

УДК 621.316.9

магістр Савченко Е.С. керівник, асист., к.т.н. Торопов А.В.,  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина

### **Диагностика электромеханического оборудования с применением SCADA-систем**

*Аннотация: В статье рассмотрены подходы к решению вопроса диагностики системы «преобразователь частоты - асинхронный двигатель» с использованием современных компьютерных средств автоматизации. Отмечены особенности и преимущества системы сбора и визуализации данных SCADA. В деталях обоснован выбор системы SCADA Movicon X11 для стенда, разработанного на кафедре электромеханики НТУУ «КПИ».*

*Анотація: У статті розглянуті підходи до рішення питання діагностики системи «перетворювач частоти - асинхронний двигун» з використанням сучасних комп'ютерних засобів автоматизації. Відмічені особливості і переваги системи збору і візуалізації даних SCADA. У деталях обґрунтований вибір системи SCADA Movicon X11 для стенду, розробленого на кафедрі електромеханіки НТУУ «КПІ».*

*Annotation: In the article approaches to settle a question of diagnostics of system "the frequency converter - the asynchronous motor" with using of modern computer's tools for automation are considered. Features and benefits of the system for data collection and visualization SCADA are commented. The choice of the system SCADA Movicon X11 for test bench developed on The cathedra of electromechanics "NTUU "KPI" is analyzed in detail.*

**Введение:** Большая часть машин и механизмов промышленных предприятий относится к электромеханическим системам. Эффективная эксплуатация данного оборудования невозможна без знания их фактического состояния. Для обеспечения раннего выявления зарождающихся отказов электромеханического оборудования необходима рационально организованная система технического диагностирования подобных систем [4]. Именно поэтому, в настоящее время широкое распространение получили системы диагностирования электромеханических комплексов с применением компьютерных технологий. Такие системы позволяют вовремя обнаружить отклонение от нормальных режимов работы, что в свою очередь обеспечивает повышение надежности и увеличение сроков эксплуатации оборудования в целом [1]. В представленной работе предложена система диагностирования электромеханических комплексов с применением общепромышленной системы визуализации и контроля SCADA Movicon 11.

Целью данной работы являлась попытка применения SCADA-системы для определения и визуализации характеристик электротехнического комплекса: «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ – АД).

Весомым преимуществом SCADA-систем является то, что они позволяют работать с различными протоколами передачи данных и осуществлять диагностику оборудования по характеристикам, получаемым от приборов различных фирм.

**Изложение основного материала:** Диагностика системы ПЧ-АД может осуществляться непосредственно с преобразователя частоты, если последний имеет интерфейсные либо аналоговые выходы. В частности, один из наиболее гибких с точки зрения автоматизации ПЧ с векторным управлением серии 8200 Vector фирмы Lenze имеет

на борту два аналогових вихода. Следовательно, такой ПЧ позволяет передавать в компьютерную систему диспетчеризации сигналы выходной частоты, нагрузки двигателя (значения момента нагрузки), тока статора, напряжения в звене постоянного тока, мощность двигателя, напряжение на выходе ПЧ, причем лишь два сигнала одновременно.

При этом, для обработки таких аналоговых сигналов требуется дополнительный модуль аналоговых входов и, в ряде случаев, преобразователь интерфейсов для подключения к персональному компьютеру (ПК).

Другим подходом, к решению вопроса диагностики является применение специального программного обеспечения, предоставляемого производителями частотных преобразователей, как, например, Global Drive Control или L-force Engineer от Lenze, Power Suite от Shneider и др. В этом случае используются специальные модули связи, работающих по различным интерфейсам и протоколам, позволяющие передавать данные непосредственно на ПК. Для ПЧ со встроенными интерфейсами связи (чаще всего RS485), такие как ПЧВ OVEN, FC51 Danfoss, ESMD Lenze поддерживают помимо собственных протоколов компаний-разработчиков, стандартные протоколы передачи данных, в частности Modbus RTU. В этом случае возникает необходимость использования преобразователей интерфейсов USB/RS485 или RS232/RS485 для подключения к ПЧ. Недостатком вышеуказанных ПЧ является то, что редко позволяют отслеживать рабочие параметры электромеханической системы в полном объеме, а позволяют считывать только текущее значение задания по частоте и тока нагрузки.

Диагностика электромеханического оборудования может производиться в полном объеме при использовании быстродействующих специализированных микроконтроллеров, позволяющих отслеживать динамические характеристики системы, так и высокочастотных сервопреобразователей частоты и программного обеспечения с функцией осциллографирования, как например, сервопреобразователь 9300 Vector Lenze. Недостатком таких систем является их высокая стоимость, сложность работы с ними. При этом в большинстве случаев для исследования качества электромеханических средств, достаточно получения статических характеристик двигателя.

Непосредственный расчет таких характеристик в преобразователе частоты является невозможным, специализированное программное обеспечение позволяет лишь считывать измеряемые параметры, поэтому возникает необходимость использования программного обеспечения, позволяющего осуществлять математическую обработку данных, их архивацию и визуализацию в виде графических трендов. Перспективным направлением в этом случае является применение SCADA-системы, представляющие собой программные пакеты для сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления либо диагностирования.

Также преимуществом таких систем является то, что они позволяют получать данные о ходе процесса диагностирования не только с преобразователя частоты, а также с анализаторов параметров питающей, сети, цифровых мультиметров, тахометров с интерфейсными выходами, работающими по различным протоколам.

