. Представлена функциональная схема информационно-диагностического комплекса, реализующего данный метод.

The method of monitoring and estimation of a residual resource of the electric equipment, based on the analysis of spectrograms of consumed electric capacity is offered. The function chart of the information-diagnostic complex realizing the given method is submitted.

В условиях рыночной экономики стоимость электрооборудования и комплектующих к нему определяется многими факторами, что затрудняет оценку затрат на приобретение и последующий ремонт электрооборудования. Последнее осложняет планирование мероприятий по приобретению нового оборудования, комплектующих и проведению ремонтно-наладочных работ. Следовательно, эффективность соответствующих компонентов к АСУП и АСУТП снижается.

Существующая система регламентированного ремонта предполагает вывод электрооборудования из эксплуатации и замену комплектующих новыми изделиями через фиксированные интервалы времени. Однако такой подход не учитывает реальной загрузки оборудования и его реального технического состояния. Таким образом, возможны простои в работе и даже замена оборудования, еще не отработавшего свой ресурс. При этом не исключается вероятность внезапных отказов, если оборудование вырабатывает свой ресурс раньше запланированного срока. В результате экономический эффект от ремонтных работ часто оказывается неоправданно низким.

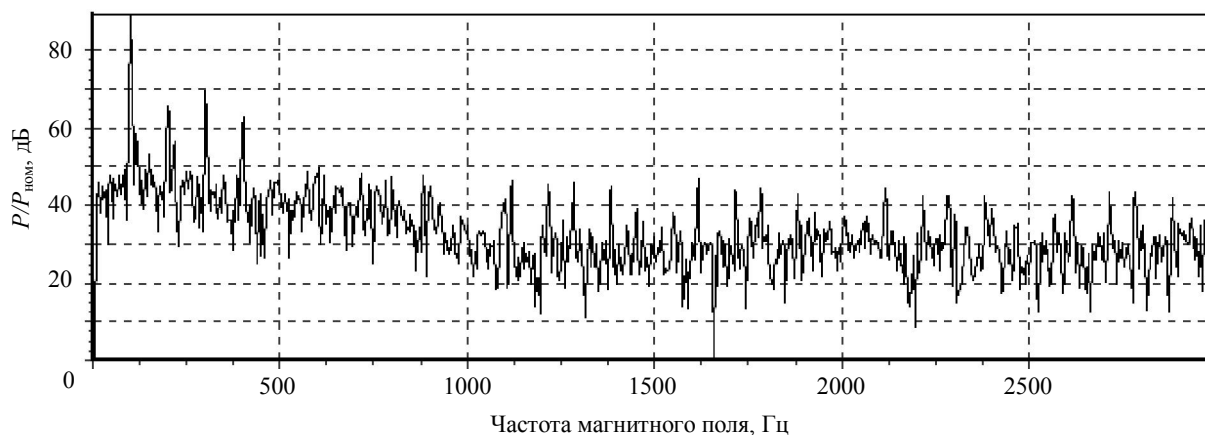
В настоящее время в различных отраслях промышленности наметился переход к системе ремонта электрооборудования по достижению предельного состояния. В этом случае оборудование эксплуатируется до

возникновения отказа. Однако эксплуатация оборудования, находящегося в неудовлетворительном техническом состоянии, приводит, с одной стороны, к увеличению эксплуатационных затрат в связи с увеличением потерь энергии в механизме и к непрогнозируемому выходу из строя оборудования, с другой. При этом возможны нарушения технологического процесса, а также возникновение аварийных ситуаций.

В связи с этим наиболее приемлемым представляется переход к обслуживанию электрооборудования по техническому состоянию [1]. Для внедрения указанного подхода в промышленности необходимо создать технические и организационно-методические средства диагностики и оценки ресурса обслуживаемого электрооборудования. Последнее осложняется тем, что в ряде случаев диагностические операции необходимо производить на работающем оборудовании в штатных режимах его эксплуатации. Также не всегда возможен непосредственный доступ к диагностируемому оборудованию, а тем более установка на нем каких-либо первичных преобразователей. Последнее наиболее важно для электрооборудования горной и нефтегазовой промышленности.

