

УДК 621.313.2

**В.В. Ромашина, асп.**

*Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського*

## Мониторинг и диагностика неисправностей двигателей постоянного тока

В статье предложен метод мониторинга и диагностики неисправностей двигателей постоянного тока, который включает в себя измерение параметров (напряжения, тока, температуры, вибрации), без размещения датчиков внутрь электродвигателя, что дает возможность диагностировать его техническое состояние при работе, не останавливая производственный цикл.

**двигатель постоянного тока, мониторинг, диагностика, неисправность, дефект**

С развитием способов управления электрическими машинами переменного тока (частотный, импульсный, изменением амплитуды питающего напряжения, амплитудно-фазовый и т.д.), двигателям постоянного тока (ДПТ) предрекали скорую их замену на двигатели переменного тока, но они все еще имеют огромное значение для промышленности. Даже с учетом большого количества систем управления трехфазных двигателей, на ДПТ более дешево плавно регулировать широкий диапазон частоты вращения и соблюдать большую точность поддержания набранной скорости. С учетом сложных условий эксплуатации при относительно длительном сроке работы, ДПТ подвержены ускоренному механическому износу и требуют периодической диагностики и профилактического обслуживания. Наибольшая доля отказов приходится на коллекторно-щеточный механизм и подшипниковый узел [1, 2].

Решающее значение для долгой и стабильной работы двигателя имеет своевременная диагностика степени износа коллекторно-щеточного и подшипниковых узлов, а также выявления дефектов обмоток. Для проверки работоспособности, устранения неисправностей и повышения надежности периодически проводят планово-предупредительные работы, которые включают техобслуживание, текущий и капитальный ремонты.

Техническое обслуживание заключается в ежедневном осмотре электрооборудования, очистке его от пыли и грязи и устранении мелких неисправностей.

Текущий ремонт предусматривает внешний осмотр ДПТ, замену или добавление смазки, проверку вращающихся частей, чистку и обдувку статора и якоря.

Капитальный ремонт включает полную разборку двигателя с выемкой якоря, осмотр всех его деталей и замену не пригодных для дальнейшего использования, а также проведение профилактических испытаний.

Периодичность капитального и текущего ремонта электродвигателей согласно Правилам технической эксплуатации электроустановок, устанавливается лицом, ответственным за электрохозяйство, с учётом данных правил и требований завода-изготовителя.

Целью данной работы является разработка метода мониторинга и диагностики неисправностей двигателей постоянного тока, исходя из оценки параметров, которые могут быть получены путем непосредственного измерения (напряжение, ток, температура, вибрация) в процессе работы, с дальнейшим определением надёжности и

прогнозированием возможного выхода двигателя из строя.

Мониторинг и диагностика неисправностей в электрических машинах (ЭМ) включает в себя, наряду с научным, и экономический аспект, который мотивируется целями повышения надежности и удобством эксплуатации. В ДПТ неисправности делятся на дефекты обмоток, токосъемной системы (коллекторов, щёток), механической части (подшипников, валов, корпусов и др.) и активной стали.

Диагностика неисправностей проводится разными методами, такими как: оценка параметров, спектральный анализ, нейронные сети, нечеткая логика и т.п. [1-3, 6].

Своевременное обнаружение неисправностей требует поиска научных решений моделирования новых испытательных комплексов. В работе представлена структура проведения диагностики неисправностей двигателей постоянного тока с учетом измерения параметров без каких-либо конструкционных изменений на электродвигателе, что дает возможность проводить испытания, не нарушая производственный цикл (рис. 1).