**Практическая реализация:** В подтверждение возможности реализации диагностики электрических машин с помощью программных пакетов SCADA [3] была предложена система визуализации с использованием SCADA Movicon X11 для стенда, разработанного на кафедре электромеханики НТУУ «КПИ». В рамках студенческой работы был разработан электромеханический комплекс, предназначен для исследования различных режимов работы асинхронных машин с использованием преобразователя частоты. Стенд позволяет измерять: напряжение, ток двигателя, потребляемую активную мощность,  $\cos\varphi$ , проводить гармонический анализ питающей сети и другие электрические параметры как в статических

так и в динамических режимах работы АД.

В базовом варианте стенда измерение параметров питающей сети и электрических параметров осуществляются с помощью цифровых анализаторов сети (ДМК), установленных между питающей сетью и ПЧ, а также ПЧ и испытуемым двигателем. Значение момента нагрузки отображается на дисплее цифрового вольтметра, а скорости вращения - на дисплее цифрового тахометра. При диагностике двигателя путем снятия механических характеристик, а также опытах холостого хода и короткого замыкания данные считываются вручную, а затем заносятся в ПК для последующей математической обработки.

Наличие у цифровых анализаторов сети серии ДМК встроенного интерфейса RS485, а также наличия модуля связи Lecom A/B у преобразователя частоты Lenze E82EV751K4C, установленных на модернизируемом стенде, позволило предложить применение SCADA-системы Movicon X11 для обработки получаемых данных.

Выбор Movicon X11 из спектра существующих систем визуализации был обусловлен следующими факторами:

- 1) наличие драйвера протокола Modbus RTU, позволяющего осуществлять передачу данных с анализаторов сети ДМК;
- 2) наличие драйвера протокола Lecom (LEnze COMmunication) для передачи данных с преобразователя частоты 8200 Vector;
- 3) возможность и математической и графической обработки получаемых данных.

Недостатком предложенной системы модернизации является то, что при совместимости интерфейсов передачи данных на ПК, в системе используются различные протоколы передачи данных, что привело к необходимости использования двух преобразователей интерфейсов, подключаемых к ПК по различным USB-портам.

Математическая обработка входных сигналов, передаваемых с преобразователя частоты и анализатора сети, осуществлялась с помощью приложения IL Logic Explorer, позволяющего вести программирование логики работы и преобразования сигналов с помощью одного из стандартных МЭК – языков, а именно, языка Instruction List (IL). Пример реализации языка IL приведен в таблице 1.

При сниженном напряжении питания и номинальной нагрузке на валу двигателя наблюдается повышенное нагревание обмоток. В этом случае для создания номинального вращающего момента увеличивается ток ротора и статора. В условиях повторно-кратковременных режимов работы средства релейной защиты не могут обеспечить выявления отдельных аварийных ситуаций. Для реализации быстрого действия комплексной защиты АД, функционирующей на основе одновременного контроля нескольких параметров, было предложено применение SCADA-системы Movicon X11.

Таблица

$S = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n$	$I_a = \frac{P}{3 \cdot U_n}$	$I_p = \sqrt{I_n^2 - I_a^2}$	$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$	$P = M \cdot \omega$	$\omega = \frac{2\pi f}{p}$	$\frac{M}{M_k} = \frac{2 + q}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + q}$
SQRT 3 MUL UL MUL IL ST S	LD P DIV 3 DIV UL ST IA	LD IA SQR IA ST IAM LD IL SQR IL SUB IAM ST M SQRT M ST IP	LD P ST P SQR P ST PM LD Q SQR Q ADD PM ST M SQRT M ST M (P) DIV M ST COSF	LD M ST M LD OMEGA MUL M ST P	ST F MUL PI MUL 2 DIV p ST OMEGA	LD q ST qM LD S ST SM (S) DIV SK ST SKM1(SK) DIV S ST SKM2(q) ADD SKM1 ADD SKM2 ST M1(q) ADD 2 DIV M1 MUL MK ST M

**Выводы:** Благодаря применению SCADA-системы становится возможным осуществление непрерывной текущей оценки параметров контролируемого объекта в дискретные промежутки времени, а также, уведомление о выходе параметров за пределы допустимых значений.

Экономический эффект от внедрения и применения SCADA-системы в области технической диагностики, достигается за счет сокращения аварийности оборудования и снижения затрат на планово – предупредительные работы. Такая глубокая диагностика параметров двигателей является особенно актуальной для приводов большой мощности, поскольку в этом случае, применение SCADA- систем становится рентабельным.

- Литература:**
1. Закладной А.Н. Энергосбережение средствами промышленного электропривода / А.В. Праховник, А.И. Соловей. - Киев «Кондор», 2005. - 407с.
  2. Борисов П. А. Определение составляющих полной мощности энергоподсистем электротехнических комплексов / В. С. Томасов. Научно-практический журнала “Exponenta Pro. Математика в приложениях”, №1 (5), 2004 . – 67 с.
  3. Программное обеспечение Movicon 11 [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя; — Режим доступа: <http://www.movicon.com.au/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
  4. Вісник приазовського державного технічного університету 2009р. Вип. № 19  
УДК 621.3 Седуш В.Я. – Раннее диагностирование электромеханических систем – Кравченко В.М., Борисенко В.Ф., Сидоров В.А.