Методы и технические средства неразрушающего контроля промышленного электрооборудования непрерывно развиваются. Наибольшее развитие в настоящее время по-

а



б

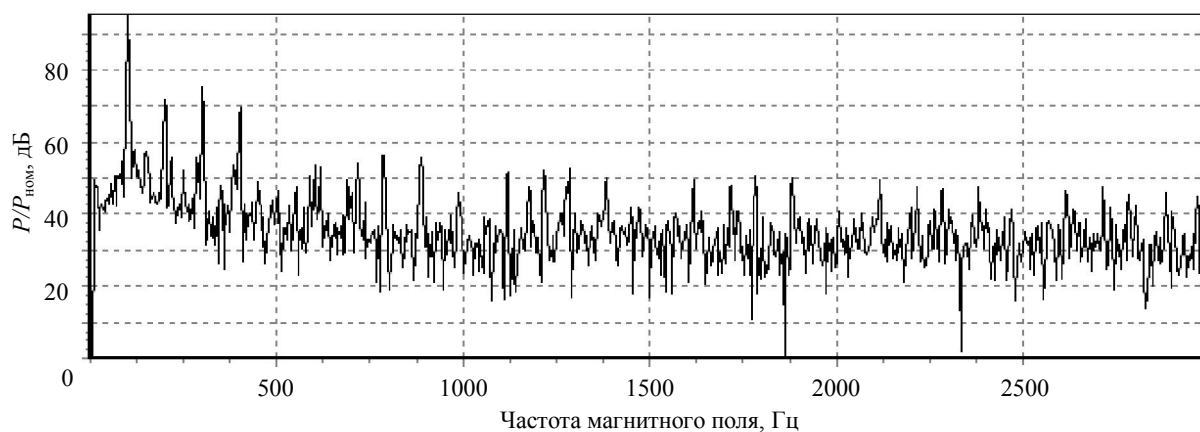


Рис. 1. Спектрограммы мгновенной потребляемой мощности для исправного электромашиного агрегата (а) и агрегата с искусственно созданной электромагнитной несимметрией (б)
 P и $P_{ном}$ – мгновенно потребляемая и номинальная мощности соответственно

лучили виброакустические методы диагностики [2,4,5] и методы, основанные на анализе инфракрасного излучения от оборудования [3]. Однако, обе группы методов требуют непосредственного доступа к диагностируемому оборудованию, что не всегда возможно, например, для погружного электрооборудования, применяемого при нефтедобыче.

Предлагаемый метод ваттметрографии относится к группе методов диагностики электрического оборудования на основе анализа их электрических параметров. В основе работы любого электрического оборудования лежит преобразование энергии. Часть энергии теряется в агрегате, создавая потери. Любые повреждения агрегата так или иначе приводят к увеличению потерь и к снижению КПД,

причем потери энергии, связанные с отдельными видами повреждений соответствуют различным частным составляющим в спектре мощности. Так как полезную работу совершает только основная гармоника частоты (100 Гц при питании оборудования от сети с промышленной частотой 50 Гц), то для технически исправного оборудования в спектре мощности будет выражена, главным образом, именно эта гармоника. Для технически исправного агрегата могут быть измерены также отдельные частотные составляющие спектра мощности.

При возникновении в агрегате неисправности эта зависимость изменяется и в частотном спектре появляется все больше гармонических составляющих (рис.1).