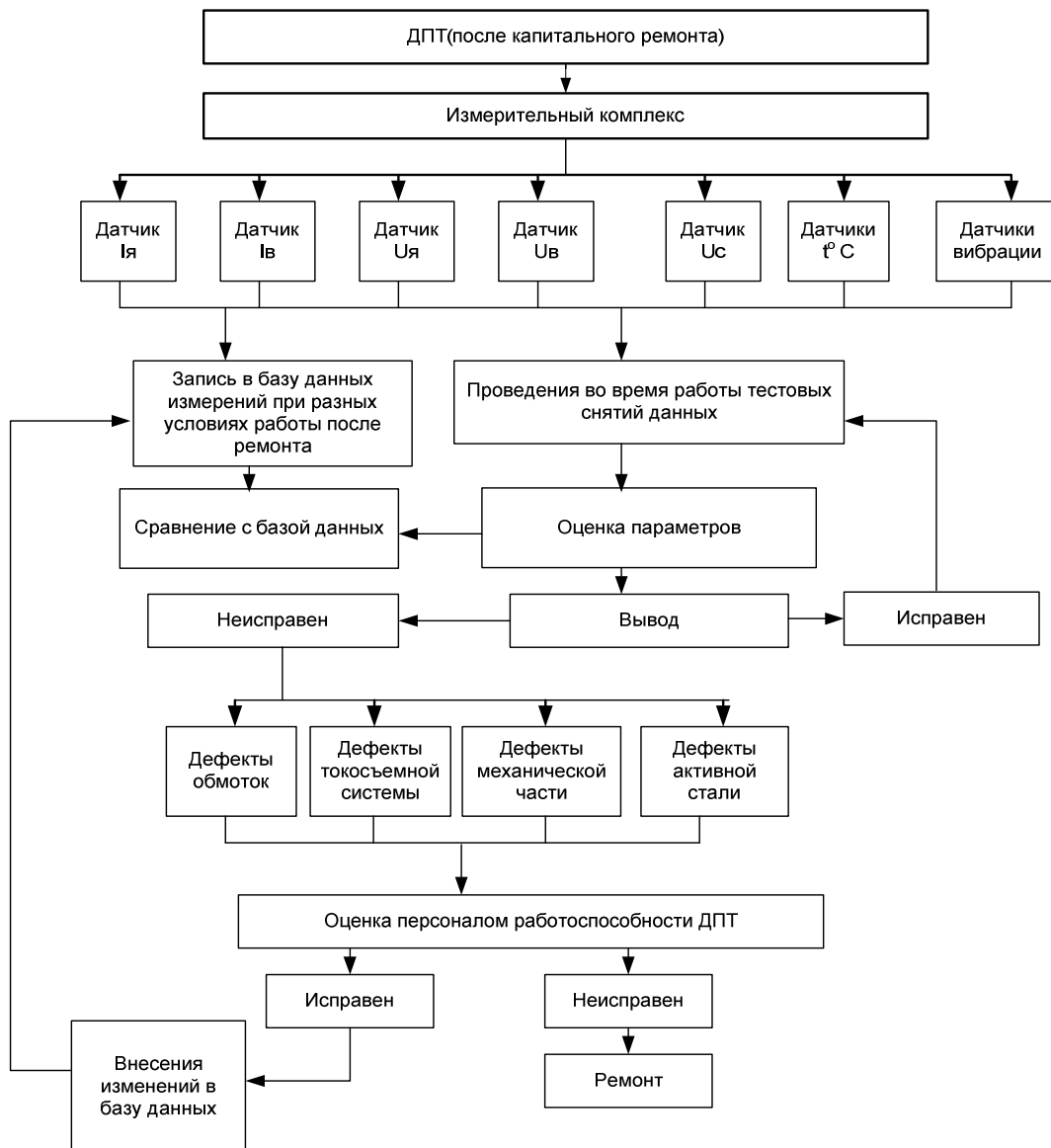


Рисунок 1 – Структура проведения диагностики и мониторинга неисправностей

Данный метод предлагается применить для ДПТ, прошедших капитальный ремонт и послеремонтные испытания согласно ГОСТ 10159-79.

При запуске электродвигателя с помощью измерительных приборов делается первая запись показаний, а также длительность времени проведения испытаний и условия, при которых они проводились (климатические условия и технологический процесс). Запись в базу данных включает в себя показания датчиков тока, напряжения, температуры (двигателя и окружающей среды), вибрации и мощность при которой проводится испытания. После проведения контрольных снятий показаний и их записи в базу данных, система отключается, периодичность следующих тестовых замеров зависит от интенсивности работы двигателя и условий окружающей среды. Так, к примеру, при долговременной работе щетки вырабатываются быстрее, и загрязнения коллектора тоже проходит за меньшее количество времени, чем при кратковременной работе, что может вызвать искрение, а впоследствии – перегрев и подгорание коллектора.