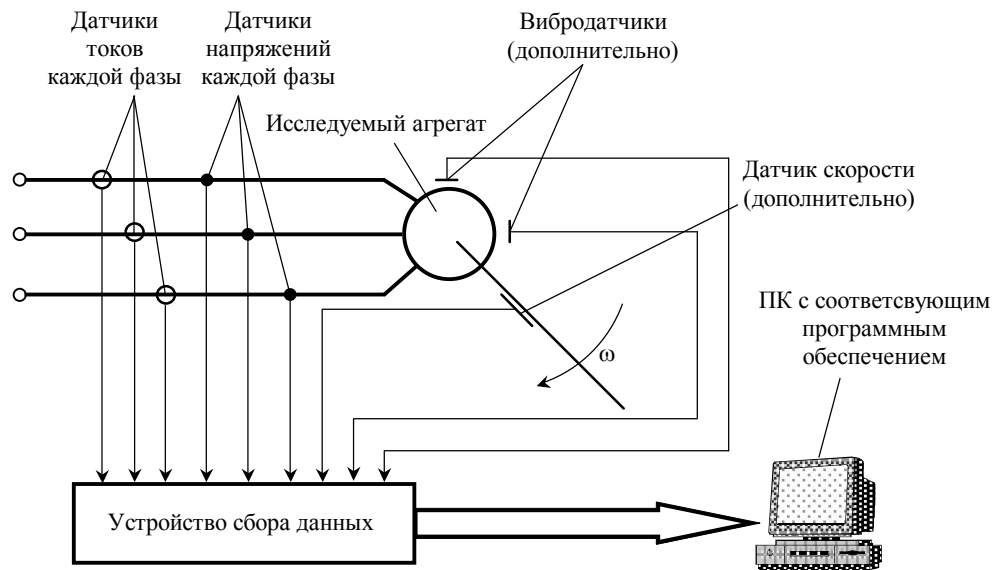


Рис.2. Функциональная схема информационно-диагностического комплекса

С помощью ваттметрограммы диагностируемого агрегата в процессе его работы можно оценить потери в агрегате, что является косвенным показателем его технического состояния. Снимая ваттметрограммы через определенный период, можно следить, как изменяется техническое состояние оборудования. Наличие достаточного объема статистических данных позволяет предсказать динамику этих изменений в дальнейшем, т.е. оценить остаточный ресурс. Численно спектрограмма мгновенной потребляемой мощности может быть оценена обобщенным показателем

$$\xi = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^l \lambda_j \sqrt{\int_{\omega_j - \Delta\omega_j}^{\omega_j + \Delta\omega_j} P^2(\omega) d\omega}}{P(\omega_0)},$$

где m – число фаз; l – число частотных поддиапазонов; ω_j – центральная частота j -го диапазона; $\Delta\omega_j$ – ширина j -го диапазона, $P(\omega)$ – мощность на данной частоте, Вт; $P(\omega_0)$ – мощность основной гармоники, Вт; λ_j – весо-

вые коэффициенты, характеризующие значимость частот каждого из диапазонов.

Чем больше обобщенный показатель, тем хуже техническое состояние обследуемого агрегата.

Метод ваттметрограмм целесообразно использовать также в сочетании с методами неразрушающего контроля, например с виброакустическими методами (рис.2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Азовцев Ю.А. Диагностика и прогноз технического состояния оборудования целлюлозно-бумажной промышленности в рыночных условиях / Ю.А.Азовцев, Н.А.Баркова, В.А.Доронин // Бумага, картон, целлюлоза. 1999. № 5.
2. Вибродиагностика / Г.Ш.Розенберг, Е.З.Мадорский, А.И.Таджибаев и др.; ПЭИПК. СПб, 2003.
3. Информационная термография в энергетике / А.В.Афонин, Р.К.Ньюпорт, А.И.Таджибаев и др. ПЭИПК. СПб, 2000.
4. Неразрушающий контроль: Справочник. Т.7. Кн.2. Вибродиагностика / Ф.Я.Балицкий, А.В.Барков, Н.А.Баркова и др. М.: Машиностроение, 2005.
5. Попков В.И. Виброакустическая диагностика и снижение виброактивности судовых механизмов. Л.: Судостроение, 1974.