В ходе проведения тестовых снятий данных они обрабатываются системой и сравниваются с базой данных начальных показаний, снятых после поступления отремонтированного двигателя, что дает возможность определения его надежности. Если система исправна, то через некоторое время будут проводиться следующие замеры. В случае наличия неисправности на основе снятых данных определяется дефект. В дальнейшем электродвигатель осматривает обслуживающий персонал и делает вывод о его работоспособности. Если неполадок не обнаружено, то вносятся изменения в существующую базу данных, если же поломка обнаружена, то двигатель отправляется на ремонт.

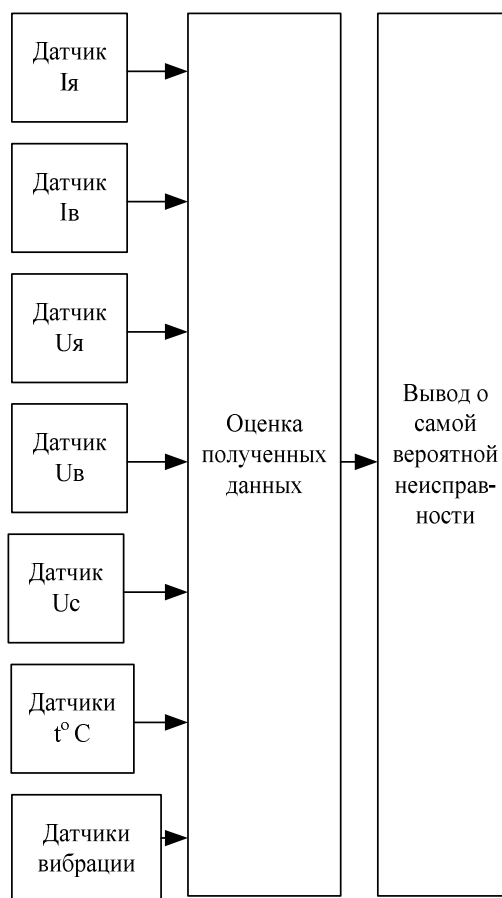


Рисунок 2 – Структура определения вероятной неисправности

Обобщенная математическая модель включает в себя показания с датчиков:  $U_{я}(t)$ ,  $U_{в}(t)$ ,  $I_{я}(t)$ ,  $I_{в}(t)$ ,  $T(t)$ ,  $v(t)$ ,

где  $U_{я}(t)$ ,  $U_{в}(t)$  – значения напряжения якоря и возбуждения за определенный период времени;

$I_{я}(t)$ ,  $I_{в}(t)$  – значения тока якоря и возбуждения за определенный период времени;

$T(t)$  – значения температуры за определенный период времени;

$v(t)$  – значения вибрации за определенный период времени.

Также в модель входят граничные значения  $U_{яг}$ ,  $U_{вг}$ ,  $I_{яг}$ ,  $I_{вг}$ ,  $T_{г}$ ,  $v_{г}$ , при достижении которых возможен вероятный выход из строя ДПТ. Они вводятся лицом входящим в обслуживающий персонал. В период работы для улучшения системы эти данные могут меняться. Для каждого режима работы вводятся свои граничные значения, т.е обобщенно это можно записать в виде следующей системы:

$$\begin{cases} U_{\bar{y}}(t) \leq U_{\bar{y}\bar{a}}, & U_{\bar{a}}(t) \leq U_{\bar{a}\bar{a}}, \\ I_{\bar{y}}(t) \leq I_{\bar{y}\bar{a}}, & I_{\bar{a}}(t) \leq I_{\bar{a}\bar{a}}, \\ T(t) \leq T_{\bar{a}}, & v(t) \leq v_{\bar{a}}. \end{cases}$$

При работе системы полученные данные одного из значений сравниваются с граничными значениями. В случае превышения граничных значений на протяжении определенного периода времени (который задается обслуживающим персоналом), система сигнализирует о возможной поломке.

Каждая неисправность включает в себя определённый показатель с каждого датчика и чем больше этих показаний совпадает, тем вероятнее определённый дефект (рис. 2).

Данный метод оценки работоспособности является практичным и не требует производить изменения в самом двигателе, т.е не нарушает его конструкцию. Он также не обходится без вмешательства человека в работу диагностического комплекса, но более дешевый и мобильный, чем полностью автоматизированные системы, которые также требуют периодических настроек.

## Список литературы

1. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин. – М.: Высшая школа, 1988. – 232 с.
2. Котеленец Н.Ф., Акимова Н.А., Антонов М.В. Испытание, эксплуатация и ремонт электрических машин: Учеб. для вузов. М.: Academia, 2003. – 384 с.
3. Скалозубов В.В., Швец О.М. Нейросетевые модели диагностики электродвигателей постоянного тока // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – №4. – С. 7-11.
4. Ивченко Ю.Н., Скалозубов В.В., Швец О.М. Методы автоматизированного управления парком электродвигателей железнодорожных стрелочных приводов «по текущему состоянию» // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №4. – С. 96-102.
5. Прус В.В. Старение электрических машин в ходе продолжительной эксплуатации и ремонта // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2009. – Вип. 4/2009 (57) частина 1. – С. 74-77.
6. Коваль В.А. Система нагружения двигателя постоянного тока с использованием автоколебательного режима // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 4/2008 (51) частина 2. – С. 66-70.
7. Станішевський І.С. Определение и выражение составляющих потерь в электрических машинах постоянного тока с разным уровнем наработки на отказ // Електромеханічні системи, методи моделювання та оптимізації. Збірник наукових праць VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів. – Кременчук, КДУ, 2010. –392 с.

8. Костенко М.П., Пиотровский Л.Н. Электрические машины, Ч. 1, изд. 2-е. – Л.: Энергия, 1964. – 548с.

*V.Romashina*

#### **Моніторинг і діагностика несправностей двигунів постійного струму**

У статті запропонований метод моніторингу і діагностики несправностей двигунів постійного струму, який включає в себе вимірювання параметрів (напруги, струму, температури, вібрації), без розміщення датчиків усередині електродвигуна, що дає можливість діагностувати його технічний стан при роботі, не зупиняючи виробничий цикл.

*V.Romashina*

#### **Monitoring and diagnostics of malfunction of the DC motors**

In article proposed the method for monitoring and diagnostic of DC motors, which includes the measurement of parameters (voltage, current, temperature, vibration), without placing sensors inside the motor, which makes it possible to diagnose the technical condition during operation without stopping the production cycle.

Одержано 20.09.12

**УДК 622.271.4-523**

**О.О. Харитонов, ст. викладач, О.В. Аніськов, ст. викладач, Н.М. Ляхова, студ.**  
Криворізький національний університет

## **Основні тенденції зміни електричних навантажень залізорудних кар'єрів**

В статті описано тенденції зміни електричних навантажень при роботі електроприводів гірничих машин в умовах залізорудних кар'єрів. Доведено, що ступінь ризику в результаті зниження якісних показників електропостачання при експлуатації машин більшої потужності виправдовується різким підвищенням їх продуктивності. Виконано статистичний аналіз, який показав, що щорічний приріст споживаної потужності за рахунок введення в експлуатацію більш продуктивного й економічного устаткування змінюється за лінійним законом; за 10 років навантаження зростає в 1,9 рази. Результати аналізу зміни електричних навантажень із урахуванням прогнозу послужили основою при розробці імовірної методики визначення відхилень напруги за фактичними показниками роботи кар'єру.

**електричне навантаження, екскаватор, буровий верстат, якісні показники, продуктивність, електроспоживання, гірська маса**

Електроспоживання на залізорудних кар'єрах залежить від зміни електричних навантажень, які обумовлені потужностями електроприводів гірничих машин з урахуванням режиму їх роботи. Основним напрямком є систематичне переоснащення кар'єрів потужнішим, високопродуктивним устаткуванням, що забезпечує задану продуктивність по видобутку залізної руди. Результати статистичних обстежень і узагальнення практичного досвіду показують, що специфічні особливості

© О.О. Харитонов, О.В. Аніськов, Н.М. Ляхова, 2012